

publish  
industry  
verlag



# FASZINATION ELEKTRONIK



# 2018

## DAS KOMPENDIUM

DIE WICHTIGSTEN TECHNOLOGIE-TRENDS  
DIE WICHTIGSTEN ANBIETER



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

Die weltweit größte Auswahl  
an elektronischen Komponenten  
für den sofortigen Versand™

Jetzt mehr als 6 Millionen Produkte  
von über 650 Herstellern

**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. © 2017 Digi-Key Electronics, 701 Brooks Ave. South, Thief River Falls, MN 56701, USA



# INHALT

---

## ANBIETER (BUSINESS-PROFILE)

ab S. 13

---

## SMART TECHNOLOGIES

ab S. 61

---

## PASSIVE BAUELEMENTE

ab S. 71

---

## EMBEDDED-SYSTEME & BAUGRUPPEN

ab S. 85

---

## DESIGNTOOLS & SOFTWARE

ab S. 101

---

## OPTOELEKTRONIK & DISPLAYS

ab S. 109

---

## ELEKTROMECHANIK & VERBINDUNGSTECHNIK

ab S. 115

---

## STROMVERSORGUNG & LEISTUNGSELEKTRONIK

ab S. 141

---

## DISTRIBUTION & DIENSTLEISTUNG

ab S. 157

---

## VERZEICHNISSE

ab S. 165

# Partner-Board

Am E&E-Kompendium 2018 haben mitgewirkt:





























## ALLGEMEINES

3	<b>Inhaltsstruktur</b>	12	<b>Vorwort</b>	168	<b>Impressum</b>
4	<b>Partner-Board</b>				

## BUSINESSPROFILE



BILD-QUELLE: ISTOCK, CHINAFACE

14	<b>Arrow Electronics</b>	30	<b>Fischer Elektronik</b>	46	<b>Rohde &amp; Schwarz</b>
15	<b>Austerlitz Electronic</b>	31	<b>FTCAP</b>	47	<b>Rübsamen &amp; Herr</b>
16	<b>BJZ</b>	32	<b>Fuji Electric Europe</b>	48	<b>Semikron</b>
17	<b>B-Plus</b>	33	<b>Fujitsu Technology</b>	49	<b>SE Spezial-Electronic</b>
18	<b>Cadence</b>	34	<b>Garz &amp; Fricke</b>	50	<b>Swissbit</b>
19	<b>Codico</b>	35	<b>Harting</b>	51	<b>Syslogic</b>
20	<b>Conec</b>	36	<b>Insys Microelectronics</b>	52	<b>TE Connectivity</b>
21	<b>Conrad Electronic</b>	37	<b>Kingbright</b>	53	<b>TQ-Group</b>
22	<b>CTX Thermal Solutions</b>	38	<b>MEN Mikro Elektronik</b>	54	<b>Traco Electronic</b>
23	<b>Data Modul</b>	39	<b>Mentor Präzisions-Bauteile</b>	55	<b>Turck Duotec</b>
24	<b>Detakta</b>	40	<b>Mitsubishi Electric Europe</b>	56	<b>Wima</b>
25	<b>Deutronic Elektronik</b>	41	<b>Mooser</b>	57	<b>WTS // Electronic Components</b>
26	<b>Digi-Key</b>	42	<b>Mouser Electronics</b>	58	<b>Würth Elektronik eiSos</b>
27	<b>Elma Electronic</b>	43	<b>MTM Power Messtechnik</b>	59	<b>Yamaichi Electronics</b>
28	<b>EMCC Dr. Rašek</b>	44	<b>ODU</b>	60	<b>Zettler Electronics</b>
29	<b>ETAS</b>	45	<b>Recom</b>		

## SMART TECHNOLOGIES



BILD-QUELLE: ISTOCK, CHOMBOSAN

- |    |   |    |   |
|----|---|----|---|
| 62 | <b>Allroundtalent an der Edge</b><br>IoT-Anwendungen effizient steuern und anbinden | 68 | <b>Produktionszuwächse generieren</b><br>Vor-zertifizierte Funkmodule verbinden Industrieanlagen mit dem IIoT |
|----|---|----|---|

## PASSIVE BAUELEMENTE

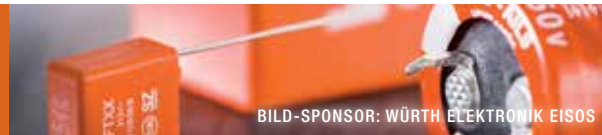


BILD-SPONSOR: WÜRTH ELEKTRONIK eISOS

- |    |   |    |  |
|----|---|----|--|
| 72 | <b>Im Rampenlicht</b><br>Die passiven Bauelemente von Würth Elektronik eISos aus der Nähe betrachtet  | 78 | <b>Klassiker mit Zukunftsaussichten</b><br>Neue Normen und Standards bei elektromechanischen Relais fordern Hersteller heraus  |
| 74 | <b>Große und kleine Leistungselektronik</b><br>Zwei Trends aus der Leistungselektronik erschweren die Auswahl passiver Bauelemente              | 80 | <b>Höhere Leistungsdichte</b><br>Elkos und Folkos mit Gehäuse-Design und einbaufertigem Modul verbessern                       |
| 75 | <b>Taktgeber gehen einen Schritt weiter</b><br>MEMS-Oszillatoren als Alternative zu Taktgebern bauen mit neuer Struktur ihre Verwendbarkeit aus | 82 | <b>Ferrite als stabile Störungsdämpfer</b><br>Eine Familie stromspitzensicherer Ferrite reduziert auch hochfrequente Störungen |

## EMBEDDED-SYSTEME & BAUGRUPPEN



BILD-SPONSOR: TQ-SYSTEMS

- |    |  |    |   |
|----|--|----|---|
| 86 | <b>Im Rampenlicht</b><br>Embedded-Produkte von TQ-Systems für Standardlösungen und raue, industrielle Umgebungen                     | 92 | <b>Unabhängiger durch offene Standards</b><br>Offene Standards in Bahnsteuerungen bieten Virtualisierungsfunktionen und halten den Wartungsaufwand in Grenzen |
| 88 | <b>Das Dickicht im Embedded-Markt</b><br>Viele Anbieter und viel Platz für Optimierungen und Weiterentwicklungen im Embedded-Bereich | 95 | <b>Auswahl langlebiger Flash-Speicher</b><br>Das sollten Anwender beachten, um Ausfälle und ungeplante Kosten zu vermeiden                                    |
| 89 | <b>SMARC 2.0</b><br>Wie die Version 2.0 zu anderen Spezifikationen einzuordnen ist und was sich gegenüber SMARC 1.1 geändert hat     | 98 | <b>Den richtigen Modul-Standard wählen</b><br>Welcher Intel-Atom-Prozessor harte Applikations-Anforderungen am besten abdeckt                                 |

## DESIGNTOOLS & SOFTWARE



BILD-SPONSOR: ETAS

- 102 IT-Security ist Vertrauenssache!**  
Datensicherheit ist ein Muss, gestaltet sich für Unternehmen jedoch schwerer als gedacht
- 
- 103 Mit sicheren Daten auf Autopilot-Kurs**  
Technologien und eine skalierbare Werkzeugkette helfen OEMs und Tier-1, Fahrerassistenzsysteme zu beherrschen
- 
- 106 Software-Engineering anders gedacht**  
Die wachsende Komplexität in Fahrzeugen bringt

Workflows an ihre Grenzen und erfordert neue Methoden und Werkzeuge

---

## OPTOELEKTRONIK & DISPLAYS



BILD-QUELLE: ISTOCK, LEBAZELE

- 110 Vom Power-Modul zum LED-Treiber**  
Stromgeregelte Module für die zunehmende Leistungsaufnahme bei LEDs umsetzen
- 

- 112 Berühren auf dreierlei Art**  
Drei Erweiterungsmöglichkeiten für die PCAP-Touch-Technologie und welches Potenzial sie haben
- 

## ELEKTROMECHANIK & VERBINDUNGSTECHNIK



BILD-SPONSOR: FISCHER ELEKTRONIK

- 116 Im Rampenlicht**  
Lösungen von Fischer Elektronik für automatisierte Bestückung von Stift- und Buchsenleisten mittels Gurt und Spule
- 
- 118 Kleinere Raster auf dem Vormarsch**  
Miniaturisierung und Automatisierung in der Steckverbinderentwicklung mitgestalten
- 
- 119 Komfortabel stecken und verbinden**  
Neue Connecting-Alternativen für die Steckverbinderbranche
- 
- 122 Entwärmen auf kleinstem Raum**  
Thermisches Management macht elektronische Bauelemente betriebssicher und langlebig
- 
- 125 ID-Modul mit Doppelfunktion**  
Modulare und skalierbare Produktionsanlagen dank Steckverbindern mit CAN-Bus-Schnittstelle
- 

- 127 Größtmögliche Flexibilität**  
Kontaktlose Verbindungstechnik macht vor allem Robotik-Anwendungen flexibler
- 

- 130 Herstellungsverfahren mit Vorzügen**  
Kalt fließgepresste Kühlkörper entwärmen Hochleistungs-LEDs und ersetzen kleine Druckgusskühlkörper aus Aluminium
- 

- 132 Die unverkennbare Hülle**  
Aus Standardgehäusen individuelle Lösungen mit Wiedererkennungswert herstellen
- 

- 135 Digitalisierung durchs Nadelöhr**  
Eine industrietaugliche Ethernet-Schnittstelle macht Verbindungstechnik fit für den digitalen Wandel
- 

- 138 Musikgenuss ohne Kompromisse**  
Der Codec aptX erhöht die Audioqualität bei der Bluetooth-Übertragung
-





# Offen für alles Außer für Kompromisse

Elektronische Systeme effizient ins Automobil integrieren – ganz ohne Kompromisse bei Funktionalität, Sicherheit und Qualität? Mit den offenen und skalierbaren Lösungen von ETAS treffen Sie die richtige Wahl. Umso mehr, wenn Sie offen sind für eine effiziente Entwicklung: Wir begleiten Sie kompetent von Beratung und Design über Test und Validierung bis hin zur Integration der Software am PC, im Labor und im Fahrzeug. Überzeugen Sie sich selbst auf [www.etas.com/solutions](http://www.etas.com/solutions)

**ETAS**

## STROMVERSORGUNG & LEISTUNGSELEKTRONIK



BILD-SPONSOR: MITSUBISHI ELECTRIC EUROPE

- 142 Im Rampenlicht**  
Leistungshalbleitermodule mit eigens entwickelter Gehäusetechnik von Mitsubishi Electric Europe
- 
- 144 Ade Schaltschrank**  
Das thermoselektive Vakuumvergussverfahren befreit Schaltnetzteile für eine dezentrale Stromversorgung aus dem Schaltschrank
- 
- 148 Digitalisierung der 4-20-mA-Schleife**  
Ein Strom-Booster vereint digitale und analoge Standards und verdreifacht den verfügbaren Strom der 4-20-mA-Schnittstelle auf 10 mA
- 
- 151 Qualität der Versorgungsspannung**  
Chipsätze mit immer geringeren Versorgungsspannungen senken den Leistungsverbrauch und rücken Power-Integrität in den Mittelpunkt
- 
- 154 Der Reihe nach bedienen**  
Methoden für die richtige Reihenfolge bei Spannungsleitungen
- 

## DISTRIBUTION & DIENSTLEISTUNG



BILD-QUELLE: ISTOCK, MANOP1984

- 158 Auch die Größe zählt**  
Händlerportale erleichtern die Suche nach Komponenten und sparen Kunden Zeit und Geld
- 
- 160 Nutzer-orientierter B2B-Webkatalog**  
Hilfe für das Design und die Programmierung von B2B-Webkatalogen
- 

## VERZEICHNISSE



BILD-QUELLE: CLAUDIOBABA

- 166 Autorenverzeichnis**                      **169 Firmenverzeichnis**                      **170 Stichwortverzeichnis**
- 
- 168 Redaktionsbeirat**
-

<b>Messgeräte</b> Walking-Test-Kit „Mis ualizer“ 	<b>Teststationen</b> Safe-STAT® 7000 	<b>Personeuerung</b> Transponder und Zubehör für Stationen 	<b>ESD Kleidung</b> ESD Kasack 	<b>Beläge &amp; Beschichtungen</b> Anti-Fatigue Matte 	<b>ESD Möbel</b> ESD Drehhocker 	<b>ESD Zubehör</b> ESD Ringordner 	<b>ESD Zubehör</b> ESD Pinsel und Bürsten 	<b>ESD Verpackung</b> ESD Umreifungs- band 	<b>Lager &amp; Transport</b> ESD Palettenbox 	<b>Ionisiergeräte</b> Ionisierpistolen 	<b>ESD Handwerkzeug</b> ESD Drehmomentprogramm 	<b>Zutrittskontrolle &amp; EPA</b> Dreiarmsperre 
CPM 374 Elektrofeldmeter zum Messen elektrischer Felder und elektrostat- ischer Ladun- gen 	Armband- und Schuhteststation 	Erdungsarmbänder 	ESD Kurzmäntel 	Tisch- und Bodenmatten 	ESD Lupenleuchten 	ESD Stehsammler 	ESD Klebbehälter Stapelbehälter 	Elektronikpinzetten 	ESD Klebbehälter Stapelbehälter 	Overhead- Ionisiergeräte 	ESD Drehmomentprogramm 	Dreiarmsperre 
Safe-STAT® Terahertz-Meter RM 4000 	Armband- und Schuhteststation 	Erdungskabel 	ESD Arbeitsmäntel 	Tisch- und Bodenbeläge 	EGB Stuhl CLASSIC 	ESD Folien 	ESD Reinigungstücher 	ESD Schlauch- und Schrumppfolien 	Lagerschichtkästen 	Tischionisiergeräte 	Schraubendreher 	EPA Abspersystem 
Resistivitäts-Meter zum Messen von Ober- flächen-, Volumen- Ableit- und Durchgangs- widerstand 	Schuhteststation 	ESD Sandalen 	ESD T-Shirts 	Safe-STAT® ESD Bodenpuzzie 	ESD Stehhilfe 	leitfähige Polycarbonatplatten 	ESD Eiltetten 	ESD Luftpoisterfolie 	Eurobehälter leitfähig 	Ionisiergeräte 	ESD Seitenschneider 	Schuh- kontaktmatten 
Kombimeter zum Messen von Ober- flächen-, Volumen- Durch- gangswider- stand 	Kleidungsstation 	ESD Clogs 	ESD Poloshirts 	ESD Beschichtungen und Reiniger 	EGB Stuhl ERGO 	ESD Ablageschalen 	ESD Klebezeichnung 	ESD Schaumstoff 	BIZ VARIO Behälterreinsätze 	Ionisiergeräte 	ESD Zangen 	Bodenmarkierungs- band 
Safe-STAT® RM 1000 	Armbandmonitor 	Sicherheitsschuhe 	ESD Sweatshirts 	ESD Sprühack 	ESD Rollhocker 	ESD Abfallbehälter 	ESD Klebebänder 	ESD Folienbeutel 	Fallbehälter 	Ionisiergeräte 	ESD Zangen 	Bodenmarkierungs- band 
Feldmeter 775 	Bauteilzahlgerät County-S EVO 	Schuherdung 	ESD Jacken 	Antistatik-Spray und Beschichtungen 	ESD Tischplatten 	ESD Staubsauger 	ESD Klebeband- Adrollier 	Vakuum Schweißgerät 	ESD Regale 	Ionisiergeräte 	ESD Zangen 	Bodenmarkierungs- band 
Zubehör für Mes- sgeräte 	County EVO 	EGB Handschuhe und Fingerringe 	Safe-STAT® Oberbekleidung 	Service Set 	ESD Rollcontainer und -Unterschänke 	ESD Bürsten 	ESD Prospektüllen 	ESD Kartonagen 	ESD Transportwagen 	Ionisiergeräte 	ESD Zangen 	Bodenmarkierungs- band 

Techn. Änderungen vorbehalten.





## Die Zeit der Tüftler

Wer in der Elektronikindustrie arbeitet oder sie schreibend begleitet, für den sind intelligente Geräte nichts Neues. Die Ideen schweben schließlich schon seit Jahren durch die Branche. Das Staunen über die ersten Umsetzungen fiel deshalb in der Branche auch geringer aus, als außerhalb; der Zauber hatte sich bereits wieder gelegt. Eigentlich schade. Gerade, da erst

**„Die Intelligenz ist weiterhin auf dem Vormarsch.“**

jetzt die Zeit der breiten Umsetzung begonnen hat. Die Intelligenz ist weiterhin auf dem Vormarsch.

Für die Elektronikwelt ist die tatsächlich spannende Zeit eben erst angebrochen. Schließlich werden die smarten Geräte, Fabriken, Homes und Grids jetzt verwirklicht. Dafür braucht es all die Sensoren, Prozessoren, Embedded-Module, Leistungshalbleiter, Steckverbinder, Akkus und anderen Kom-

ponenten, die die Elektronikindustrie herstellt. Und zwar oft mit größerer Leistung, geringerem Verbrauch und Platzbedarf sowie weiteren technischen Verbesserungen. Für Tüftler bedeutet das viele spannende Projekte.

Inspirationen dafür haben wir im frisch gedruckten E&E Kompendium 2018 versammelt. Das diesjährige Fokusthema widmet sich ganz den smarten Technologien. Aber auch wenn Sie intelligente Geräte eher kalt lassen, erfahren Sie viel Wissenswertes in unserem Jahrbuch.

Ich wünsche Ihnen eine inspirierende Lektüre.

*Florian Streifinger*

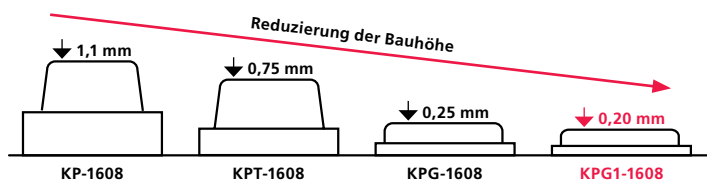
Florian Streifinger, Managing Editor E&E

# Kingbright

Kingbright Electronic Europe GmbH

■ Quality ■ Efficiency ■ Innovation ■ First-class service

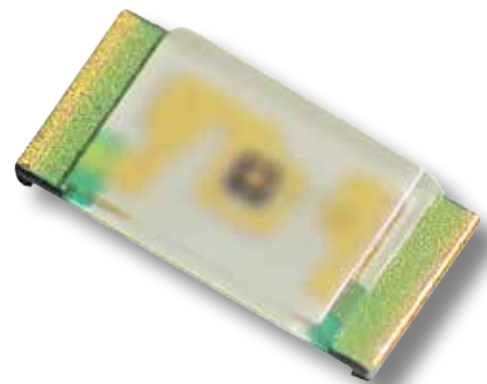
## NEUE SUPERFLACHE SMD-LED MIT 0,20 MM BAUHÖHE KPG1-1608 SERIE



Eigenschaften:

Abmessung = 1,6 mm x 0,8 mm x 0,2 mm

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



# BUSINESS-PROFILE



BILD-QUELLE: ISTOCK, CHINARFACE

14	<u>Arrow Electronics</u>	24	<u>Detakta</u>	34	<u>Garz &amp; Fricke</u>	42	<u>Mouser Electronics</u>	52	<u>TE Connectivity</u>
15	<u>Austerlitz Electronic</u>	25	<u>Deutronic Elektronik</u>	35	<u>Harting</u>	43	<u>MTM Power</u>	53	<u>TQ-Group</u>
16	<u>BJZ</u>	26	<u>Digi-Key</u>	36	<u>Insys Microelectronics</u>	44	<u>ODU</u>	54	<u>Traco Electronic</u>
17	<u>B-Plus</u>	27	<u>Elma Electronic</u>	37	<u>Kingbright</u>	45	<u>Recom</u>	55	<u>Turck Duotec</u>
18	<u>Cadence</u>	28	<u>EMCC Dr. Rašek</u>	38	<u>MEN Mikro Elektronik</u>	46	<u>Rohde &amp; Schwarz</u>	56	<u>Wima</u>
19	<u>Codico</u>	29	<u>ETAS</u>	39	<u>Mentor Präzisions-Bauteile</u>	47	<u>Rübsamen &amp; Herr</u>	57	<u>WTS // Electronic Components</u>
20	<u>Conec</u>	30	<u>Fischer Elektronik</u>	40	<u>Mitsubishi Electric Europe</u>	48	<u>Semikron</u>	58	<u>Würth Elektronik eiSos</u>
21	<u>Conrad Electronic</u>	31	<u>FTCAP</u>	41	<u>Mooser</u>	49	<u>SE Spezial-Electronic</u>	59	<u>Yamaichi Electronics</u>
22	<u>CTX Thermal Solutions</u>	32	<u>Fuji Electric Europe</u>			50	<u>Swissbit</u>	60	<u>Zettler Electronics</u>
23	<u>Data Modul</u>	33	<u>Fujitsu</u>			51	<u>Syslogic</u>		



### Firmenbeschreibung

Die Arrow Central Europe GmbH mit Hauptsitz in Neu-Isenburg bei Frankfurt/Main ist eine hundertprozentige Tochter von Arrow Electronics. Arrow mit Hauptsitz in Centennial, Colorado, ist ein globaler Anbieter von Produkten, Services und Lösungen für industrielle und kommerzielle Nutzer von elektronischen Komponenten und Computing-Lösungen für Unternehmen. Im Geschäftsjahr 2016 hat Arrow einen Umsatz von 23,8 Milliarden US-Dollar erzielt. Arrow ist in der Region DACH mit 18 Niederlassungen in Deutschland, Österreich und Schweiz vertreten. Das Unternehmen hat ein umfangreiches Produktportfolio in den Bereichen analoge und digitale Halbleiter, passive und elektromechanische Bauelemente und bietet seinen Kunden auf Basis dieses Angebots technische Gesamtlösungen. Embedded-Lösungen bietet Arrow seinen Kunden über das Arrow Intelligent Systems Team an. Arrow bedient Unternehmen jeder Größe, darunter große Original Equipment Manufacturer (OEM) und EMS-Anbieter (Electronic Manufacturer Services) ebenso wie Ingenieur- und Entwicklerbüros. Zum Angebot zählen ebenfalls individuelle, auf Kundenbedürfnisse zugeschnittene logistische Dienstleistungen, die den gesamten Lebenszyklus einer Applikation abdecken. Kunden mit Bedarf an kleineren und mittleren Produktionsstückzahlen adressiert Arrow mit einem dedizierten Vertriebskanal: Arrow Advantage. Über die

Plattform arrow.com können Einkäufer und Entwickler Komponenten online beziehen und Designs in der Cloud konzipieren.

### Dienstleistungsportfolio

Als weltweiter Vertriebspartner von mehr als 125.000 Original- und Auftragsherstellern und Handelsunternehmen ist Arrow als „Logistik-Kompetenzzentrum“ bekannt und gilt als erste Wahl in der Lieferkette von elektronischen Bauteilen. Das Serviceportfolio von Arrow umfasst den gesamten Produktlebenszyklus, von der Entwicklung und Produktion über Reverse-Logistik bis hin zu End-of-Life und eröffnet den Kunden damit neue Möglichkeiten zur Wertschöpfung. Arrow bedient hochwertige, globale und komplexe Supply-Chains und Logistikaktivitäten.

### Technischer Support

Die Entwicklungsabteilungen seiner Kunden unterstützt Arrow mit Applikationsingenieuren, die eine technische Betreuung von der Produktidee bis zum produktiven Einsatz über den gesamten Lebenszyklus einer Anwendung leisten. Die Applikationsingenieure stehen Kunden bei Design-In-Projekten zur Verfügung. Der Design Support geht weit über die reine Produktauswahl hinaus. Entwickler-Programme wie Testdrive sind in der Industrie einzigartig.



Arrow IoT Board MAX1000



Arrow SmartEverything Panther Board



*„Guiding Innovation Forward – Bei Arrow stehen Innovationen im Fokus.“*

*Martin Bielesch, President EMEA Components, Arrow*

**Gründungsjahr**  
1935

### Produktportfolio

- Halbleiter
- Passiv/ Elektromechanik/ Steckverbinder
- Embedded (Arrow Intelligent Systems)

### Kontakt

Arrow Central Europe GmbH  
Frankfurter Straße 211  
63263 Neu-Isenburg, Germany  
T +49/6102/5030-0  
F +49/6102/5030-8455  
info@arroweurope.com  
www.arrow.com



„Unser Aufgabe sehen wir darin, technische Kompetenz, innovative Produktlösungen und Zuverlässigkeit mit den Kunden zu verbinden.“

Thomas Banz,  
Bereichsleitung Kühlelemente

#### Gründungsjahr

1968

#### Mitarbeiter

80

#### Produktspektrum

- Aluminium- & Kupfer Kühlkörper
- Flüssigkeitskühlkörper
- Kühlsysteme inkl. Lüfter
- Wärmeleitpaste
- Multilayer Busbars und Stromschienen
- Montagearbeiten
- Oberflächenveredelung

#### Hauptdifferenzierung

- Kundenspezifische Kühllösungen
- Flexible & hohe Produktvielfalt
- Fachliche Beratung auch vor Ort

#### Zertifizierungen

- ISO 9001:2008
- ISO 14001:2009
- AEO-C

#### Kontakt

austerlitz electronic gmbh  
Ludwig-Feuerbach-Straße 38  
90489 Nürnberg, Germany  
T +49/911/59747-0  
F +49/911/59747-19  
info@austerlitz-electronic.de  
www.austerlitz-electronic.de

#### austerlitz electronic liebt die Herausforderung!

Wo immer bei unseren internationalen Kunden große Leistung große Wärme erzeugt, entwickeln wir individuell passende und besonders leistungsstarke Halbleiter-Kühlkörper.

#### Wir machen Herausforderungen zur Serie

Unser Entwicklungsteam am Stammsitz in Nürnberg wirft seine außergewöhnliche Ingenieurskunst Tag für Tag in die Waagschale, um immer die passendste, effizienteste und nachhaltigste Kühltechnik zu kreieren. Unsere kreativen Köpfe investieren laufend viel Leidenschaft in bessere Ideen für bessere Technik, die schnellstens in Serie gehen kann. Egal, wie groß diese Serie ausfällt.

#### Was bekommen Sie bei austerlitz electronic?

- Über 100 Standard Kühlprofile
- Kundenspezifische Kühllösungen
- Leistungsstarke Lüfter-Kühlsysteme
- Auf Ihre Anwendung abgestimmte Flüssigkeitskühlkörper
- Hochwertige Bearbeitungsmöglichkeiten: u.a. 5-Achs CNC-Bearbeitung, Oberflächenveredelung (Eloxal), Reibrührschweißen, Beschichtung
- Kundenspezifische Montagearbeiten
- Passendes Zubehör
- Multilayer Busbars und Stromschienen



Flüssigkeitskühlkörper

# austerlitz electronic

#### Einzigartige Technologie mit echten Vorteilen

Gerade in Sachen Flüssigkeitskühlung ist austerlitz electronic absolut führend – mit ausgereifter Technik, deren wahre Wirkung im Detail steckt. Denn nur das Ergebnis zählt: Unsere Kunden profitieren erheblich von einer dauerhaft besseren Wärmeableitung der Kühlsysteme.

#### Im Einsatz auf der ganzen Welt

Kunden schätzen an austerlitz electronic vor allem die große Flexibilität und das hohe technische Know-how. Beides treibt unser hoch motiviertes Team täglich zu neuen Höchstleistungen an.

Kunden aus der Industrie, Medizintechnik, Vertreter des internationalen Bahn- und Nahverkehrs, Hersteller erneuerbarer Energien oder E-Mobilität setzen nur auf höchste Qualität und sind damit eine echte Auszeichnung für austerlitz electronic.

#### Was ist mit Ihnen?

Wann dürfen wir Ihnen unser traditionsreiches Unternehmen vorstellen? In einem persönlichen Gespräch erzählen wir Ihnen gerne, welche Herausforderungen wir schon gemeistert haben. Oder noch viel besser: wir hören Ihnen zu. Und meistern anschließend Ihre Herausforderungen.



Multilayer Busbars und Stromschienen

# BJZ

## GmbH & Co. KG

### Firmenbeschreibung

Die BJZ GmbH & Co. KG ist ein Inhaber geführtes Familienunternehmen. Die BJZ GmbH & Co. KG ist seit Jahrzehnten ein zuverlässiger und kompetenter Partner der Elektronikindustrie. Durch langjährige Erfahrung haben wir uns als innovatives und expandierendes Unternehmen in den Bereichen des EGB-Schutzes, der Bauteilvorbereitung und der Nutzentrenntechnik eine solide Marktposition gesichert.

Führende Unternehmen der Elektronikindustrie vertrauen seit Jahren auf die Fachkompetenz und Produkte der Firma BJZ.

### Produktportfolio

Das Produktportfolio hat 3 Kernbereiche. Den ESD-Schutz, die Bauteilvorbereitung sowie das Nutzentrennen.

### Bauteilvorbereitung

- Bearbeitung von bedrahteten axialen Bauteilen
- Bearbeitung bedrahteten radialen Bauteilen
- Bearbeitung von o.g Bauteilen als Schüttgut, Stangen oder gegurtet
- Bearbeitung von SMD-Bauteilen

### ESD-Schutzausstattung

- Personenerdung
- ESD-Schuhe
- ESD-Arbeitskleidung



ESD-Arbeitsplatz

- ESD-Verpackungen
- ESD-Transport und Lagerung
- ESD-Tisch- und Bodenbeläge
- ESD-Eingangskontrolle
- Und vieles mehr

### Nutzentrennen

- Geritzte Nutzen (FR4 und Aluminium-Nutzen)
- Nutzen mit Reststegen (FR4 und Aluminium-Nutzen)
- Komplizierte Nutzenformen (FR4 und Aluminium-Nutzen)

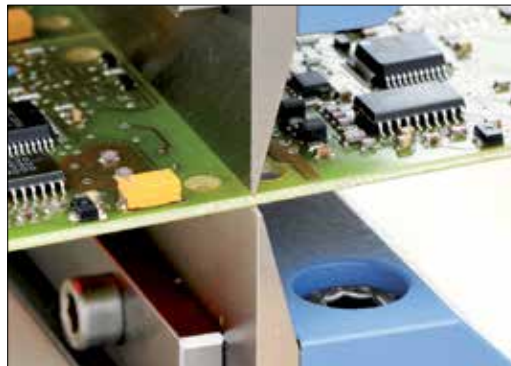
### Dienstleistungsportfolio

BJZ bietet professionelle Beratung und Unterstützung unserer Kunden im Bereich des ESD-Schutzes mit:

- ESD-Audits
- ESD-Schulungen für Einsteiger und Fortgeschrittene
- Abnahme ESD spezifischer Anlagen
- ESD Test nach Norm (mit Klimakammer)

### Technischer Support

- Reparatur von Bauteilvorbereitungsmaschinen aus unserem Sortiment
- Reparatur von Nutzentrennmaschinen aus unserem Sortiment
- Kalibrierung von Messgeräten aus unserem Sortiment



NTM 150-480

**Gründungsjahr**  
1979

**Erreichbarkeit**  
T +49/7262/1064  
F +49/7262/1063  
info@bjz.de

**Kontakt**  
BJZ GmbH & Co. KG  
Berwanger Straße 29  
75031 Eppingen, Germany  
T +49/7262/1064  
F +49/7262/1063  
info@bjz.de  
www.bjz.de





„Wir begleiten unsere Kunden auf dem Weg zum autonomen Fahren und bei der mobilen Automatisierung.“

Dipl. Ing (FH) Michael Sieg,  
Geschäftsführer b-plus GmbH

**Gründungsjahr**  
1996

**Mitarbeiter**  
ca. 150

**Firmensitz**  
Deggendorf

**Standorte**  
Deggendorf, Regensburg,  
Lindau

**Tochterunternehmen**  
b-plus automotive GmbH

**Produktschwerpunkte**

- ECU Validierung
- ADAS Logger
- ECU Software nach ISO26262
- Entwicklungstools
- Mobile Kleinsteuerungen
- ISOBUS Lösungen
- IoT-Gateways
- Embedded Hard und Software

Fahrzeughersteller und Zulieferer sichern sich mit b-plus breite Branchenexpertise, tiefes Embedded Know-how und bewährte Prozesskompetenz. Damit verstärken sie eigene Kapazitäten, verkürzen Entwicklungszeiten und bringen innovative Technologien sicher in die Serie und auf die Straße.

**Kontakt**  
b-plus GmbH  
Alexander Noack  
Ulrichsbergerstraße 17  
94469 Deggendorf, Germany  
T +49/991/270302-0  
F +49/991/270302-99  
sales@b-plus.com  
www.b-plus.com

### Firmenbeschreibung

b-plus ist der Spezialist für die Entwicklung und Integration von elektronischen Systemen und Komponenten. Fahrerassistenzsysteme (ADAS) in der Automobil-Industrie und die Automatisierung von mobilen Maschinen gehören dabei zu den Kernkompetenzen des mittelständischen Unternehmens. Teams in Deggendorf, Lindau und Regensburg gewährleisten hierfür höchste Verlässlichkeit im zukunftsweisenden Umfeld. Wir begleiten unsere Kunden mit passenden Produkten sowohl für den Serieneinsatz, als auch während des gesamten Entwicklungsprozesses mit der b-plus Werkzeugkette im gesamten Entwicklungszyklus.

Dabei unterstützt uns 20 Jahre Branchenerfahrung und die Expertise in Hardware und Systementwicklung. Auch die Entwicklung von sicherheitskritischen Systemen im Fahrzeug gehört zu unserem Fachgebiet. Als Mitglied in verschiedenen Gremien arbeiten wir an Trendtechnologien im Schwerpunkt Kommunikation mit.

Qualität im kompletten Prozess für automatisierte Funktionen heute und autonomes Verhalten morgen.



Software-Entwicklung



### b-plus. Wegbereiter neue Mobilität.

#### Unser Versprechen

Durchgängige und sichere Schlüsseltechnologien für automatisiertes Fahren und mobile Automation heute. Für autonomes Fahren morgen.

#### Unsere Alleinstellung

Komplette Engineering- und Werkzeugkette/Validierungskette zur Steuergeräteentwicklung und Integration für Car-2-Car und Car-2-infrastructure im Internet of Things.

#### Unser Portfolio

- Entwicklungswerkzeuge für Test, Diagnose, Simulation
- Embedded Automotive Hardware und Messtechnik für Prototypen- und Serienentwicklung
- Automotive Software für ADAS Funktionsentwicklung und -validierung
- Mobile Kleinsteuerungen
- ISOBUS-Lösungen
- IoT-Gateways



ADAS Messtechnik

# cadence®

## Firmenbeschreibung

Cadence ermöglicht globale Innovationen im Elektronik-Design und spielt bei der Entwicklung von modernsten integrierten Schaltungen und elektronischen Produkten eine entscheidende Rolle. Kunden setzen Software, Hardware, IP und Services von Cadence zur Entwicklung und Verifikation von fortschrittlichen Halbleitern, Leiterplatten und Systemlösungen in Verbraucherendgeräten, Netzwerk- und Telekommunikationsanlagen, Automotive-Applikationen oder Computersystemen ein. In den letzten Jahren hat sich Cadence von seiner Rolle als traditioneller Electronic Design Automation (EDA) Tool-Anbieter für die Halbleiterindustrie zum Partner für die Systemhäuser weiterentwickelt. Einhergehend mit dem Trend, dass Halbleiterhersteller immer mehr Praktiken und Arbeitsabläufe in ihre Entwicklung einfließen lassen müssen, die vorher hauptsächlich bei der Systementwicklung angewendet wurden, hat das Unternehmen sein EDA-Portfolio für die Automatisierung von Schaltungen (ICs) auf Lösungen für die Systementwicklung erweitert. Dazu werden die

dazu notwendigen Tools, IPs, Services und Software-Inhalte geliefert. Durch die Weiterentwicklung des Unternehmens zum System Development Enabler bietet Cadence nun Lösungen für die Entwicklung, Integration, Analyse und Verifikation von Komponenten auf der Systemebene an. Dazu gehören auch Leiterplatten, Gehäuse, Software und IP. Zudem stellt Cadence sehr differenzierte End-to-end Tools, Methodiken, Services und ein großes IP-Portfolio für die Fertigung von System-on-Chips mit fortschrittlichsten Prozesstechnologien zur Verfügung. Das schnell wachsende IP-Portfolio besteht aus Design IP und Verifikations IP für Speicher, Interface-Protokolle, analog/mixed-signal Komponenten und spezialisierten Prozessoren (Tensilica). Die Weiterentwicklung der Kernkompetenzen im EDA-Tool-Segment bleibt jedoch ein wichtiger Bestandteil der Firmenstrategie, um Kunden bei den wachsenden Herausforderungen im Bereich Leistung, geringem Stromverbrauch, Skalierbarkeit und Markteinführungszeit, weiterhin erfolgreich zu unterstützen.



Firmensitz in Feldkirchen



System Design Enablement Übersicht



*„Zur schnellen Entwicklung von Chips, Boards bis hin zu Systemen der nächsten Generation vertrauen Kunden auf unsere Lösungen.“*

*Sanjay Lall, Vice President, World-wide Field Operations for EMEA*

**Gründungsjahr**  
1988

**Hauptsitz**  
San Jose, CA, USA

**Europazentrale**  
Bracknell, UK

**NASDAQ Symbol: CDNS**

**Kerngeschäft**

- Electronic Design Automation (EDA)
- Software
- Hardware, IP und Services

**Produktspektrum**

- Custom IC/Analog Design
- Digital Design & Signoff
- System Design & Verifikation
- IC Package und PCB Design Analysis
- Tensilica, Design & Verifikation IP
- Services

**Einsatzmärkte**

- Mobilfunk
- Verbrauchermarkt
- Cloud/Datenzentren
- Automotive
- Aerospace
- IoT
- Industriemarkt

**Kontakt**  
Cadence Design Systems GmbH  
Mozartstraße 2  
85622 Feldkirchen, Germany  
T +49-89/4563-0  
F +49-89/4563-1800  
marketing\_euro@cadence.com  
www.cadence.com



„Bei uns steht Ihre Applikation im Mittelpunkt. Wir verkaufen Lösungen, keine Artikelnummern!“

Sven Krumpel,  
Geschäftsführer CODICO GmbH

#### Gründung

1977  
100% Privatbesitz

**Mitarbeiter** ca. 165

#### Umsatz

ca. 145 Mio. EUR (2017)

#### FOKUSLINIEN

Aktive BE: 8Devices, Ampire, Compex, Cosel, Digi, EOS, Intel, MPS, Multi Inno, Phihong, PixArt, Power Integrations, Qualcomm, Quectel, Recom, Silvertel, Torex, Wisechip, Wistron NeWeb, Yeebo  
Passive BE: Elytone, Goodsky, KDS Daishinku, Kemet, Isabellenhütte, Murata, Nidec Copal, Panasonic, Rubycon, Sagami, Sanyou, Sumida, Sun, TKS Thinking

Verbindungstechnik: Amphenol ICC, Amphenol Industrial, Cable Assemblies, CviLux, Dinkle, Hirose, Sinbon, Souriau, Stocko, Yamaichi

#### Headquarter

in AT (Perchtoldsdorf bei Wien)

#### Tochtergesellschaft

in DE (München), in IT (Treviso) und in SE (Stockholm)

#### Qualitätsmanagement

ISO 9001:2015

#### Kontakt

CODICO GmbH  
Zwingenstraße 6-8  
2380 Perchtoldsdorf, Austria  
T +43/1/86305-0  
office@codico.com  
www.codico.com

# CODICO®

#### Firmenbeschreibung

CODICO - the COMPONENT Design-In COMPANY - steht für den Vertrieb hochwertiger elektronischer Bauelemente. Das breite Produktportfolio umfasst aktive und passive Bauelemente sowie Produkte der Verbindungstechnik. Durch kompetenzübergreifendes Projektmanagement bietet CODICO technische Unterstützung und Beratung von der Entwicklungsphase bis zum Endprodukt und weit über eine Bestellung hinaus. Der Vertrieb ausschließlich hochwertiger Produkte und Lösungen zeichnet CODICO aus. Kurze Kommunikationswege garantieren eine rasche und qualifizierte Betreuung. Einen weiteren Fokus legt CODICO auf frühzeitige Trenderkennung, welche durch eine enge Zusammenarbeit mit Lieferanten sichergestellt wird. Neben technischen Lösungen behält CODICO auch Preise, Verfügbarkeit und Entwicklungen im Blick. Termingerechte, präzise Lieferungen durch optimierte, kundenspezifisch gestaltbare Logistikkonzepte zählen selbstverständlich ebenfalls zu den Stärken von CODICO.

CODICO ist in Österreich, Deutschland, Italien sowie Schweden nach EN ISO 9001 zertifiziert. Seit der erstmaligen Zertifizierung im Jahre 1995 wird das Qualitätsmanagementsystem ständig verbessert und wiederkehrend überprüft.



Head Office Perchtoldsdorf

#### Logistikleistungen

Just-In-Time-Lieferungen/Lieferwunschtage, kundenspezifische Spezialetikettierungen/Barcodeetikettierungen, Pufferlager/Sicherheitslager, Konsi-Lager, Kanban, EDI, Gutschriftverfahren, Min-Max System, Online-Forecasting Systeme, Batch Nr. und Date Code Tracking sowie umweltbewusste Verpackung.

#### Vertriebsgebiet

CODICO agiert als unabhängiges in Privatbesitz befindliches Unternehmen vom österreichischen Head Office in Perchtoldsdorf im Süden Wiens. Professionelle Beratung und technischer Support stehen unseren Kunden auf identisch hohem Qualitätsniveau durch fachlich versierte Mitarbeiter in folgenden Ländern zur Verfügung: Benelux, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Frankreich, Finnland, Italien, Kroatien, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Russland, Schweden, Schweiz, Serbien, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechien, Ungarn und Vereinigtes Königreich.

#### Zielmärkte

Alternativenergien, Automotive, Industrieelektronik, Konsumgüterindustrie, Medizintechnik sowie Tele- und Datenkommunikation.



Hochmodernes Kleinteilelager



### Firmenbeschreibung

Die CONEC Elektronische Bauelemente GmbH ist ein leistungsfähiger Hersteller von hochwertigen Steckverbindern für die Applikationsfelder Automation, Kommunikation, Energie, Land- und Baumaschinen, Maschinenbau, Luftfahrt, Medizin und Transport.

### Firmenhistorie

CONEC wurde 1978 im westfälischen Hörste gegründet. Die Internationalisierung des Unternehmens begann 1990 mit der Gründung von CONEC Kanada. Drei Jahre später erfolgte die Gründung von CONEC Amerika. In den Jahren 1993 bis 2007 wurden weitere Tochtergesellschaften in Tschechien, Polen, Frankreich, China und Großbritannien aufgebaut. Insgesamt verfügt CONEC heute über drei Produktionsstandorte in Lippstadt, im kanadischen Brampton sowie im tschechischen Loucka. Am Stammsitz in Lippstadt verfügt CONEC über eine große Forschungs- und Entwicklungsabteilung, einen eigenen Werkzeugbau, eine CNC-Präzisionsdreherei und eine Kunststoffspritzgießerei.

### Produktportfolio

Auf einer Gesamtproduktionsfläche von 18.000 qm fertigt CONEC mit weltweit ca. 650 Mitarbeitern Steckverbinder aus folgenden Rubriken:

- D-SUB Steckverbinder

- IP67 D-SUB Steckverbinder
- IP67 RJ45/ USB 2.0/ Mini USB/ Fiber Optic, LC Duplex
- Rundsteckverbinder
- Power Steckverbinder
- CONEC SuperCon® Hybrid Steckverbinder
- Steckverbindersysteme für die Land-, Bau- und Kommunaltechnik
- Leiterplattensteckverbinder
- kundenspezifische Lösungen

### Qualitätsmanagement

Das Qualitätsmanagementsystem des Unternehmens erfüllt die Anforderungen der internationalen Norm DIN EN ISO 9001. CONEC-Steckverbinder sind je nach Produktfamilie UL-CSA-VDE geprüft und zugelassen.

### Produktion

Unser synchrones Produktionssystem CONEC aktiv basiert auf den Prinzipien der Lean Production und ist die Basis für unseren nachhaltigen Erfolg. Insbesondere im Bereich der integrierten Umspritzung von Komponenten und Baugruppen sehen wir eine unserer Stärken. Absolute Kundenorientierung bedeutet für uns: das richtige Produkt, zum richtigen Zeitpunkt, in der richtigen Menge und der richtigen Qualität an den richtigen Ort liefern zu liefern!



EtherCAT P M8x1 Steckverbinder



CONEC SuperCon® Hybrid Steckverbinder



*„CONEC SuperCon® und M8x1 EtherCAT P sind die logische Antwort auf die Tendenz der Märkte zur Miniaturisierung.“*

*Sven Holtgrewe, Geschäftsführer Vertrieb, Marketing, Entwicklung*

### Geschäftsführung

Raimund Carl, Dolphy Schwarz, Sven Holtgrewe  
Gründung: 1978  
Mitarbeiter: ca. 650

### CONEC Gesellschaften

CONEC Corporation Kanada  
American CONEC Corporation  
CONEC Poska Sp. z o.o.  
CONEC Shanghai Int. Trading Co., Ltd.  
CONEC (UK) Limited  
CONEC France SARL  
CONEC s.r.o. Tschechien

### Zertifizierungen/ Zulassungen

DIN EN ISO 9001  
CSA  
VDE  
UL

### Kontakt

CONEC Elektronische Bauelemente GmbH  
Ostenfeldmark 16  
59557 Lippstadt, Germany  
T +49/2941/765-0  
F +49/2941/765-65  
info@conec.de  
www.conec.com



„Ziel ist es, mit dem Conrad Marketplace langfristig alle Bereiche abzudecken, die mit Technik zu tun haben.“

Holger Ruban, CEO

#### Die Conrad Gruppe

- Innovatives Familienunternehmen mit hohem Qualitätsanspruch
- 1923 gegründet durch Max Conrad in Berlin
- CEO: Holger Ruban
- +4000 Mitarbeiter
- Lokaler Support: Über 17 Landesgesellschaften in Europa sowie die Tochtergesellschaften SOS electronic und Rapid electronics
- Direct Shipping in 150 Länder weltweit
- Zentrallager mit 100.000 m<sup>2</sup> Versandfläche in Wernberg

Conrad steht mit dem Conrad Marketplace conrad.biz für ein ganz neues One-Stop-Shopping.



#### Kontakt

Conrad Electronic SE  
Klaus-Conrad-Straße 2  
92530 Wernberg-Köblitz,  
Germany  
B2B-Hotline:  
T +49/9604/40-89 88  
businessbetreuung@conrad.biz  
conrad.biz



#### Einzigartiges Produktportfolio

- Rund 950.000 Produkte im Bereich Bauelemente, Entwicklungskits, Messtechnik, Automation, Werkstatt, Kabel, Gebäudetechnik, Kommunikation, Computer/IT, Empfangstechnik
- Innovative Marken entwickelt durch das Conrad Technologie Centrum (CTC) in Hirschau
- ISO-zertifiziertes Qualitätsmanagement

#### Top-Brands für Entwickler und Instandhalter im Bereich Bauelemente, Entwicklungskits, Automation, Stromversorgung und Messtechnik

Microchip Technology, NXP, Texas Instruments, Bartheleme, OSRAM, IDEC, Pepperl + Fuchs, Keratol, Fischer Elektronik, Weidmüller, Finder, Rittal, Wago, Phoenix Contact, EATON, ESKA, Bourns, Marquardt, Lapp Kabel, HellermannTyton, 3M, Kontakt Chemie, LOCTITE, Ersa, Weller, Werma, Siemens, Keysight Technologies, Traco Power, Fluke, Flir, VOLTcraft, Testo, Tektronix, National Instruments, Kern & Sohn, Panasonic, Würth Elektronik, EPCOS, BOSCH, Knipex, TOOLCRAFT, TRU Components.

#### Flexibel durch Omnichannel

- conrad.biz der Marktplatz für Geschäftskunden

- eProcurement: voll-automatisierte Lösungen/ Conrad Smart Procure
- Filialen: 25 Filialen in Deutschland, 10 weitere in Europa

#### Starke Services zur Effizienzsteigerung

- Schnelle PCB Services: PCB Produktion & Bestückung, SMD-Schablonenproduktion
- 3D-Druckservice in Industriequalität
- Leistungsstarke Produkt-Services: Einzelstückbelieferung bis Industrieverpackungen, zertifizierter Kalibrierservice, Kabelmeterservice, Kabelkonfektionsservice

#### Zuverlässiger Kundenservice

- Kostenloser Kundenservice: 24/7 B2B-Hotline, Technischer Support, Vertriebsinnendienst, Sonderbeschaffung, Angebotsservice

#### Preisgekrönte und zertifizierte Logistik

- Nach DIN EN 61340-5-1 zertifiziertes ESD-Management und EPA-Bereich
- 24-Stunden-Standardlieferung, 3-Stunden-Filialbelieferung (bei Artikeln, die in den Filialen vorrätig sind)



Das Produktsortiment auf dem Conrad Marketplace conrad.biz erweitert sich rasant weiter. Der Marktplatz für Businesskunden steht für sicheres und zertifiziertes One-Stop-Shopping.



**CTX Thermal Solutions – Die Marke für kundenspezifische Kühllösungen**

Als Spezialist für applikationsspezifische Kühllösungen verfügt die CTX Thermal Solutions GmbH (CTX) im Bereich Wärmebeherrschung und Umhüllung über eine umfassende technische Kompetenz. Das Unternehmen mit Sitz im nordrhein-westfälischen Nettetal hat langjährige Erfahrung in dem Design und der Vermarktung von Kühllösungen. Gemessen am Umsatz hält CTX einen nennenswerten Marktanteil dieses Technologiesektors. Allein 85 Prozent des Kühlkörpergeschäfts erzielt das Unternehmen mit projekt- und applikationsspezifischen Produkten.

Vom Wettbewerb differenziert sich CTX durch das außergewöhnlich breite Angebot an Kühlkörpern und Kühlkonzepten. Dabei wird auf Basis der Kundendaten eine Auswahl infrage kommender Technologien ausgewählt, thermische Simulationen durchgeführt und danach die Entscheidung für die geeignete Kühltechnik getroffen, die dann in Produktion geht. Der Vorteil: Der kostspielige Part der Prototypenfertigung entfällt oder wird drastisch reduziert.

So unterschiedlich wie die Kühllösungen und deren Applikationen sind auch die Kunden: CTX-Kühlkörper finden sich in weißer wie in

brauner Ware, in der Automobilelektronik und im Bereich der regenerativen Energien sowie in industriellen Netzteilen, Computern und in der Haustechnik. Ein relatives junges, sich stark entwickelndes Feld ist die LED-Kühlung. Die Kühlkörper reichen von nur wenigen Millimeter großen und einige Gramm leichten Kühlelementen für SMD-Bauteile bis hin zu zwei Meter langen und 200 Kilo schweren Kühlkörpern für Wechselrichter in der Eisenbahntechnik. Auch die Kühlungsarten sind so unterschiedlich wie die Anwendung selbst: von natürlicher Konvektion über Luftkühlung mit Gebläsen bis hin zu Wärmetransport durch Flüssigkeiten oder Heatpipes zur Kühlung von Halbleiterelementen.

**Auszug aus dem Produktportfolio**

- Profil-Kühlkörper CNC-bearbeitet
- Hochleistungs-Kühlkörper in Modulbauweise
- Flüssigkeits-Kühlkörper
- Druckguss-Kühlkörper
- Embedded-Kühlkörper
- LED-Kühlkörper
- DC- und AC-Lüfter
- Clip-Kühlkörper und Federn
- Industrielle Lüfter zur Kühlung von Computern, Bürotechnik, Medizintechnik etc.



CTX Thermal Solutions GmbH Nettetal



Optimierte Kühllösungen von CTX



*„CTX bietet applikationsspezifische Kühllösungen aus einer Hand – für alle Branchen.“*

*Wilfried Schmitz, Geschäftsführer CTX Thermal Solutions GmbH*

**Gründungsjahr**

1997

**Mitarbeiter**

19

**Produkte**

- Kühlkörper (Leiterplatten-, CLIP-, Hochleistungs-, Druckguss-, Profil-, Flüssigkeitskühlkörper, LED-Kühlung, für SMD-Bauelemente, Embedded Lösungen)
- Lüfter und Gebläse (DC-/AC-Flachlüfter, DC-Gebläselüfter, DC-Lüfter „Golf“)
- Gehäusetechnik (Gehäuse in Profil- und Stanzbiegetechnik, Frontplattenservice, Technische Aluminiumteile)
- Drehknöpfe (Dreh- und Drehmuldenknöpfe, Spezialknöpfe, Kunststoffgehäuse, kundenspezifische Sonderanfertigung)
- Clips und Federn

**Hauptdifferenzierung**

- Kundenspezifische Lösungen
- Enorme Produktvielfalt

**Zertifizierungen**

- ISO 2009:2015
- ISO 14001:2009

**Kontakt**

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



„DATA MODUL verfolgt das Ziel, einer der weltweit führenden Anbieter von visuellen Systemlösungen zu sein.“

Dr. Florian Pesahl,  
Vorstandsvorsitzender

#### Gegründet 1972

#### Firmensitze

Weltweit mit Hauptsitz in München, Produktion in Weikersheim, Entwicklung in Deggendorf

#### Fokus

Eigenentwicklung und Distribution von Displays, Touchscreens, Embedded Systemen und kompletten Monitoren und Panel PC-Lösungen für den industriellen und professionellen Bereich

#### Produkte

Displays, Touchscreens, CPU Boards, Box PCs, Visual Solutions, LCD Controller Boards, Monitore, Panel PCs, Touchdisplays

#### Produktpalette

Professionelle Speziallösungen aus den Bereichen Display, Touch, Embedded, Monitor & Panel PC für industrielle Anwendungen

#### Märkte/Branchen

Gaming, Medizin, Industrie, Automatisierung und Robotics, Marine, Wearables, Gebäudetechnik, Weiße Ware, Digital Signage, Transportation, Maschinenbau und Automotive

#### Kontakt

DATA MODUL AG  
Philipp Meinhardt  
Landsberger Straße 322  
80687 München, Germany  
T +49/89/56017-0  
PMeinhardt@data-modul.com  
www.data-modul.com

# DATA MODUL

## Firmenbeschreibung

Mit über 45 Jahren Erfahrung als Technologiepartner in den Bereichen Display, Touch, Embedded, Monitor und Panel PCs ist DATA MODUL einer der weltweit führenden Spezialisten für qualitativ hochwertige und bedarfsorientierte Systemlösungen für alle Branchen. Der führende Display-Distributor erfüllt mit hochmodernem Maschinenpark und exklusivem Produkt- und Leistungsportfolio die komplexen Anforderungen industrieller Kunden. Der Hauptsitz der DATA MODUL AG ist München, Vertriebsniederlassungen finden sich weltweit und in Weikersheim der Produktionsstandort. Dort befindet sich ein hochspezialisierter Maschinenpark zur Assemblierung, Veredelung und Optimierung von Displays, Touchscreens und Frontgläsern jeglicher Größe, mit modernem Logistikzentrum und ergonomischen, effizienten Montagelinien. Kabelkonfektionierung, Vorfertigung, Prototypen und Musterbau finden ebenfalls am Produktionsstandort statt. Eigene Entwicklungsabteilungen in München, Weikersheim und Deggendorf stehen für die zukunftsorientierte Ausrichtung der DATA MODUL speziell die Ent-

wicklung eigener Produkte, kundenspezifischer Lösungen sowie Value-Added-Services zu fokussieren.

Jede Displaylösung kann nach Bedarf durch die zusätzliche Integration von Embedded Solutions zu einem Monitor bzw. Panel PC erweitert werden. Mit den OEM Design Services ist DATA MODUL zudem in der Lage, die letztendliche Ausstattung immer kundenspezifisch anzupassen und individuelle sowie standardisierte HMI Produkte zu entwickeln. Darüber hinaus unterstützt die DATA MODUL Industriekunden mit dem kompletten Expertensupport von der Produktidee bis Aftersales, angefangen bei Design-in-Support, Projektmanagement, kundenspezifischen Servicevereinbarungen und Logistikkonzepten, Softwareentwicklung, Konstruktions- und Mechanikkonzepten, Entwicklung von Thermomanagementkonzepten, Inhouse EMV Voruntersuchungen, bis hin zu Zertifizierungen und Obsoleszenz-Management. Industriekunden ist neben performanter Funktionalität auch modernes Design und Sicherheit immer wichtiger, weshalb DATA MODUL in allen entwicklungs- und produktionsrelevanten QM-Bereichen zertifiziert ist.



DATA MODUL ist Technologieführer im Bereich Optical Bonding in Europa.



Alles aus einer Hand: Elektronikentwicklung, Touch- und Displayauswahl sowie Gehäusekonzepte.



*„Maßgeschneiderte  
und individuelle  
Lösungen.“*

*Andreas Buchweitz - Prokurist*

### Firmenbeschreibung

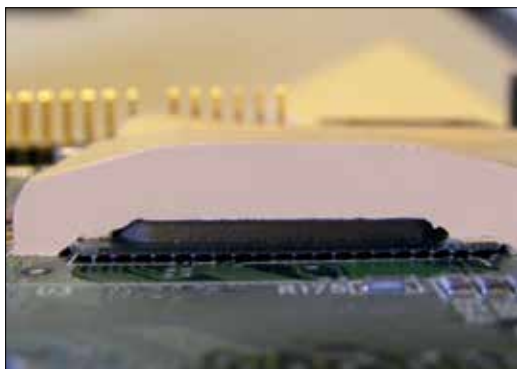
Alle Wärmeleitprodukte werden auch als kundenspezifisches Teil hergestellt. Es stehen eine Reihe von Fertigungsmöglichkeiten zur Verfügung um auf Kundenanforderung flexibel reagieren zu können.

### Das Produktspektrum umfasst

Silikon-Glasgewebe der Reihe SB-HIS – 1,0 bis 5,0 W/mK Wärmeleitfähiges, isolierendes Silikonelastomer mit einer Einlage aus Glasgewebe. Es bietet sich für die Montage auf glatten Flächen an. Das Material haftet nicht kann aber auf Wunsch einseitig haftend oder klebend ausgerüstet werden. Die Folien der SB-HIS Reihe stehen als Rol-

lenmaterial ab einer Stärke von 0,15 mm bis zu 0,8 mm zur Verfügung. Silikon-Softpads der Reihe SBC und SB-V0 – 1,0 bis 7,0 W/mK Wärmeleitfähiges, isolierendes Silikonelastomer mit sehr guter elastischen Anpassungsfähigkeit. Durch die geringe Härte wird, schon bei einem geringen Anpressdruck, eine sehr gute Anpassung an unregelmäßige Formen erreicht. Die Folie ist mit einer haftenden Oberfläche ausgerüstet. Die Typen der SBC Reihe sind unverstärkte, gelförmige Matten ab einer Stärke von 0,5 mm bis 5 mm. Die SB-V0 Reihe hat eine zusätzliche Gewebeverstärkung für erhöhte mechanische Beanspruchung. Wie bei der SBC Reihe sind die Matten ab einer Stärke von 0,5 mm möglich.

Wir bieten Herstellern aus den Bereichen Automobilbau, Medizintechnik, Luft- und Raumfahrt, Steuerungstechnik und dem Elektromaschinenbau maßgeschneiderte und individuelle Lösungen für ihre Anwendungen.



Wärmeleitpads



Wärmeleitfolien

### Kontakt

DETAKTA  
Isolier- und Messtechnik  
GmbH & Co KG  
Hans-Böckler-Ring 19  
22851 Norderstedt, Germany  
T +49 40 529547-0  
F +49 40 529547-11  
info@detakta.de  
www.detakta.de



Power and More  
Seit über 30 Jahren

**DEUTRONIC**   
Elektronik GmbH EDWANZ group

**Gründungsjahr**  
1983

**Firmensitz**  
Adlkofen bei Landshut

**Geschäftsführung**  
Eduard Wanzke  
Christian Wanzke  
Thomas Wanzke

**Produktportfolio**  
Batterieladesystemlösungen  
DC/DC-Wandler  
Stromversorgungen  
Test- und Prüfsysteme  
Kundenspezifische Lösungen  
Forschungszentrum  
Energiespeichertechnik  
EMV-Labor

**Standort Ausland**  
Tschechien

**Distribution und Service**  
Weltweit in 35 Ländern

**Qualitätsmanagement**  
DIN EN ISO 9001:2008

**Kontakt**  
Deutronic Elektronik GmbH  
Deutronicstraße 5  
84166 Adlkofen, Germany  
T +49/8707/920-0  
F +49/8707/1004  
sales@deutronic.com  
www.deutronic.com

**Firmenprofil**

Die Deutronic Elektronik GmbH wurde 1983 in Adlkofen gegründet. Das inhabergeführte Familienunternehmen befindet sich zu 100% in Familienbesitz. Deutronic beliefert die Industrie weltweit mit technologisch führenden Lösungen. Als Spezialist für intelligente Leistungselektroniksysteme konzipiert, entwickelt und produziert Deutronic innovative Lösungen mit überlegenem Mehrwert. Eine besondere Stärke liegt hierbei in der Realisierung applikationsspezifischer Lösungen und kundenspezifischer Sondergeräte.

**Forschungszentrum Energiespeichertechnik**

Durch die wachsende Bedeutung des Themas Energiespeicher investiert Deutronic nicht nur in die Geräte-Entwicklung selbst, sondern gleichzeitig in ein Batterielabor, um das Verhalten von Batterien systematisch untersuchen zu können. Der Fokus liegt primär in der Optimierung von batteriechonenden Ladestrategien in der Anwendung.

**Leistungsbereiche**

**Batterieladesysteme:**  
Fahrzeuge weisen eine Vielzahl elektronischer Komponenten auf. Der daraus folgende Energiedurst stellt höchste Anforderungen an Batterien und die Ladetechnologie. Als Technologie- und Marktführer für Automotive-Batterieladesysteme,

sind diese Lösungen weltweit bei führenden Automobilherstellern in der Produktion, den Werkstätten und im Showroom im Einsatz.

**Stromversorgungen:**

Deutronic hat sich auf kundenspezifische Stromversorgungen für den Einsatz in rauen Umgebungsbedingungen spezialisiert. Hierzu zählen z.B. Applikationen in Förderanlagen im Intralogistikbereich.

**DC/DC Wandler:**

Im Bereich DC/DC Wandler hat sich Deutronic auf vollvergossene, in sich geschlossene Fahrzeugwandler spezialisiert, welche widrigsten Umgebungsbedingungen standhalten. Diese werden z.B. in Flurförderfahrzeugen, fahrerlosen Transportfahrzeugen und industriellen Anwendungen verbaut.

**Test- und Prüfsysteme:**

Deutronic Testsysteme bringen die Genauigkeit von Laborprüfungen in die Großserie. Der Hauptkundennutzen besteht in einer 100% kundenindividuellen Konzeption. Hierbei greift Deutronic auf Komponenten bewährter Hersteller zurück und vereint diese mit einer eigens entwickelten Softwarelösung zu einem Komplettsystem. Das Ergebnis sind maßgeschneiderte Test- und Prüfsysteme, welche voll vernetzbar, sicher, schnell und zuverlässig sind.



Innenleben Testsystem



Lichtmaschinenersatz für E-Fahrzeuge



**Firmenbeschreibung**

Digi-Key Electronics, ein weltweit tätiger internet-basierter Distributor von elektronischen Komponenten, ist ein autorisierter Distributor für mehr als 6 Millionen Komponenten, davon über 1.3 Millionen auf Lager, von mehr als 650 vertrauenswürdigen Lieferanten. Der Ruf des Unternehmens erstreckt sich weltweit durch die kontinuierliche Wahl der Kunden von Digi-Key als den Anbieter der breitesten Auswahl an elektronischen Komponenten in der Industrie, bereit für die sofortige Lieferung über seine preisgekrönte Website, [www.digikey.de](http://www.digikey.de). Mit dieser breiten Palette von Produkten, erhältlich sowohl in Design- als auch in Produktionsmengen, ist Digi-Key die beste Ressource für Konstrukteure und Einkäufer gleichermaßen.

Die Verfügbarkeit der Produkte ist eines der Merkmale, das Digi-Key von anderen Distributoren für elektronische Bauteile unterscheidet. Digi-Key hält über 1 Millionen Produkte in seinem Distributionszentrum von 93.000 Quadratmetern in Thief River Falls, Minnesota, USA, auf Lager. Jeden Tag werden neue Produkte aufgenommen, in der kontinuierlichen Bemühung, die volle Palette der vom Kunden benötigten elektronischer Komponenten

anzubieten. Ob Halbleiter-, passive, Verbindungs-, elektromechanische, drahtlose oder lichttechnische Komponenten, Digi-Key führt die Teile, die Sie benötigen, wenn Sie sie benötigen.

Bei Digi-Key waren wir immer stolz auf unsere Fähigkeit, den bestmöglichen Service für unsere Kunden anzubieten. Ein Kunde kann elektronische Bauteile 24 Stunden am Tag, sieben Tage die Woche, 365 Tage im Jahr, entweder per Telefon, Fax, E-Mail oder über die Website anfordern. Das talentierte Team von Technikern und Anwendungingenieuren bei Digi-Key ist ebenfalls per Telefon, E-Mail oder über die Webseite stets bereit, Fragen zu beantworten. Dieses Engagement für Kundenservice hat uns im Laufe der Jahre zahlreiche Auszeichnungen eingebracht. Unabhängige Nachforschungen der Industrie haben Digi-Key seit über 20 Jahren als Nr. 1 bezüglich der Gesamt-Performance bestätigt.

Vom Prototyp zur Produktion verfügt Digi-Key über die notwendigen Ressourcen und Produkte, um Ihr Design auf die nächste Stufe zu heben! Erfahren Sie mehr über [www.digikey.de](http://www.digikey.de).



Digi-Key-Hauptquartier in Thief River Falls, Minnesota



Produkt-Distributionszentrum (PDC) von Digi-Key



*„Digi-Key unterstützt Entwickler mit den besten Online-Diensten und der größten Auswahl an Komponenten.“*

*Dave Doherty, President/COO*

**Jahresumsatz**  
mehr als 1,84 Mrd. USD

**Mitarbeiterzahl**  
mehr als 3.500

**Gründungsjahr**  
1972

**Einrichtungen**  
mehr als 1.000.000  
Quadratfuß

**Vorrätige Produkte**  
mehr als 1.300.000

**Hersteller im Digi-Key-Portfolio**  
mehr als 650

**Internetbestellungen pro Jahr**  
mehr als 2.000.000

**Telefonanrufe pro Jahr**  
mehr als 4.000.000

**Bearbeitete Aufträge pro Jahr**  
mehr als 3,2 Millionen

**Belieferte Kunden pro Jahr**  
mehr als 524.000

**Belieferte Standorte pro Jahr**  
mehr als 391.000

**Noch am selben Tag versandte Bestellungen**  
99,9%

**Kontakt**  
Digi-Key Electronics Germany GmbH  
Theresienhöhe 11a  
80339 München, Germany  
T +49/89/2448-6700  
[eu.support@digikey.com](mailto:eu.support@digikey.com)  
[www.digikey.de](http://www.digikey.de)



„Wir bieten Ihnen von der ersten Schraube bis zum startbereiten System alles zum Thema Embedded Computing.“

Paolo Putzolu, Geschäftsführer von Elma Electronic Deutschland

#### Zielmärkte

Medizintechnik, Forschung, Industrieautomation, Mess- und Regeltechnik, Militärtechnik, Avionik, Transportwesen, Telekommunikation

#### Produktlinien

Embedded Computer, Backplanes, Gehäuse & Komponenten, Drehschalter

#### Sitz in Deutschland

Pforzheim

#### Sitz der Muttergesellschaft

Wetzikon/Schweiz

#### Weitere

##### Tochtergesellschaften

Großbritannien, China, Frankreich, Indien, Israel, Rumänien, Schweiz, Singapur, Vereinigte Staaten

#### Mitarbeiter

Ca. 800 weltweit

#### Zertifiziert nach ISO

9001:2008

#### Kontakt

Elma Electronic GmbH  
Stuttgarter Straße 11  
75179 Pforzheim, Germany  
T +49/7231/9734-0  
F +49/7231/9734-97  
info@elma.de  
www.elma.com

# ELMA

Your Solution Partner

#### Firmenbeschreibung

Elma Electronic ist ein zuverlässiger Entwicklungs-, Fertigungs- und Integrationspartner für Produkte aus den Bereichen

- Embedded Systems,
- Backplanes,
- Gehäuse & Komponenten,
- Stromversorgung und
- Drehschalter.

Das Unternehmen aus dem Baden-Württembergischen Pforzheim bietet von der Konzeption bis zum fertig integrierten, startbereiten System hochwertige Produkte in Formgrößen von Small Form Factor bis zu klassischen 19 Zoll-Racks. Damit bedient das Unternehmen nahezu alle Märkte wie z.B. Medizintechnik, Forschung, Industrieautomation, Militärtechnik, Avionik, Transportwesen oder Telekommunikation.

#### Referenzprojekte sorgen für Entwicklungsschübe

Im Bereich der Gehäuse wurde die iD-Box 16 zuletzt mit dem renommierten Red Dot Design Award ausgezeichnet. Mit Anwendungsbeispielen wie z.B. dem Radio-Downlink für die Internationale Raumstation (ISS) oder Beiträgen zu Forschungseinrichtungen wie CERN oder DESY durchstößt Elma regelmäßig die Grenzbereiche des technisch Machbaren. Die Erkenntnisse aus solchen Herausforderun-

gen fließen sofort in die Serienfertigung mit ein. Dieses Know-how ist es, was Elma-Produkte immer noch ein paar entscheidende Prozent besser macht.

#### Nützliche Dienstleistungen im Angebot

Elma versteht sich dabei als Berater und Partner der Kunden. Der Kunde kann sich in jeder Fertigungsstufe auf zahlreiche Dienstleistungen verlassen, die seinen Projekterfolg sicherstellen. Dank eines Teams erfahrener Systemintegrationsingenieure bietet Elma voll integrierte und startbereite Hard- und Software an. Der Prozess der Systemintegration beginnt dabei bereits lange bevor das Systemkonzept fertig vorliegt. Die Integrationsexperten begleiten den gesamten Entwicklungsprozess, sobald die Spezifikation eintrifft und die Umgebungsbedingungen geklärt sind. Diese Vorgehensweise ermöglicht z.B. ein optimales Kühlkonzept und stellt sicher, dass das System auch unter Volllast das komplette Leistungsvermögen bereitstellen kann.

#### Technologische Schwerpunkte

Das Technologiespektrum umfasst die aktuellen Embedded-Computing-Technologien wie z.B. COM Express, SMARC, ITX oder EPIC sowie im 19"-Bereich alle PICMG- und VITA-Spezifikationen.



Elma bietet „Embedded Computing mit Herz und Verstand“



### Firmenbeschreibung

EMCC DR. RAŠEK ist in den Bereichen EMV, Funk, elektrische Sicherheit und Umweltsimulation seit 40 Jahren ein unabhängiger, international führender Anbieter. In unseren Innovationszentren führen wir für unsere weltweiten Kunden Beratungen, Laborprüfungen sowie internationales Zertifizierungs- und Zulassungsmanagement durch.

An unseren Standorten Moggast und Unterleinleiter arbeiten hochqualifizierte Experten, die mit ihrem Know-how dafür sorgen, dass wir unseren Kunden Fachkompetenz, Flexibilität, Kontinuität und Stabilität bieten.

### Unsere Zielmärkte

Automobilindustrie, Luft- und Raumfahrt, Verteidigung, Medizintechnik, Unterhaltungselektronik, Industrieelektronik, Eisenbahnindustrie, Telekommunikation etc.

### Wir bieten unseren Kunden:

- höchste Qualität durch hochqualifizierte Mitarbeiter und den Einsatz modernster Technologien
- Tests, die individuell auf die Bedürfnisse unserer Kunden zugeschnitten sind
- Ein breites Leistungsportfolio, das Lösungen aus einer Hand präsentiert
- Unabhängigkeit



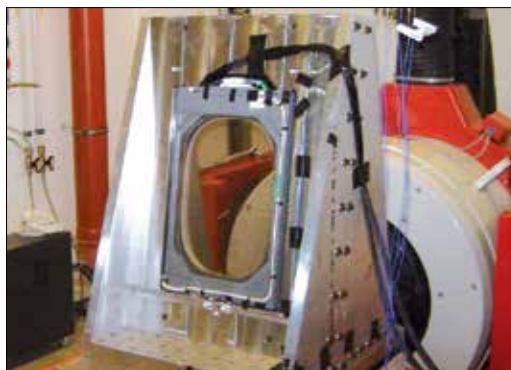
EMV-Messungen in Absorberhalle mit 10 m Messabstand

### Prüfungen nach allen Anforderungen

EMCC DR. RAŠEK prüft nach allen nationalen und internationalen EMV-Normen im Frequenzbereich von 0 Hz bis 325 GHz sowie nach vielen Umwelt- und Sicherheitsnormen. Unsere Akkreditierungen und Anerkennungen durch renommierte internationale Organisationen, darunter A2LA, FCC (USA) und VCCI (Japan), umfassen circa 3000 Normen. Darüber hinaus entwickelt EMCC DR. RAŠEK Prüftechnologien für innovative Anforderungen.

### Die Firmen der EMCC Gruppe bieten folgende Leistungen an:

- EMCCons DR. RAŠEK GmbH & Co. KG: Beratung, Modifikationen, F&E und Prüfdienstleistungen in allen Bereichen der EMV, EMI, EMS, LEMP, NEMP, HERF, HIRE, HPM, Funk, Telekommunikation, Umweltsimulation und elektrische Sicherheit. Dabei prüfen wir nach zahlreichen Normen und Standards wie z.B. AIRBUS, ANSI, AS/NZS, BOEING, CAN/CSA, CISPR, DaimlerChrysler, EFA, EN, ETSI, EUROCAE, FCC, Ford, GAM, GMW, ICES, IEC, ISO, MIL-STD, RSS, RTCA, SAE, VG etc.
- EMCCert DR. RAŠEK GmbH: weltweite Produktzertifizierungen als Europäischer Notified Body sowie CAB, TCB für Kanada, USA und Japan, internationales Zulassungsmanagement
- EMCComp DR. RAŠEK GmbH: Herstellung und Vertrieb von Prüfgeneratoren



Vibrations- und Schockprüfung



„Seit 40 Jahren arbeiten und leben wir nach dem Motto: Pioniere für den Fortschritt! Wir stehen für Qualität, Unabhängigkeit und Innovation!“

Dr.-Ing. Andreas Abach,  
Geschäftsführer

**Ingenieurbüro DR. RAŠEK**  
Gegründet 1977

**EMCCons GmbH & Co. KG**  
Gegründet 1982

**EMCComp GmbH**  
Gegründet 1987

**EMCCert GmbH**  
Gegründet 2004

**Standorte**  
Moggast und Unterleinleiter,  
Bayern

**Akkreditiert und anerkannt nach**  
DIN EN ISO/IEC 17025:2005,  
A2LA, FCC (USA), VCCI (Japan)

**Ausstattung**  
Mehrere Hektar Betriebsflächen, Freifeldmessplätze bis 300 m Messdistanz, Antennenkalibrierfeld, EMCC-Untergrundlabor, EMCC-Trapezabsorberhalle, mehr als 15 Schirmräume, GTEM- und TEM-Zellen, Triplates, mehrere Mode-Stirrer-/Reverberation-Hallen, MS-/NS-Trafostationen 630 kVA/50 Hz, DC-, 60-Hz- und 400-Hz-Generatorsysteme, 3.000 Messgeräte (z.B. 0 Hz bis 325 GHz), Umfangreiche Umwelt- und Sicherheits-Prüfeinrichtungen, Mobile Prüflaboratorien

**Kontakt**  
EMCC DR. RAŠEK  
Dr.-Ing. Andreas Abach  
Boelwiese 8  
91320 Ebermannstadt, Germany  
T +49/9194/7262-0  
F +49/9194/7262-199  
info@emcc.de  
www.emcc.de



„IT-Security ist Vertrauenssache – Partnerschaften bauen hier auf gewachsenem Vertrauen und gemeinsamen Werten auf.“

Friedhelm Pickhard, Vorsitzender der Geschäftsführung der ETAS GmbH

#### Mitarbeiter

über 1.000 weltweit

#### Portfolio

Innovative Lösungen zur Entwicklung von Embedded Systemen für die Automobilindustrie sowie benachbarte Bereiche der Embedded Industrie.

#### Hauptsitz

Stuttgart, Deutschland

#### Tochter- und Vertriebsgesellschaften

Brasilien, China, Frankreich, Großbritannien, Indien, Italien, Japan, Kanada, Schweden, Südkorea, USA

#### Kontakt

ETAS GmbH  
Borsigstraße 14  
70469 Stuttgart, Germany  
T +49/711/3423-0  
sales.de@etas.com  
www.etas.com

#### Firmenbeschreibung

Wir stehen für innovative Lösungen zur Entwicklung von Embedded Systemen für die Automobilindustrie und verwandte Branchen. Als Systemanbieter verfügen wir über ein Portfolio von durchgängigen Tools und Werkzeuglösungen bis hin zu Engineering-Dienstleistungen, Consulting, Training und Support. Sicherheitslösungen im Bereich Embedded Systeme bieten wir über unsere Tochtergesellschaft ESCRYPT an.

#### International präsent

ETAS ist inzwischen mit mehr als 1.000 Mitarbeitern in 12 Ländern in Europa, Asien sowie Nord- und Südamerika präsent. Unser internationales Netzwerk bauen wir kontinuierlich aus.

#### Unsere Kunden

Unsere Kunden repräsentieren einen Querschnitt der globalen Automobilindustrie und verwandter Branchen. Zu ihnen zählen Fahrzeughersteller, Automobilzulieferer, Steuergeräteelieferanten sowie Engineering-Dienstleister.

#### Herausforderungen des Marktes – Lösungen von ETAS

Die Automobilindustrie befindet sich in einem starken Wandel. Energieeffiziente, neue Fahrzeug-

antriebe, (teil-)autonomes Fahren, Digitalisierung und Vernetzung. Die Liste der Innovationen war noch nie so lang. Die Schlüsseltechnologien heißen Elektronik und Software. Hier sind wir bei ETAS vorne mit dabei. Mit Expertenwissen und den richtigen Werkzeugen ermöglichen wir die Entwicklung sicherheitsrelevanter Software. Unsere Lösungen sind bei allen Schritten der Entwicklung von Embedded Software zu finden. ETAS-Werkzeuge sind offen, skalierbar, flexibel und basieren auf Standards. Sie können einfach in vorhandene Werkzeug- und Prozessumgebungen integriert werden.

Die zunehmende Vernetzung der Fahrzeugelektronik muss geschützt werden, um deren Kommunikation vor unerlaubtem Zugriff zu bewahren. Die ETAS-Tochtergesellschaft ESCRYPT bietet umfangreiche Sicherheitslösungen, die helfen, Angriffe auf Embedded Softwaresysteme abzuwehren.

#### Portfolioerweiterung

Ergänzt wird unser Produktangebot durch Engineering-Dienstleistungen und Consulting Services. Abgerundet wird das Portfolio durch Schulungen für den optimalen Einsatz unserer Tools in der Praxis und Premium-Kundenservice.



ETAS-Hauptsitz in Stuttgart



Innovative Lösungen zur Entwicklung von Embedded Systemen



kühlen schützen verbinden

### Firmenbeschreibung

Fischer Elektronik ist seit 1968 ein vielseitiger und flexibler Hersteller von mechanischen Elektronikkomponenten am Standort Deutschland. Man beschäftigt am Hauptsitz in Lüdenscheid in Nordrhein-Westfalen und in den Verkaufsbüros mehr als 400 Mitarbeiter, denen hochmoderne Produktionsanlagen, Betriebsmittel und Verwaltungstools zur Verfügung stehen. Mit eigenen Verkaufsbüros in Österreich, der tschechischen Republik sowie der Slowakei sichert Fischer Elektronik den Zugang in neue Märkte im Osten Europas. Langjährige Vertriebspartner im In- und Ausland ermöglichen es die Produkte weltweit in mehr als 90 Länder zu verkaufen. Namhafte Branchen- und Marktführer haben Fischer Elektronik Produkte eindesigned. Mit mehr als 17.000 Kunden der Elektro- und Elektronikindustrie ist Fischer Elektronik eine echte Brand für mechanische Elektronikkomponenten, die auch in den Katalogen der wichtigsten international tätigen Katalogdistributoren zu finden ist. Das Herstellungsprogramm umfasst Kühlkörper und Systeme für die Halbleiterentwärmung, Steckverbindungen rund um die Leiterplatte sowie ein komplettes 19" Aufbausystem und systemunabhängige Gehäuselösungen. Die Varianz der Standardartikel unter Berücksichtigung ver-

schiedener Oberflächen, Polzahlen und Längen beträgt weit mehr als 75.000 Einzelartikel, die man in dem am Markt bekannten dreiteiligen Produktkatalog wiederfindet. Durch frühe Beteiligungen an Forschungsprojekten und in Entwicklungsverbänden steht man in der ersten Reihe bei Kunden aus den Gebieten erneuerbare Energien, LED-Lighting und Brennstoffzellen. Die Stärke des Unternehmens liegt zum einen in der Vorhaltung eines Lagers für mehr als 650 verschiedene Aluminium-Kühlkörperprofile. Eigens hierfür hat man antizyklisch im Krisenjahr 2009 in ein rund 3.200 Tonnen fassendes Hochregal-Wabenlager investiert. Zum anderen besteht die Möglichkeit, aus den Standards spezielle, kundenspezifisch bearbeitete Lösungen generieren zu können, die in puncto Stückzahl, Qualität und Preis den hohen Kundenanforderungen entsprechen. Ein hohes Maß an Qualitäts- und Umweltbewusstsein sowie die Fokussierung auf die Wünsche und Belange der Kunden gehören zur Unternehmensphilosophie. Der Zertifizierungsstand nach ISO 9001, ISO 14001, ISO 27001 und AEO-C zeugen hiervon. Um auch weiterhin im nationalen und internationalen Kontext erfolgreich agieren zu können, wurde das komplette Unternehmen 2014 auf SAP umgestellt.



Verschiedenartige Aluminiumkühlkörper liefern effiziente Entwärmungsmöglichkeiten



Individuelle gestaltbare Bonded-Fin Kühlkörper besonders für die forcierte Entwärmung



*„Unsere Kunden erleben eine schnelle, flexible und qualifizierte Bearbeitung all ihrer Anforderungen, Fragen und Wünsche.“*

*Thomas Fischer, Geschäftsführer*

### Produkte

- Kühlkörper und Systeme zur Halbleiterentwärmung
- Boardlevel-Steckverbinder
- 19"-Technik
- Gehäuse

### Märkte Elektronikhersteller aller Branchen

- OEM
- CEM
- Handel Deutschland, Europa und Übersee

### Hauptdifferenzierung

- kundenspezifische Lösungen
- flexible Fertigung
- hohe Produktvarianz
- hohe Fertigungstiefe
- Beratungskompetenz

### Zertifizierungsstand

- ISO 9001
- ISO 14001
- ISO 27001
- AEO-C

### Kontakt

Fischer Elektronik  
GmbH & Co. KG  
Nottebohmstraße 28  
58511 Lüdenscheid, Germany  
T +49/2351/4350  
F +49/2351/45754  
info@fischerelektronik.de  
www.fischerelektronik.de



„Unsere enorme Produktionstiefe ermöglicht es uns, sehr individuelle Lösungen zu realisieren.“

Dr. Thomas Ebel,  
Geschäftsführer FTCAP GmbH

- Gegründet 1948 in Husum
- Zu 100 Prozent im Familienbesitz
- Produktion von Aluminium-Elektrolyt- und Filmkondensatoren
- Zertifiziert nach DIN EN ISO 9001:2008, DIN EN 60252-2 (VDE 0560-82):2014-07; EN 60252-2:2011/A1:2013; VDE IEC 60252-2(ed.2); am1; DIN EN 60252-1 (VDE-0560-8):2014-07; EN 60252-1:2011/A1:2013; VDE IEC 60252-1(ed.2)am1
- Fokus auf individuelle Sonderanfertigungen
- 2004 Akquisition von Leclanché Capacitors/Schweiz
- Umsatz 2015: 16 Mio. Euro
- 152 Mitarbeiter in Husum + 20 Mitarbeiter in der Schweiz
- Fertigung ausschließlich in Deutschland bzw. in der Schweiz

#### Kontakt

FTCAP GmbH  
Herr Dr. Thomas Ebel  
Carl-Benz-Straße 1  
25813 Husum, Germany  
T +49/4841/8957-0  
F +49/4841/8957-45  
info@ftcap.de  
www.ftcap.de

#### Firmenbeschreibung

FTCAP Fischer und Tausche Capacitors aus Husum verfügt über mehr als 65 Jahre Erfahrung in der Entwicklung und Produktion von Kondensatoren, die in den unterschiedlichsten Branchen Verwendung finden. Zum Sortiment gehören sowohl Film- als auch Aluminium-Elektrolyt-Kondensatoren; als einer der letzten Hersteller fertigt FTCAP alle seine Produkte in Deutschland. Abgesehen von Standard-Kondensatoren bieten die Husumer auch Sonderanfertigungen für schwierige Anwendungen: Gemeinsam und in enger Abstimmung mit den Kunden realisieren die Experten komplexe individuelle Lösungen.

Gegründet wurde das Familienunternehmen 1948 von Heinz Fischer und Alfred Tausche. Damals war die Nachfrage nach Kondensatoren noch vergleichsweise gering. Die beiden Gründer kauften ein Gelände und investierten Geld in moderne Produktionsanlagen, die seitdem laufend modernisiert und verbessert wurden. Die Fertigung von

Kondensatoren ist teilweise mit Handarbeit verbunden, gleichzeitig nutzt FTCAP hochmoderne Technik wie z.B. das Laserschweißen. Mittlerweile sind auch die Enkel der einstigen Gründer im Unternehmen aktiv.

Das Unternehmen hat sich auf kundenspezifische Maßanfertigungen spezialisiert und kann auch in Sonderfällen weiterhelfen – nicht zuletzt dank eines eigenen Sondermaschinenbaus. Egal ob besonders rüttelfeste Kondensatoren für Bahnanwendungen, Systeme mit einer besonders hohen Energiedichte für IPL-Geräte oder besonders temperaturbeständige Kondensatoren: Die Husumer sind um keine Lösung verlegen. Die Entscheidung „Aluminiumelektrolyt- oder Filmkondensatoren“ muss bei FTCAP übrigens kein Kunde alleine treffen. „Nachdem wir beide Bauformen im Programm haben, können wir ganz unabhängig beraten“, so FTCAP-Geschäftsführer Dr. Thomas Ebel. „Gemeinsam finden wir immer den richtigen Kondensator für die vorliegende Herausforderung.“



Besonders niederinduktiv: Der FischerLink



Firmenzentrale von FTCAP in Husum



### Firmenbeschreibung

Fuji Electric Europe GmbH beliefert seit über 30 Jahren erfolgreich den europäischen Markt mit Leistungshalbleitern für Energieumwandlungssysteme. Die hervorragende Reputation im Markt ist auf die herausragende Qualität und elektrische Performance in Verbindung mit dem neusten Stand der Leistungshalbleitertechnik zurückzuführen. Die innovativen Produkte von Fuji Electric erzielen eine hohe Wertschöpfung, hervorragende Umweltfreundlichkeit, sowie Energie mit maximalem effizientem Nutzen. Dadurch kann Fuji Electric weltweit in den Bereichen der sozialen und industriellen Infrastruktur einen nachhaltigen Beitrag leisten.

### Anwendungsportfolio

Ursprünglich waren die Haupteinsatzgebiete der Leistungshalbleiter von Fuji Electric in der elektrischen Antriebstechnik (Frequenzumrichter, Servo-Antriebe) sowie unterbrechungsfreien Stromversorgung (USV). Basierend auf diesen Anwendungen entstand der Grundbaustein für hervorragende Qualität, hohe Zuverlässigkeit und Implementierung neuester Technologien.



Europazentrale der Fuji Electric Europe GmbH in Offenbach

Die wachsende Technologieentwicklung fordert immer neue technische und effiziente Lösungen mit langer Lebensdauer. Deshalb hat es sich Fuji Electric zur Aufgabe gemacht ihr Anwendungsportfolio auf diese Entwicklung stetig anzupassen und umfasst heute neue Einsatzmöglichkeiten wie: Erneuerbare Energien, Hybrid-/Elektro-Mobilität, Energieversorgung und -verteilung (Smart Grid), Traktion, etc.. Unsere hochmodernen Produktionsstandorte und Lagerstandorte gestatten es, die weltweit zunehmende Kundenanzahl mit Leistungshalbleitern zu versorgen. Dies ermöglicht eine flexible Verfügbarkeit unserer Produkte und ein exzellentes Preis-Leistungs-Verhältnis. Die 6. IGBT-Generation von Fuji Electric ist am Markt etabliert und wird nun allmählich von der 7. IGBT-Generation (X-Serie) abgelöst. Die neuen Produkte können existierende, aufgrund ihrer elektrischen und mechanischen Kompatibilität, ersetzen und die Energieverluste reduzieren. Darüber hinaus hebt sich die neue Produktgeneration durch ihre kompakte Bauweise hervor und bietet eine erhöhte Leistungsbandbreite von 10 bis 3600 A Ausgangsstrom bei Sperrspannungen von 600 bis 3300 V.



Fuji Electric IGBT Module



*„Innovative Produkte für hohe Energieeffizienz mit Fokus auf Qualität, Service & individuelle Lösung!“*

*Christian Koch, Head of Industrial Sales – EMEA, Power Semiconductor Div.*

### Gründungsjahr

1984

### Mitarbeiter

35

### Produkte und Leistungen

- Innovative Leistungselektronik
- IGBT-Module, Mosfets, SiC, Schottky Dioden
- Kundenspezifische Lösungen
- Hohe Verfügbarkeit
- Globaler Logistik-Service
- Applikationsunterstützung von A bis Z
- Exzellente Zuverlässigkeit

### Zertifizierungsstand

- ISO/TS16949
- ISO 9001

### Kontakt

Fuji Electric Europe GmbH  
 Christian Koch  
 Goethering 58  
 63067 Offenbach am Main, Germany  
 T +49/69/669029-0  
 F +49/69/669029-56  
 info.semi@fujielectric-europe.com  
 www.fujielectric-europe.com





„Fujitsu bietet seinen Kunden ein Full-Service Paket in EMS direkt aus dem bayerischen Augsburg an.“

Head of Production, Quality Management and External Services

#### Firmensitz

München

#### Gründung

2009

#### Mitarbeiter

1.842

#### Umsatz

2,7 Mrd Euro

#### Hauptbranchen

- Industrie
- Telekommunikation
- Medizin
- Automotive
- U.v.m.

#### Zertifizierung

- DIN EN 9001
- DIN EN ISO 14001
- DIN EN ISO 50001
- OHRIS

#### EMS Dienstleistungen auf einen Blick

- Beratung
- Hard- & Softwareentwicklung
- Test- & Produktzulassung
- Fujitsu Einkaufsnetzwerk
- Elektronikfertigung und Systemassemblierung
- Verpackungs- und Logistikdienstleistungen
- Qualitätsmanagement

#### Kontakt

Fujitsu Technology  
Raimund Landsbeck  
Bürgermeister-Ulrich-Straße 100  
86199 Augsburg, Germany  
T +49/821/804-0  
ems@ts.fujitsu.com  
www.fujitsu.com/de/ems

#### Firmenbeschreibung

Fujitsu zählt zu den international bedeutendsten Anbietern von Informations- und Telekommunikations-basierten Geschäftslösungen. Dabei ist Fujitsu der einzige IT-Konzern, der auch in Europa produziert. Die Produktion im bayerischen Augsburg ist das modernste Computerwerk Europas. Hier verbinden sich Ingenieursleistungen der Spitzenklasse und höchste Qualitätsansprüche aus Deutschland und Japan. Für die Kunden resultieren die Vorteile des Standortes in der Fertigungs- und Entwicklungskompetenz aus einer Hand, kurzen Wegen und schnellen Reaktionszeiten gepaart mit herausragender Qualität, umweltverträglicher Produktion, fairen Arbeitsbedingungen und höchster Effizienz in der Umsetzung von Kundenprojekten.

Neben dem IT-Produkt- und Serviceportfolio bietet die Fujitsu Technology Solutions GmbH in Augsburg auch OEM Systemboards und Fertigungsdienstleistungen (Electronic Manufacturing Services) an. Das Portfolio der Systemboards be-

steht aus den Serien „Classic Desktop“, „Extended Lifecycle“, sowie „Industrie“ Mainboards. Die EMS-Dienstleistungen umfassen Entwicklung und Design, Einkaufsdienstleistungen, Elektronikfertigung und Systemassemblierung, Integrationsleistungen und Software-Load, Logistik sowie ergänzende kundenspezifische Lösungen und Recycling. Durch die zentrale Lage des Standortes Augsburg mit bester Erreichbarkeit für die Zielmärkte Deutschland, Österreich und die Schweiz sowie durch die Anbindung des Weltmarktes über die Fujitsu Logistik erhalten die Kunden Qualität „Made in Germany“ wo immer sie es wünschen. Die Electronic Manufacturing Services zeichnen sich zudem vor allem durch die hohe Flexibilität des Standortes aus. In Augsburg wird in unterschiedlichsten Losgrößen von der kleinen Steckkarte bis zum großen Server-Board, vom Notebook bis hin zum 19-Zoll-Racksystem gefertigt und assembliert. Im hauseigenen, nach ISO/IEC 17025 akkreditierten Testlabor werden normenbezogene Prüfdienstleistungen und Produktzulassungen für weltweite Märkte erbracht.



Blick in die Mainboardproduktion



Blick in die Systemfertigung

# GARZ & FRICKE

## Firmenbeschreibung

Die Garz & Fricke GmbH ist ein mittelständisches, 1992 gegründetes Unternehmen, das bis heute seine Embedded Hard- und Softwarelösungen für das industrielle IoT ausschließlich am heimischen Standort Hamburg entwickelt und produziert. Kunden sind OEMs und Systemintegratoren, die vorwiegend aus den Branchen, Zigaretten- und Verkaufsautomaten (Vending), Gastronomieelektronik, Sicherheitstechnik/ Security, Medizin- und Labortechnik, Digital Signage, Industrie-Automation sowie Transportation stammen und die hohe Fertigungstiefe zu schätzen wissen.

„Made in Germany“ bedeutet für Garz & Fricke nicht nur die lokale Integration von Endprodukten, sondern die eigene Entwicklung und Produktion der gesamten Elektronik unter einem Dach - von der ersten Idee bis hin zum industriellen Serienprodukt.

Garz & Fricke ist mit Vending (& Telemetrie) und Embedded Systems in zwei Geschäftsbereichen organisiert, welche die Ressourcen gemeinsam nutzen.

## Der Geschäftsbereich Embedded Systems

Hier reicht das Angebot von Einzelkomponenten wie Touches und Displays über ARM-basierte SBCs bis hin zu nahtlos integrierten HMI-Systemen. Die Komplettlösungen mit Funktions- und Bedienelektronik, Software und Gehäuse werden

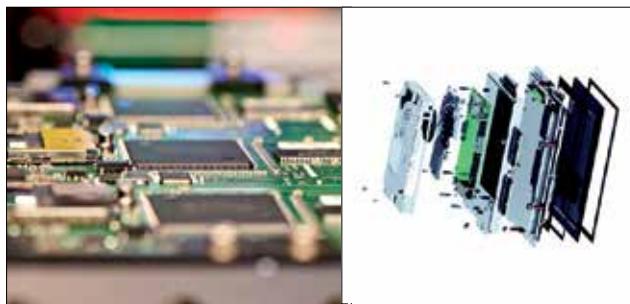
entweder kostengünstig auf Basis individuell angepasster Standardlösungen (Baukastensystem) konfektioniert oder bei Bedarf auch völlig neu designed.

Alle technischen und vertrieblichen Ressourcen sind einschließlich des Kundenservices auf ca. 3000 m<sup>2</sup> am Standort Hamburg gebündelt. Daher können die Kunden immer komplett aus einer Hand betreut werden, von der Entwicklung des Lastenheftes über Prototypenbau, Serienfertigung bis hin zum Kundendienst. Dies erlaubt kurze Bearbeitungszeiten bei gleichzeitig höchster Qualität.

Die einbaufertigen HMIs (SBC plus Touchdisplay und Gehäuse vormontiert) werden sowohl für die Montage von der Innenseite (Rear Mount) - als auch für den Einbau von vorne in einen Ausschnitt der Gehäusefront (Panel Mount) angeboten. Oder benötigen Sie eine nahtlose bzw. flächenbündige Integration in Ihr Endgerät, weil eine problemlose Reinigung wie z.B. in der Gastronomie oder bei Medizin-Geräten erforderlich ist? Dazu bietet das Unternehmen die Komplettsysteme auch in Flush Mount Ausführung an. Touches sind in verschiedenen Technologien erhältlich, inkl. der passenden Deck- und Schutzgläser. Egal welche Variante - alle Komplettlösungen ermöglichen eine besonders schnelle und problemlose Montage. Die Produkte werden exakt so designed, dass sie den Anforderungen verschiedener Zielgruppen aus dem industriellen Umfeld entsprechen.



Das aktuelle Headquarter in Hamburg



Vom SBC bis zum voll konfektionierten HMI-System - alles aus einer Hand



„Komplette HMI Lösungen, ready-to-run geliefert - für eine schnelle Markteinführung Ihrer Produkte.“

Manfred Garz, Geschäftsführer,  
Leiter Embedded Systems,  
Garz & Fricke GmbH

Gründungsjahr: 1992  
Mitarbeiter: 125  
Firmensitz: Hamburg und  
Vertriebsbüro Bad Camberg

## Zertifizierungsstand

- ISO 9001:2008
- ISO 13485:2003 + AC:2009

## Geschäftsbereiche

- Embedded Systems (32- und 64 Bit)
- Vending & Telemetrie

## Leistungen (Embedded Systems)

- OEM Anbieter für Single-board-computer und HMI Serien mit (Touch-) Display
- Fokus auf ARM basierten Technologien
- Hard- und Software (Auslieferung mit vorinstalliertem Betriebssystem)
- Linux, Android, Windows Embedded Compact
- Kundenspezifische Lösungen
- In-House Produktion made in Germany

## Vertrieb

D-A-CH (Direktvertrieb), Europa und Übersee (Sales Partner)

## Kontakt

Garz & Fricke GmbH  
Ansprechpartner Marketing:  
Daniel Piper  
Tempowerkring 2  
21079 Hamburg, Germany  
T +49/40/7918993-0  
F +49/40/7918993-9  
info@garz-fricke.com  
www.garz-fricke.com



„HARTING begleitet Kunden auf dem Weg zur Industrie 4.0 – mit maßgeschneiderten, höchst leistungsfähigen und modularen Lösungen.“

Philip F. W. Harting, Vorstandsvorsitzender und Gesellschafter der HARTING Technologiegruppe

#### HARTING Technologiegruppe

- Produzent und Anbieter leistungsfähiger Verbindungs- und Netzwerktechnik
- Seit 1979 konsequente Internationalisierung, weltweit 43 Vertriebsgesellschaften und Vertretungen
- 13 Produktionsstätten in Deutschland, den Niederlanden, Frankreich, Großbritannien, Rumänien, Russland, USA, China, Indien und der Schweiz
- Optimale Lösungen durch konsequente Kundenorientierung und Vernetzung aller Bereiche

#### Kennzahlen für 2014/2015

- Umsatz: 567 Millionen €
- 4.228 Mitarbeitende, darunter mehr als 700 Ingenieure und Naturwissenschaftler (Stand 30.09.2015)

#### Kontakt

HARTING KGaA  
 Marienwerderstraße 3  
 32339 Espelkamp, Germany  
 T +49/05772/47-0  
 info@HARTING.com  
 www.harting.com

#### Firmenbeschreibung

Die HARTING Technologiegruppe mit Sitz im ostwestfälischen Espelkamp ist ein weltweit agierender Hersteller von Verbindungstechnik. Das Unternehmen bietet ein breites Spektrum an Lösungen für die Übertragung von Daten, Signalen und Leistung im industriellen Umfeld.

Mit ihren Kompetenzen in den Bereichen Industriesteckverbinder, Geräteanschlussstechnik, Intelligente Netzwerke und Montagetechnik produziert und vertreibt die Technologiegruppe sowohl standardisierte Produkte als auch kundenspezifische Lösungen für die Lebensadern der Industrie.

Das Portfolio reicht von individuellen und standardisierten Steckverbindern und Geräteanschlussstechnik über einzelne Netzwerkkomponenten bis hin zu komplett vorstrukturierten Versorgungs- und Installationskonzepten inklusive Kabelkonfektionierung. Veranschaulicht im Dreiklang – Installation Technology, Device Connectivity und Smart Network Infrastructure – verfolgen alle HARTING Lösungen immer ein klares Ziel: den Nutzen in der Anwendung!

HARTING Produkte vernetzen Geräte, Maschinen und Anlagen, indem sie Daten, elektrische und op-

tische Signale, Leistung sowie Druckluft übertragen. Dadurch entstehen Lösungen u.a. für die Märkte Maschinenbau, Automatisierungstechnik und Industrielle IT, Verkehrstechnik, Energieerzeugung und -verteilung, Lebensmittel- und Einzelhandel sowie Automotive.

HARTING ist Technologie- und Marktführer bei schweren Industriesteckverbindern. Darüber hinaus ist das Unternehmen Partner der Industrie in der Gestaltung der Infrastruktur entsprechend den Erfordernissen der Industrie 4.0. Als thematisch breit gefächerte Gruppe mit jahrzehntelanger Markterfahrung verfügt HARTING über das nötige Know-how, um alle erforderlichen Prüfungen und Labortests für neue Produkte und Applikationen nach modernsten Standards durchzuführen. Dazu steht das HARTING Qualitäts- und Technologiecenter (HQT) zur Verfügung, in dem an neuen Technologien geforscht wird und in dem elektrotechnische Qualitätsprodukte und Lösungen für die Welt von Morgen entwickelt werden.

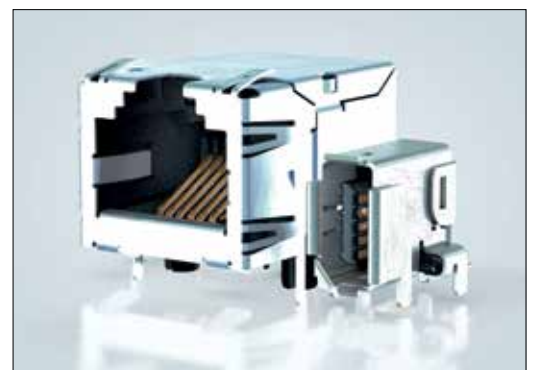
Das Familienunternehmen beschäftigt in seinen 13 Produktionsstätten, den zentralen Unternehmenseinheiten sowie 43 Vertriebsgesellschaften weltweit rund 4.300 Mitarbeitende.



Pushing Performance



Ethernet-Netzwerke im modularen Industriesteckverbinder erweitern: der Han-Modular® Switch US4



Miniaturisierung: Buchse des ix Industrial (r.) im Vergleich zu der des RJ45 – die Leistungsfähigkeit ist gleich.



### Firmenbeschreibung

Seit 1992 ist die INSYS icom bewährter Technologiepartner in der professionellen Datenkommunikation für M2M (machine-to-machine) und IoT (internet-of-things). Das Portfolio ermöglicht es den Kunden, ihre Anwendungen zu verbinden, wo und wann auch immer dies nötig ist – zuverlässig, bedienerfreundlich und sicher. Hierfür bietet INSYS icom Komponenten wie Router, SIM-Konnektivität, VPN und Apps an, um sich mit Leitständen, Clouds, Web-Services und anderen Zielen zu verbinden. Auch für kundenspezifische Projekte ist INSYS icom ein erfahrener Partner. Das gesamte Wissen bei Hardware, Software und Applikationen stammt aus dem eigenen Haus, begleitet von einem kompetenten Support und engen Partnerschaften mit führenden Technologie-, Service- und Vertriebspartnern. INSYS icom beliefert Kunden verschiedenster Industrien, unter anderem aus der Energie-Automatisierung, dem Maschinen- und Anlagenbau, bei Wasser/Abwasser und der Gebäudeautomatisierung. Systemintegratoren, Automatisierungsprofis und auch die Öffentliche Hand nut-

zen INSYS icom Lösungen, um Anwendungen wie Fernwartung, Fernzugriff, Zustandsüberwachung, IT-Sicherheitsmonitoring oder Datenverarbeitung zu realisieren.

### Sichere Kommunikation mit Smart Devices

Die modernen Router von INSYS icom ermöglichen aber nicht nur einen sicheren Datentransfer und Fernzugriff sowie parallel ein professionelles Condition Monitoring. Sie integrieren auch eine virtuelle Linux-Umgebung zum Ausführen von Skripten und Programmen und werden daher Smart Devices genannt. Dank dieser Rechenleistung zwischen Datenquelle und Cloud lassen sich Anwendungsdaten direkt auf dem Router erfassen, verarbeiten, speichern und auf einem Dashboard visualisieren. Außerdem können Networking-Anwendungen wie DHCP oder DNS realisiert und bisher benötigte Hardware wie Steuerungen platz- und kostensparend virtualisiert werden. Auch die Anbindung an Cloud-Services oder kundenindividuelle Infrastrukturen ist mit dem vielfältigen Leistungsspektrum von INSYS icom möglich.



*„Wir bieten sichere, zuverlässige und innovative Lösungen, die Edge- und Cloud-Computing ermöglichen!“*

Markus Meyer, Leiter Vertrieb und Marketing, INSYS icom

### INSYS icom

Marke der INSYS  
MICROELECTRONICS GmbH

### Mitarbeiterzahl

56

### Gründung

1992

### Vorjahresumsatz

9,1 Mio. Euro



Professionelle Kommunikationslösungen mit Edge- und Cloud-Computing von INSYS icom.

### Kontakt

INSYS icom  
Hermann-Köhl-Straße 22  
93049 Regensburg, Germany  
T +49/941/58692-0  
F +49/941/58692-45  
info@insys-icom.de  
www.insys-icom.de

„Quality – Efficiency –  
Innovation &  
First-Class Service.“

Udo Reinhold, Geschäftsführer

#### Produktschwerpunkte:

- SMD-LEDs
- SMD-Displays
- Through-hole LEDs
- Through-hole Displays
- Lightbars
- PCB Indicators
- IR LEDs und Fototransistors
- Photocouplers & Photo Interrupters

#### Firmenbeschreibung

Kingbright ist seit nunmehr 36 Jahren einer der führenden Hersteller von LED Produkten in höchster Güte! Kingbright produziert in seinem Produktionswerk in Shenzhen (China) eine große Auswahl innovativer LED Produkte. Namhafte Hersteller aus aller Welt verlassen sich seit Jahrzehnten auf Kingbright's hochentwickeltes Know-how und Innovationskraft.

Kingbright Electronic Europe GmbH mit Sitz in 47661 Issum wurde im Jahr 2001 für den Vertrieb von Kingbright Produkten in Europa gegründet. Im Jahr 2003 wurde ein Vertriebsbüro in F-92150 Suresnes (Paris) eröffnet. Über dieses Verkaufsbüro werden Kunden sowohl in Frankreich als auch in Spanien und Portugal betreut. Das Team

**Kingbright**  
Kingbright Electronic Europe GmbH

von Kingbright Europe verfügt über langjährige Erfahrung im LED Markt und steht für erstklassigen Service und kompetente technische Beratung. Kingbright Electronic Europe GmbH unterhält ein gut sortiertes Lager, um seinen europaweiten Kunden in der Industrie und im Handel eine prompte und zuverlässige Belieferung zu garantieren.



Kingbright Sitz in Frankreich



Kingbright Hauptsitz in Deutschland

#### Kontakt

Kingbright Electronic Europe  
GmbH  
Udo Reinhold  
47661 Issum, Germany  
T +49/2835/4446-0  
F +49/2835/4446-29  
info@kingbright-europe.de  
www.kingbright-europe.de



Always reliable. Always ahead.

### Reliable Embedded Computing for a World in Motion

Seit der Firmengründung im Jahr 1982 liegt der Schwerpunkt bei MEN Mikro Elektronik auf der Entwicklung und Fertigung innovativer, zuverlässiger und flexibler Lösungen auf höchstem technologischem Niveau – sowohl auf Standardbasis als auch kundenspezifisch. Das Unternehmen bietet – mit nahezu 300 Mitarbeitern – ein solides Programm an äußerst zuverlässigen Embedded-Standardbaugruppen und -geräten, die typischerweise in industriellen und sicherheitskritischen Anwendungen mit extremen Umweltbedingungen zu finden sind.

Bei individuellen Anforderungen, beginnend mit der Entwicklung über das Design-In und darüber hinaus, steht MEN seinen Kunden mit Beratung und Unterstützung ebenso zur Seite wie mit dem Design, der Konfiguration und der Umweltqualifikation von Systemen im Einklang mit den Marktnormen.

Die Kernkompetenzen des Unternehmens umfassen x86- und RISC-Prozessorarchitekturen, Richtlinien für die Entwicklung sicherer Anwendungen, das

Design analoger I/O, FPGA-Technologie sowie Windows, Linux und Echtzeit-Betriebssysteme. Als ergänzendes Know-How kommen RAMS und Obsoleszenz-Management sowie die Entwicklung von Rechner-Hardware für den Betrieb unter rauen und extremen Umgebungsbedingungen hinzu.

Die Rechnerlösungen von MEN Mikro Elektronik werden in rauen Umgebungen im geschäftskritischen und sicherheitskritischen Umfeld in den Märkten Verkehr (Straße, Schiene, Luft, Wasser) und Industrie (Automatisierung, Energie, Medizin) eingesetzt.

Das Unternehmen ist gemäß der Qualitätsmanagementsysteme ISO 9001, ISO 14001 (Umwelt), EN 9100 (Luft- und Raumfahrt) und IRIS (Bahn) zertifiziert, bietet Systeme gemäß der Anforderungen der ISO 7637-2 (Straßenverkehr) und EN 50155 (Bahn) an und ist Mitglied mehrerer Herstellerverbände und Vereinigungen, einschließlich VITA und PICMG.



*„MEN steht für technologischen Fortschritt, starke Kundenbindung und höchste Qualitätsansprüche!“*

*Bernd Härlein (CEO),  
Manfred Schmitz (CTO)*

**Mitarbeiter**  
300

#### Standorte

- Hauptsitz in Nürnberg
- Niederlassungen in China, Frankreich und USA
- weltweite Distributionskanäle

#### Produktspektrum

- Nach SIL 4 bzw. DAL-A zertifizierbare Computer und Systeme
- Flexibel konfigurierbare und robuste Box-PCs
- Panel-PCs für HMI- und Digital-Signage-Anwendungen
- Vorkonfigurierte 19"-Systeme auf Built-to-Order-Basis
- Robuste CompactPCI-Boards und -Systeme
- Netzwerkkomponenten im kompakten Box-PC-Format oder als halbes 19"-System
- Robuste Computer-Modulen für individuelle Systemdesigns

#### Kontakt

MEN Mikro Elektronik GmbH  
Neuwiederstraße 3-7  
90411 Nürnberg, Germany  
T +49/911/99335-0  
F +49/911/99335-901  
info@men.de  
www.men.de



*„Vom Konzept bis zur Produktion alles aus einer Hand. Kundenspezifische Lösungen, sind eine unserer Stärken.“*

Wido Wessel Weyer,  
Geschäftsführer



**MENTOR®**

#### Gründungsjahr 1920

#### Produktgruppen

- Frontplatteneinbauelemente SMD / THT / THR
- Griffe, Gehäuse- und Schaltschrankzubehör
- Kunststoff- / Metallknöpfe
- Optoelektron. Bauelemente
- Schalter, Taster, Prüfbuchsen
- Tastaturkomponenten
- LED-Licht- / Lichtleiter-Systeme
- Lichtleiterlösungen für Front- und Leiterplattenmontage
- Flexible Lichtleitersysteme
- Kundenspezifische Lichtleiter
- Lichtmodule M-TUBE
- Light Engines für die Beleuchtungsindustrie
- Automotive LED-Module und Lichtleiterlösungen für
- Cockpit, Türbereich, Fußraum, Dachhimmel, Exterieurbereich (Spiegel, Kennzeichen)
- RGB-Farblichtsysteme

#### Qualitäts- und Umweltmanagement

- Zertifizierung nach
- DIN EN ISO 9001
- ISO/TS 16949
- DIN EN ISO 14001

#### Kontakt

MENTOR GmbH & Co.  
Präzisions-Bauteile KG  
Otto-Hahn-Straße 1  
40699 Erkrath, Germany  
T +49/211/20002-0  
F +49/211/20002-41  
info@mentor.de.com  
www.mentor.de.com

#### Firmenbeschreibung

MENTOR setzt seit Jahrzehnten Standards in der technischen Entwicklung und Produktion von mechanischen, elektronischen und optoelektronischen Komponenten für die unterschiedlichsten Einsatzbereiche in der Industrie. Unsere Kunden kommen aus den Bereichen Automatisierung, Automotive, Elektronik, aus der Kommunikations-, Gebäude- und Medizintechnik, dem Maschinen- und Anlagenbau, dem Handel und vielen anderen mehr.

Mit Produktionsstandorten auf drei Kontinenten und Vertretungen in über 20 Ländern verfügt MENTOR über Strukturen, in denen wir den hohen Anforderungen unserer Kunden in Bezug auf Qualität, Logistik und Wirtschaftlichkeit gerecht werden. Wir bieten ein breites Portfolio an Lösungen: als solitäre Bauelemente oder in Form von Systemen und Teilsystemen.

#### Bauelemente made by MENTOR

Das MENTOR Standardprogramm bietet mehr als 3000 Artikel, viele davon lieferbar ab Lager mit geringen Mindestmengen und kurzen Lieferzeiten. Wenn nicht ein Standardprodukt, sondern eine spezifische Ausführung die beste Lösung für unsere Kunden ist, bietet MENTOR in allen Produktkategorien vielfältige Optionen, Komponenten so zu

realisieren, dass sie genau an die individuellen Anforderungen angepasst sind.

#### Alles aus Licht. Für Ihr Produkt.

Als Spezialist für Optoelektronik und Lichtleitersysteme sowie OEM-Lieferant namhafter Automobilhersteller entwickelt und produziert MENTOR kundenspezifische LED-basierte Lichtsysteme und Leuchtenmodule für unterschiedlichste Branchen. Die Erfahrung unserer Lichtexperten, eine umfangreiche Soft- und Hardwareausstattung und unsere große Leidenschaft für das Thema Licht ermöglichen es uns, mit modernster LED-Technik anspruchsvolle Beleuchtungsaufgaben für unsere Kunden zu lösen. Die virtuelle Lichtentwicklung und deren Visualisierung erfolgt mittels Computer Aided Lighting (CAL) und der entsprechenden Software sowie mit Hilfe unseres hauseigenen Lichtlabors.

#### Kundenspezifische Lösungen aus einer Hand

Aus den Ideen unserer Kunden entstehen bei MENTOR in fünf Schritten kundenspezifische Lösungen: vom Konzept über Entwicklung, Visualisierung und Werkzeugbau bis hin zur Produktion - alles aus einer Hand. Gesteuert von einem erfahrenen Projektmanagement setzt ein Team hochqualifizierter Experten individuelle Kundenlösungen schnell und wirtschaftlich um.



Einige Beispiele realisierter Kundenlösungen für Siemens, Audi, Grohe und Vorwerk.

for a greener tomorrow



„Unser Ziel ist es, unseren Kunden einen komparativen Konkurrenzvorteil durch hervorragende Produkte und Dienstleistungen zu bieten.“

Dipl. Ing. Robert Wiatr, Manager Strategic Marketing, Power Semiconductors

### Firmenbeschreibung

**Produktportfolio:** Leistungshalbleiter (Insulated Gate Bipolar Transistoren, Intelligente Power Module und MOSFET Module), Halbleiter für Hochfrequenz (Galliumnitrid-, Galliumarsenid- und Silizium MOSFET-basierte Transistoren und Module), Halbleiter für Optoelektronik (Laser- und Photodioden) sowie TFT-LCD Module (3,5“ bis 19,2“) für sowohl industrielle als auch Automotive-Applikationen.

**Firmenausrichtung:** Mitsubishi Electric gehört zu den weltweit führenden Unternehmen in der Herstellung, im Marketing und Vertrieb von elektrischen und elektronischen Produkten für die vielfältigsten industriellen Anwendungen und Alltagsbereiche. Seit 1978 ist Mitsubishi Electric in Deutschland vertreten. Die deutsche Niederlassung in Ratingen, Nordrhein-Westfalen, ist heute für die Durchführung der technischen Service-, Vertriebs- und Marketingaktivitäten in Deutschland verantwortlich. Für den Geschäftsbereich Semiconductor werden von Ratingen aus auch die Exportaktivitäten für EMEA gesteuert. In der Halbleiter-Technologie nimmt Mitsubishi Electric weltweit eine führende Rolle ein. Innovatives Denken, Investitionen in moderne Produktionsstätten in Fukuoka, Kita-Itami und Kumamoto (Japan) sowie leistungsfähige Entwicklungsabteilungen sichern diese Spitzenposition. Die Kunden

profitieren von umfassenden technischen Serviceleistungen sowie einem breiten Vertriebs- und Distributionsnetz.

### Präsenz

Europäische Firmenzentrale in Ratingen (bei Düsseldorf); Verkaufsbüros in Mailand, London, Paris, Moskau und Madrid

### Zielfmärkte

**Leistungshalbleiter:** Automotive, Motorsteuerung, HGÜ, Bahntechnik, Regenerative Energien, USV, Weiße Ware, Medizintechnik, Aufzüge, Schweißtechnik, Pumpen, Gabelstapler

**Hochfrequenz:** Radarapplikationen für Automotive und Industrie, Satellitenkommunikation, Mobilfunk, Betriebs- und Sicherheitsfunk

**Optoelektronik:** Digitale und analoge Übertragungssysteme, Industrielle Applikationen, Lichtquellen für Display- und Messtechnik-Anwendungen.

**TFT-LCD Module:** Industrielle Applikationsfelder wie Automatisierungstechnik, Messsysteme, Bank- und Verkaufsautomaten, Verkehrstechnik, Medizintechnik sowie Land- und Baumaschinen. Automotive Markt für Applikationen im Fahrzeug wie z.B. IC (Instrument Cluster), CID (Central Information Display) und CMS (Camera Mirror Systems).

### Dienstleistungen

Import, Vertrieb, Export und technische Unterstützung

### Qualitätsmanagement

- Deutsche Niederlassung: ISO 9001, 14001
- IRIS (Leistungselektronik)
- TS 16949 (TFT Automotive)



Ansicht der Firmenzentrale in Ratingen



Mitsubishi Electric - Produktportfolio

### Kontakt

Mitsubishi Electric Europe B.V.  
Semiconductor European Business Group  
Mitsubishi-Electric-Platz 1  
40882 Ratingen, Germany  
T +49/2102/486-0  
F +49/2102/486-4140  
semis.info@meg.mee.com  
www.mitsubishichips.eu





„Mooser – ein weltweit agierender EMV-Spezialist für Automotive und Hochvoltantriebe.“

Jakob Mooser, Geschäftsführer  
Jakob Mooser GmbH & Mooser  
EMC Technik GmbH

#### Mitarbeiter

> 60

#### Gründungsjahr

1989

#### Standorte

- Egling bei München
- Ludwigsburg bei Stuttgart

#### Kompetenzen

Technischer Dienst für das KBA, Mitwirkung in Normengremien, EMV Messungen an Hybrid-, Brennstoffzellen und Elektroantrieben im statischen und dynamischen Bereich.

#### Kontakt

Jakob Mooser GmbH  
Amtmannstraße 5a  
82544 Egling, Germany  
T +49/8176/9225-0  
F +49/8176/9225-2  
kontakt@mooser-consulting.de

Mooser EMC Technik GmbH  
Osterholzallee 140.3  
71636 Ludwigsburg, Germany  
T +49/7141/64826-0  
F +49/7141/64826-11  
kontakt@mooser-emctechnik.de  
www.mooser-emc.de



**MOOSER**

#### Firmenbeschreibung

Die Jakob Mooser GmbH und das Schwesterunternehmen Mooser EMC Technik GmbH sind führende EMV-Labore für weltweite Automotive Applikationen, Militär, Eisenbahn, Industrie und alle Sparten der Elektrotechnik, in denen es auf elektromagnetische Verträglichkeit ankommt. Die Unternehmen sind spezialisiert auf die Qualifizierung von Produkten für den europäischen, amerikanischen und asiatischen Markt. Die Mooser EMC Technik GmbH führt seit 2009 auch EMV-Tests an Hochvoltkomponenten für Elektro- Hybrid und Brennstoffzellenantriebe durch.

Jahrzehntelange Erfahrung, modernste Technik und die enge Kooperation unserer beiden Stand-

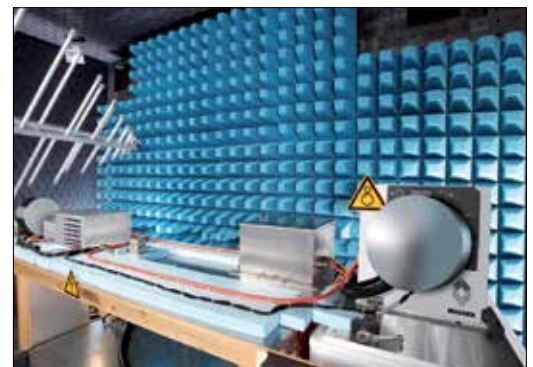
orte gewährleisten eine zeitnahe und flexible Auftragsabwicklung, bei der auf eine Gesamtkapazität von 20 Messkabinen zurückgegriffen werden kann.

Auf insgesamt 3500m<sup>2</sup> stehen modernste Absorber- und Schirmkabinen, Messplätze und Simulationsanlagen für EMV-Tests, EMV-Verfahren, EMV-Entwicklung und EMV-Entstörung für 12V, 24V, 48V sowie Hybridanwendungen bis 1kV zur Verfügung.

Wir sind in engem Kontakt mit den OEMs, bei der Normung involviert sowie bei der Entwicklung und der EMV-Optimierung unterstützend tätig.



Reverberation Chamber



Messkabine für Kfz-Elektroantriebe mit Antriebswelle



**Mouser Electronics – stets das Allerneueste**

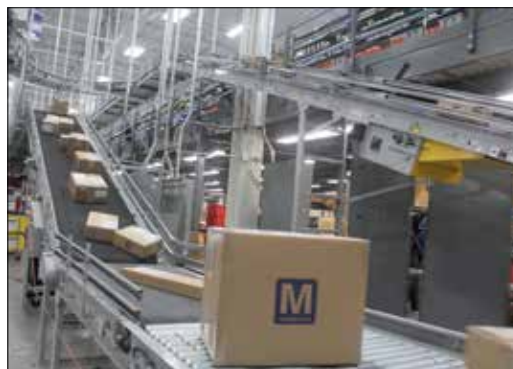
Europäische Entwicklungsingenieure entdecken den Mouser-Unterschied. Mouser Electronics, Inc., weltweit bekannt als eine der besten Quellen für Halbleiter und Elektronikbauteile, ist ein autorisierter Distributor, der die neuesten Produkte und die fortschrittlichste Technologie mit exzellentem Kundenservice verbindet. Die Mouser-Niederlassungen bieten ihren Kunden vor Ort Service in der jeweiligen Landessprache und lokalen Währungen. Der europäische Hauptsitz ist in München; weitere Büros befinden sich in Großbritannien, Spanien, Italien, Tschechien, Frankreich, Schweden, den Niederlanden und Israel. Insgesamt kommt Mouser auf 22 Customer Service Center in Europa, Asien und Amerika.

„Vor 11 Jahren haben wir entdeckt, dass wir einen Service bieten können, der speziell auf Entwicklungsingenieure und Abnehmer kleiner Bestellmengen zugeschnittenen ist, wenn wir uns auf das frühe Stadium des Produktdesignzyklus konzentrieren“, erklärt Mark Burr-Lonnon, Mouser VP für Business in Europa. „Wir ermöglichen den Kauf von Einzelteilen ohne Mindestbestellmengen, ver-

senden am selben Tag, informieren sofort über Produktobsoleszenz und bieten einfachen Zugang zu den neuesten Produkten und Spitzentechnologien. Dank der bei uns verfügbaren brandneuen Technologie können europäische Entwicklungsingenieure ihre Markteinführungszeiten optimieren.“ Mouser verfügt über den umfangreichsten Katalog der Elektronikbranche. Die Firmenwebseite [www.mouser.de](http://www.mouser.de) wird täglich mit den neuesten Produkten und Technologien von über 600 Spitzenlieferanten aktualisiert. 10 Millionen Produkte sind auf [mouser.de](http://mouser.de) für einen unkomplizierten Einkauf verfügbar. Außerdem sind über 6,5 Millionen Datenblätter zum kostenlosen Download bereit sowie Lieferanten-spezifische Referenzdesigns, Anwendungshinweise, technische Designinformationen und Produktverfügbarkeit zu finden. Bestellungen werden noch am selben Tag von Mousers hochmoderner Lagerhalle aus losgeschickt – täglich an etwa 500.000 Kunden in 170 Ländern weltweit. Mouser ist als Tochterfirma von TTI, Inc. Mitglied der angesehenen Berkshire Hathaway Unternehmensgruppe.



Hauptsitz in Texas, USA



Mousers hochmodernes Warenlager



*„Die neueste Technologie und der beste Service für Ingenieure – für die schnellstmögliche Markteinführung ihrer Produkte.“*

*Mark Burr-Lonnon, Senior VP für Business in Europa und Asien bei Mouser Electronics*

**Mitarbeiter**  
über 1.600

**Gründungsjahr**  
1964

**Niederlassungen**  
22 Büros in Europa, Asien und Amerika

**Distributor**  
mit mehr als 600 Lieferanten  
Das Unternehmen akzeptiert 27 verschiedene Währungen

**Die Website bietet**  
17 verschiedene Sprachen

**Kontakt**  
Mouser Electronics  
Elsenheimerstraße 11  
80687 München, Germany  
T +49/89/520462-110  
F +49/89/520462-120  
[munich@mouser.com](mailto:munich@mouser.com)  
[www.mouser.de](http://www.mouser.de)



„MTM Power führend im Bereich Stromversorgungen für Rugged Environment.“

Michael Peters, Geschäftsführer  
Vertrieb & Marketing

#### Gründungsjahr

1991

#### Mitarbeiter

190

#### Produkte

- AC/DC-Module
- DC/DC-Wandler
- IP67-Stromversorgungen
- Railway Power Supplies
- DIN-Schienen-Netzgeräte
- 19"-Einschub-Netzgeräte
- Batterieladegeräte
- Transformatoren
- Kundenspezifische Sonderlösungen

#### Märkte

- Industrieelektronik
- Automatisierung
- Verkehrs- und Bahntechnik
- Flurfördertechnik
- Energietechnik
- Medizintechnik
- Elektromobilität

#### Kontakt

MTM Power Messtechnik  
Mellenbach GmbH  
Zirkel 3  
98746 Mellenbach, Germany  
T +49/36705/688-0  
F +49/36705/61049  
info@mtm-power.com  
www.mtm-power.com

#### Firmenbeschreibung

Die 1991 gegründete MTM Power Messtechnik Mellenbach GmbH gehört heute zu den führenden Herstellern von Stromversorgungen in Deutschland. Vom Hauptwerk in Mellenbach/Thüringen aus werden weltweit Kunden mit Stromversorgungslösungen beliefert.

Neben Industrieanwendungen und Applikationen für die Kommunikationsindustrie ermöglichen die hohen Qualitäts- und Sicherheitsanforderungen einen Einsatz von MTM Power Produkten im Bereich Rugged Environment. Darüber hinaus ist der Thüringer Stromversorgungshersteller auf Applikationen für den Einsatz in der Verkehrs- und Bahntechnik spezialisiert.

Nutzen Sie das Know How und die langjährige Erfahrung von MTM Power. Das Leistungsspektrum reicht von einem Standardprogramm an AC/DC-Modulen, DC/DC- Wandlern, DIN-Schienen-Netzgeräten, 19"-Einschub-Netzgeräten und Transformatoren bis hin zu kundenspezifischen Sonderlösungen im Bereich von 1 W bis 2000 W.

Mit einer eigenen Entwicklungsabteilung, modernster technischer Ausstattung und hochqualifiziertem Personal hat MTM Power das Potenzial,

für seine Kunden individuelle Lösungen schnell zu konzipieren und in höchster Qualität umzusetzen. MTM Power verfügt über ein internes EMV-Labor ausgestattet mit einem Schirmraum und einer Aluschirmkabine mit eingebauten HF Absorbern für Störspannungs- und Störfestigkeitsmessungen. Das Qualitätsmanagement des Unternehmens agiert auf höchstem Niveau und ist nach DIN EN ISO 9001:2008 zertifiziert.

Mit der weltweit einzigartigen, patentierten Technologie des thermoselektiven Vakuumvergusses (EP 1 987 708, U.S. Patent No. 8,821,778 B2) bei den Power Modulen verfügt MTM Power über eine Basistechnologie, die besonders für Applikationen in rauen Industrieumgebungen geeignet ist.

Für anspruchsvolle Industrieanwendungen speziell im Bereich Energietechnik stehen ab sofort mit den Serien PMAT/PCMAT innovative Schaltnetzteile in den Leistungsklassen 60 W, 100 W und 150 W zur Verfügung. Für den dezentrale Einsatz auf allen batteriebetriebenen Fahrzeugen von der Flurfördertechnik bis hin zur Ausrüstung auf Schienenfahrzeugen wurden die PCMDS-Serien von 30 W bis 400 W als Plug-and-Play-Lösungen für empfindliche Elektronik-Subsysteme neu am Markt eingeführt.



AC/DC-Modul PCMAT mit 150 W



DC/DC-Wandler PCMDS mit 400 W



A PERFECT ALLIANCE.

### ODU – hochwertige Verbindungen für herausfordernde Einsätze

Von der Magnetresonanztomographie bis hin zum Einsatz in U-Booten: Die Steckverbindingssysteme von ODU schaffen perfekte Verbindungen – in anspruchsvollen Anwendungen weltweit. Seit mehr als 75 Jahren fertigen die Spezialisten innovative elektrische Steckverbinder in Standardausführungen sowie maßgeschneiderte Kundenlösungen. Dank der tiefen Fertigungskompetenz und des lebendigen Erfindergeistes entwickelt ODU verlässliche Lösungen nach Maß. In enger Abstimmung mit den Kunden entstehen zum Beispiel Komponenten für Ultrahochvakuum-Umgebungen oder hochdichte Glasverguss-Steckverbindungen. Neben diesen Steckverbindungen bietet ODU auf Wunsch auch Systemlösungen an, wie die Kabelkonfektionierung. Das Technologie-Unternehmen bündelt dabei alle Kompetenzen und Schlüsseltechnologien unter einem Dach: Konstruktion und Entwicklung, Werkzeugbau, Spritzerei, Stanzerei, Dreherei, Oberflächentechnik, Montage sowie die Konfektionierung. So sorgen die ODU-Premiumprodukte in zahlreichen Applikationen für erstklassige Übertragung von Leistung, Signalen, Da-

ten oder Medien – in zukunftsorientierten Märkten wie der Medizintechnik, der Militär- und Sicherheitstechnik, der Elektromobilität und der Energietechnik ebenso wie in etablierten Branchen wie der Industrieelektronik sowie Mess- und Prüftechnik.

### Mit perfekten Verbindungen weltweit präsent

ODU zählt zu den international führenden Anbietern von Steckverbindingssystemen und beschäftigt weltweit über 1.650 Mitarbeiter. Der Hauptstandort des Unternehmens ist Mühlendorf am Inn. Darüber hinaus besitzt ODU weitere Produktionsstandorte in Sibiu/Rumänien, Camarillo/USA, Tijuana/Mexiko und Shanghai/China. Die Firmengruppe ist mit ihren Produkten global vertreten und verfügt über ein internationales Vertriebsnetzwerk mit aktuell acht eigenen Auslandsgesellschaften sowie zahlreichen Vertriebspartnern. „Technik, die verbindet, und Verbindungen, die faszinieren. Das ist der Anspruch, der uns stets aufs Neue antreibt“, betont Dr. Joachim Belz, Geschäftsführer ODU. „So schaffen wir mit unseren hochwertigen Steckverbindern weltweit perfekte Verbindungen. Und leben auch in Zukunft eine perfect alliance.“



ODU – für eine zuverlässige Übertragung von Leistung, Signalen, Daten und Medien



*„Maßgeschneiderte Lösungen, tiefe Kompetenz und hohe Flexibilität machen unseren Erfolg aus.“*

Dr. Joachim Belz,  
Geschäftsführer ODU

ODU ist ein weltweit tätiges Unternehmen in Familienbesitz und führender Anbieter für hochwertige, anwendungsspezifische elektrische Verbindungstechnik.

**Gründungsjahr**  
1942

**Mitarbeiter**  
1.650 weltweit

**Zielmärkte**

- Medizintechnik
- Industrieelektronik
- Mess- und Prüftechnik
- Militär- und Sicherheitstechnik
- Energietechnik
- Elektromobilität

**Produkte**

- Push-Pull Rundsteckverbinder
- Schwere Steckverbinder
- Modulare Steckverbinder
- Steckverbinder für Andock- und Robotersysteme
- Leiterplattensteckverbinder
- Elektrische Kontakte
- Konfektionierung
- Applikations- und kundenspezifische Lösungen

**Kontakt**  
ODU GmbH & Co. KG  
Pregelstraße 11  
84453 Mühlendorf am Inn,  
Germany  
T +49/8631/6156-0  
F +49/8631/6156-49  
zentral@odu.de  
www.odu.de



„RECOM steht für innovative und kosten-effiziente Stromversorgungen. Unser Know-how macht die Produkte unserer Kunden global wettbewerbsfähig.“

Karsten Bier,  
CEO der RECOM-Gruppe

#### Gründungsjahr 1974

#### Niederlassungen

Deutschland, Österreich, New York, Singapur, China, Japan, Taiwan, sowie Vertretungen in 55 Ländern

#### Kontakt

RECOM Power GmbH  
Münzfeld 35  
4810 Gmunden, Austria  
T +43/7612/88325-0  
F +43/7612/88325-801  
info@recom-power.com  
www.recom-power.com

#### Innovative Spannungswandler für den Weltmarkt

Kaum mehr als 25 Jahre ist es her, dass Horst H. Bier im Souterrain seines Wohnhauses einen neuen Prototypen entwickelte. „Wir haben den ersten DC/DC –Konverter für die damals noch junge Mobiltelefonbranche entwickelt“, erinnert sich der Firmengründer. Wenige Wochen später erhielt das junge Unternehmen einen Auftrag über 8000 Stück. Heute erwirtschaftet Recom einen Umsatz von rund 60 Mio. US-Dollar weltweit und fertigt jährlich etwa neun Mio. Wandler. Recom startete 1974 in Deutschland und hat sich inzwischen zum führenden Hersteller von modularen Spannungswandlern entwickelt. Von Beginn an ist man kontinuierlich gewachsen. Ab 2003 intensivierte Recom seine Entwicklungsaktivitäten und expandierte von Gmunden aus in den europäischen, amerikanischen und asiatischen Markt. Neu entwickelte, innovative Produkte für die Automatisierungs-, Energie-, Medizin- und Bahntechnik wurden zum Motor des Unternehmenserfolgs.

#### Zuverlässigkeit an erster Stelle

DC/DC Wandler kommen meist an kritischer Stelle zum Einsatz – z.B. als Spannungsversorgung für Prozessoren oder zur Isolation einzelner Schaltungsmodule wie zwischen Steuerelektronik und Interface. „Null Prozent Fehlerrate ist unser Ziel“ sagt Karsten Bier und verweist auf den enormen Aufwand, den sein Unternehmen seit Jahren in Sachen Zuverlässigkeit betreibt. Der Defekt eines DC/DC-Wandlers ist

für Kunden oft mit hohen Kosten verbunden und gilt es zu vermeiden. Kundenzufriedenheit ist ein wesentlicher Garant für das Wachstum des Unternehmens. Recom-Kunden sind ausgesprochen treue Kunden. „Wer einmal unsere Wandler-Module im Einsatz hat, ersetzt nicht selten andere Fabrikate durch die unsrigen“ sagt Bier nicht ohne Stolz. In der industriellen Elektronik steht Zuverlässigkeit an erster Stelle und diese muss in ein Produkt hinein entwickelt werden. Dafür betreibt man ein eigenes Prüflabor, in dem Produkte bereits im Vorfeld auf die hohen Kundenanforderungen getestet werden. Speziell in diesem Punkt sei man den meisten Wettbewerbern laut Herrn Bier voraus. Entsprechend hoch sei die Garantiezeit auf Recom-Produkte mit bis zu sieben Jahren. Derzeit beschäftigt das Unternehmen ca. 385 Mitarbeiter, davon 60 in Entwicklung, Marketing und Administration in der Zentrale in Gmunden. Kunden stehen lokale Support-Center in Frankfurt, New York, Singapur, Shanghai und Tokio zur Verfügung. 2016 wurden insgesamt etwa zehn Mio. Wandler gefertigt. Hierfür verfügt das Unternehmen über zwei Produktionsstätten in Kaohsiung/Taiwan – eine konventionelle Fabrik für viele unterschiedliche Wandler in kleinen und mittleren Stückzahlen und über eine nahezu vollautomatisch arbeitende state-of-the-art SMT-Fabrik. Das Produktsortiment umfasst derzeit etwa 30.000 unterschiedliche Module. Jährlich kommen noch einmal rund 30 neue Produktfamilien dazu.



Die neue Unternehmenszentrale in Gmunden / Österreich wurde 2014 neu eröffnet



In der hauseigenen EMV-Kammer werden die Produkte auch auf EMV Konformität geprüft



### Firmenbeschreibung

Rohde & Schwarz steht seit mehr als 80 Jahren für Qualität, Präzision und Innovation auf allen Feldern der drahtlosen Kommunikationstechnik. Für den Wireless-Markt bietet der Konzern ein komplettes Messtechnik-Portfolio. In der Broadcast- und Medientechnik adressiert Rohde & Schwarz Netzbetreiber, Endgerätehersteller und Content-Provider. Die IT- und Netzwerksicherheit treibt Rohde & Schwarz mit seinen Cyber-Sicherheitslösungen aktiv voran. Zudem bietet das Unternehmen Aufklärungstechnik für die innere und äußere Sicherheit sowie Kommunikations- und Aufklärungstechnik für die Streitkräfte.

### Mess- und Monitoring-Lösungen

Rohde & Schwarz deckt mit seinen Messtechnik-Lösungen alle aktuellen Mobilfunk- und Wireless-Technologien ab. Der Konzern leistet einen entscheidenden Beitrag zur Etablierung der vierten Mobilfunkgeneration und ist mit ersten Testlösungen bei führenden 5G-Forschungsinitiativen dabei. Rohde & Schwarz unterstützt Unternehmen im Bereich des Internets der Dinge (IoT), der Maschine-zu-Maschine-Kommunikation (M2M) und im Automobilssektor. Das Unternehmen liefert Mess-

und Monitoring-Lösungen für den gesamten Wireless-Markt. So bietet der Konzern das komplette Produktportfolio für die Entwicklung und Produktion von Chipsets, mobilen Endgeräten sowie Basisstationen. Netzbetreiber, Infrastrukturanbieter, Dienstleister und Regulierungsbehörden verwenden die Produkte zudem für Planung, Installation, Optimierung und Wartung der Netze. Rohde & Schwarz bietet die Messtechnik für den gesamten Lebenszyklus eines Mobilfunknetzes aus einer Hand.

Mit seiner Messtechnik für Forschung und industrielle Elektronik unterstützt der Konzern Hersteller elektronischer Geräte überall dort, wo Signale erzeugt und Spektren oder Netzwerke analysiert werden müssen. Für die Luftfahrt- und Verteidigungsindustrie entwickelt Rohde & Schwarz Messlösungen für Radar- und Satellitenkommunikationssysteme. Außerdem werden komplette Systeme für EMV- und Feldstärketests geliefert.

Im Segment der Oszilloskope baut das Unternehmen sein Portfolio kontinuierlich mit neuen Modellen, Applikationen und Zubehör aus. Mit Universalmessgeräten im unteren Preissegment adressiert Rohde & Schwarz zudem den Breitenmarkt.



„Wir sind Technologiepartner unserer Kunden und helfen ihnen, mit unseren Lösungen in ihren Märkten erfolgreich zu sein.“

Andreas Pauly, Mitglied der Geschäftsleitung  
Rohde & Schwarz

Unabhängiges Familienunternehmen

### Arbeitsgebiete

Messtechnik, Broadcast- und Medientechnik, Sichere Kommunikation, Cyber-Sicherheit, Monitoring and Network Testing

### Geschäftsführung

Christian Leicher (Vorsitz), Peter Riedel

### Umsatz

1,92 Mrd. EUR (Geschäftsjahr 2015/16)

### Mitarbeiter

rund 10.500 weltweit

### Exportanteil

85 Prozent

### Firmensitz

München

### Vertretungen

in mehr als 70 Ländern

### Entwicklungszentren

München, Singapur, Beaverton (USA), weitere Standorte weltweit

### Firmeneigene Produktionswerke

Memmingen, Teisnach, Vimperk (CZ), Singapur/Malaysia

### Kontakt

Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG  
Mühlendorfstraße 15  
81671 München, Germany  
T +49/89/4129-12345  
F +49/89/4129/12164  
customersupport@rohde-schwarz.com  
www.rohde-schwarz.com



Technologiezentrum in München



Neues Technologiezentrum am Headquarter



„Wir bieten ein umfangreiches Komplett-Portfolio für ein wirkungsvolles Gehäuse-Wärmemanagement mit einem breiten Zubehörprogramm.“

Ralf Uwe Jungfer,  
Geschäftsführer

#### Gegründet

1964

#### Zertifiziert nach

ISO 9001:2008

#### Geräte für die Schaltschrank-Klimatisierung und mehr

- Filterlüfter und Austrittsfilter
- Energieeffiziente EC-Lüfter
- Kiemenbleche Edelstahl
- Dachlüfter/Dachentlüftung
- Innenlüfter
- 19"- Lüftereinschübe
- Kleinlüfter und Zubehör
- Schaltschrankheizungen
- Kühlgeräte mit Peltiertechnik
- Entfeuchtungsgeräte
- Kühlgeräte mit Kompressortechnik
- Luft/Luft-Wärmetauscher
- Luft/Wasser-Wärmetauscher
- Drehzahlregler
- Thermostate und Hygrostate
- Schaltschrankbeleuchtung LED und klassisch
- Schaltschrankzubehör
- Online-Shop

#### Kontakt

Rübsamen & Herr  
Elektrobau GmbH  
Am Scheid 4  
57290 Neunkirchen/  
Siegerland, Germany  
T +49/2735/7727-4  
F +49/2735/7727-67  
info@ruebsamen-und-herr.de  
www.ruebsamen-und-herr.de

#### Das Unternehmen

Seit über 50 Jahren steht Rübsamen & Herr für Zuverlässigkeit und Qualität „Made in Germany“. Was 1964 als kleiner Betrieb für Elektrosteuerungs-bau begann, wurde im Laufe der Jahrzehnte zu einem leistungsstarken mittelständigen Unternehmen ausgebaut, das heute durch die Nachfolgegeneration von Ralf Uwe Jungfer und Armin Herr geführt wird. Es werden qualitativ hochwertige und innovative Produkte für die Schaltschrank-Klimatisierung entwickelt, produziert und vertrieben. Zu den Leistungen des Unternehmens gehören sowohl ab Lager lieferbare Standardprodukte, als auch kundenspezifische Sonderlösungen. Die Kunden kommen aus den unterschiedlichsten Branchen, wie z. B. Maschinen- und Anlagenbau, Telekommunikation, Medizin- und Labortechnik sowie Verkehrs- und Energietechnik aber auch dem zukunftssträchtigen Bereich Renewable Energy. Das Qualitäts-Managementsystem ist nach DIN EN ISO 9001:2008 zertifiziert, ebenso die Zertifizierung als bekannter Versender.

Der Firmensitz ist in Neunkirchen / Siegerland, einem traditionsreichen Wirtschaftsstandort mitten

in Deutschland, von wo aus die Kunden weltweit „just in time“ bedient werden.

#### Schaltschrank-Klimatisierung und mehr

Die zunehmende Leistungsdichte in elektrischen Schaltanlagen bei gleichzeitig hohen Anforderungen an die Schutzart des Gehäuses hat eine erhebliche Verlustwärme im Schaltschrank zur Folge. Bei Außenanwendungen führen große Temperaturschwankungen und Luftfeuchtigkeit zusätzlich zu Kondensation und damit zu Fehlfunktionen und Ausfall der Geräte.

Für die Betriebssicherheit der Bauteile und zur Erhöhung der Lebensdauer sind ein wirkungsvolles Wärmemanagement und individuelle Konzepte für die Klimatisierung erforderlich. Das Komplett-Programm von Rübsamen & Herr bietet für die vielfältigen Anforderungen die optimalen Lösungen für den Bereich Schaltschrank-Klimatisierung auch unter dem Aspekt der Energieeffizienz an und wird durch ergänzende Produkte wie Schaltschrank-Beleuchtung und Schaltschrank-Zubehör abgerundet.



Der Firmensitz in Neunkirchen/Siegerland



Eine Auswahl aus dem Produktportfolio

# SEMIKRON

innovation + service

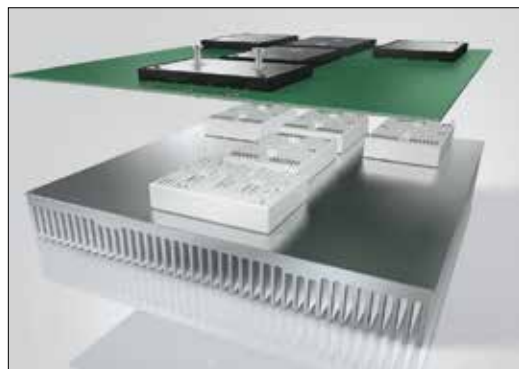
## Firmenbeschreibung

SEMIKRON ist ein führender Hersteller für Leistungshalbleiter mit Hauptsitz in Nürnberg. Ein weltweites Netzwerk aus 25 Gesellschaften garantiert eine schnelle und umfassende Betreuung der Kunden vor Ort. SEMIKRON stellt Leistungselektronik-Komponenten und -Systeme vorwiegend im mittleren Leistungssegment her (ca. 2kW bis 10MW). Unsere Produkte sind das Herz moderner, effizienter Motorantriebe und industrieller Automatisierungssysteme. Weitere Anwendungen umfassen Stromversorgungen, erneuerbare Energien sowie die Elektrifizierung von Nutzfahrzeugen.

## MiniSKiiP - Seit 20 Jahren der Zukunft voraus.

SEMIKRON hat mit dem MiniSKiiP vor 20 Jahren einen Standard in der Welt der Leistungselektronik gesetzt.

Durch sein einzigartiges Montagekonzept bei dem ein Subsystem bestehend aus Leistungsmodul, Kühlkörper und PCB mit nur einer oder zwei Schrauben montiert wird ist der MiniSKiiP prädestiniert für hocheffiziente Fertigungslinien. Die Anschlüsse des Moduls sind hierzu in Feder-Technologie ausgeführt, spezielle Einpress-Werkzeuge oder Lötprozesse werden nicht benötigt.



Beispiel 90kW-Frequenzumrichter mit MiniSKiiP

Der MiniSKiiP deckt als einziges Modul einen Leistungsbereich von 2 bis 90kW ab, mit allen für Frequenzumrichter typischen Topologien. So wurde der MiniSKiiP zur Erfolgsgeschichte mit mehr als 37 Millionen verkauften Modulen.

Der MiniSKiiP ist auch weiterhin bestens gerüstet für die Zukunft. Seit mehr als 10 Jahren liefert SEMIKRON mit Wärmeleitpaste vorbedruckte Module. So wird der MiniSKiiP zu einem absoluten Champion der Leistungsdichte: durch den Einsatz der SEMIKRON Hochleistungs-Wärmeleitpaste „HPTP“ wird der thermische Widerstand vom Chip zum Kühlkörper um bis zu 50% gesenkt. Kommt dazu noch ein Keramik-Substrat aus Siliziumnitrid anstelle Aluminiumoxid, sinkt der thermische Widerstand um weitere 10%.

Dies kann direkt in eine höhere Ausgangsleistung und damit Leistungsdichte umgemünzt werden: Mit dem gleichen Chipsatz wird die Ausgangsleistung in einer typischen Servomotor-Applikation um 35% gesteigert.

Natürlich sind auch die neuesten Chiptechnologien, wie High-Speed-IGBTs oder SiC-Schottkydioden und -MOSFETs verfügbar. So ist der MiniSKiiP auch für die nächsten 20 Jahre bestens gerüstet.



Hauptsitz in Nürnberg



*„MiniSKiiP bedeutet hocheffiziente Fertigung, neueste Technologien und 20 Jahre Felderfahrung.“*

Peter Sontheimer, CSO

- Hauptsitz in Nürnberg
- Familienunternehmen in Privatbesitz
- Gegründet 1951
- Weltweit 25 operative Gesellschaften
- 9 Produktionsstätten
- 3.000 Beschäftigte, davon 1.600 in Deutschland

## Kontakt

SEMIKRON  
INTERNATIONAL GmbH  
Sigmundstraße 200  
90431 Nürnberg, Germany  
T +49/911/6559-6663  
sales@semikron.com  
www.semikron.com  
shop@semikron.com





„SE bietet Spitzenprodukte, maßgeschneiderte Logistikleistungen und eine umfassende Design-In Unterstützung.“

Rolf Aschhoff, Vice President  
Sales and Marketing,  
SE Spezial-Electronic GmbH

#### Art des Unternehmens

Vertragsdistributor

#### Gründungsjahr

1970

#### Mitarbeiter

In Deutschland knapp 80

#### Lieferprogramm

Aktive, passive und elektromechanische Bauelemente von 31 führenden Herstellern aus aller Welt

#### Zielmärkte

Industrieelektronik, Automatisierungstechnik, Telekommunikation, Automotive, Medizintechnik, Sicherheitstechnik

#### Zielterritorien

Europa, Russland, USA

#### Vertriebsstandorte

Bückeburg (HQ), Dortmund, Ellwangen, Ismanning b.München

#### Tochtergesellschaften

Polen, Tschechien, Russland, USA

#### Qualitätsmanagement

Zertifizierung nach DIN EN ISO 9001:2008

#### Kontakt

SE Spezial-Electronic GmbH  
Friedrich-Bach-Straße 1  
31675 Bückeburg, Germany  
T +495722/203-0  
F +495722/203-120  
info@spezial.com  
www.spezial.com

#### Firmenbeschreibung

SE Spezial-Electronic ist ein international operierender Design-In orientierter Distributor für elektronische Bauelemente. Das Unternehmen mit Hauptsitz in Bückeburg (Niedersachsen), Niederlassungen in Dortmund (Holzwickede), Ellwangen, Erfurt und München sowie Tochtergesellschaften in Polen, Tschechien, Russland und den USA ist auch knapp 50 Jahre nach der Gründung noch immer inhabergeführt und fokussiert sich auf die enge Zusammenarbeit mit vergleichsweise wenigen Bauelemente-Lieferanten. Für einige dieser Partner wie beispielsweise u-blox oder NextInput ist SE Spezial-Electronic in Deutschland als exklusiver Vertriebspartner tätig.

#### Produktportfolio

Zum Lieferprogramm gehören ICs für den analogen Signalpfad, die A/D- und D/A-Wandlung und die Kommunikation per Funk und Kabel, Module und Adapter für GNSS, Bluetooth, WLAN, LAN etc., RFID-Transponder und -Reader, Sensoren, Quarz- und Silizium-basierte Timing-Produkte, TFT-, passive LC-, LED-, OLED und Touch-Displays, Flash-Speicher, DRAMs und EEPROMs, diskrete Halbleiter sowie passive und elektromechanische Komponenten.



Firmenzentrale von SE Spezial-Electronic in Bückeburg



spezial electronic

#### Linecard

Amphenol Advanced Sensors, Antenova, CapXon, CML Microcircuits, Conec, Connect One, Darfon, Degson, Epson, Exar, ept, Finder, Harting, HID Global, Honeywell, Hosonic, Innodisk, JNC, Kemet, KJ, Matsuo, NextInput, Ortustech, ProAnt, Rohm Semiconductor, Schaffner, Schaltbau, SiTime, u-blox, WIMA und Winstar

#### Technischer Support

Neben der fachlichen Beratung bei der Bauteile-Auswahl bietet SE Spezial-Electronic seinen Kunden weitere umfangreiche technische Services wie z.B. Design-In-Support, Schaltungs- und Layout-Unterstützung oder die Programmierung von SiTime-MEMS-Oszillatoren an. Dafür stehen nicht nur mehrere Dutzend eigener hochqualifizierter erfahrener Line Manager, Vertriebsingenieure (FSEs) und Applikationsingenieure zur Verfügung. Bei Bedarf können jederzeit auch Spezialisten des jeweiligen Herstellers in den Entwicklungsprozess mit eingebunden werden. Abgerundet wird das technische Dienstleistungsportfolio durch Entwicklungsdienstleistungen z.B. für Stromversorgungen oder Displays und eigene Produkte wie den industriellen Bluetooth 4.0 USB-Stick SE Skipper.



Bluetooth 4.0 USB-Stick SE Skipper



### Firmenbeschreibung

Swissbit ist der größte unabhängige Hersteller für Flash-Speicherlösungen in Europa. Das Unternehmen wurde 2001 aus einem Management-Buy-out der Siemens AG gegründet und verfügt über Niederlassungen in der Schweiz, Deutschland, den USA, Japan und Taiwan. Swissbit produziert im Werk Berlin industrietaugliche Flash-Speicherprodukte und Speicherkarten mit Sicherheitsfunktionen für Embedded-Systeme auf Basis von SLC-, MLC- und pSLC-NAND-Technologie. Das Flash-Angebot umfasst SSDs mit SATA-Schnittstellen wie mSATA, Slim SATA, CFast™, M.2 und 2,5" sowie Compact-Flash, USB Flash Drives, SD- und microSD-Speicherkarten. Swissbit bietet Produkte

mit Langzeitverfügbarkeit, höchster Zuverlässigkeit und Lebensdauer sowie kundenspezifischer Optimierung für anspruchsvolle Anwendungen in den Bereichen Industrie, Automotive, Medizintechnik und Telekommunikation. Mit Lösungen zum Datenschutz und Kopierschutz sowie Speichermodulen mit einem Secure Element für Kryptographieanwendungen adressiert Swissbit die steigenden Sicherheitsanforderungen in den Marktsegmenten Industrie, Behörden, Verteidigung, Medizintechnik, Telekommunikation, Maschine-zu-Maschine-Kommunikation und Finanzwesen. Alle Swissbit-Produkte erfüllen höchste Qualitätsstandards sowie die RoHS- und REACH-Richtlinien.



Nachrüstbare Sicherheit in SD-Kartenform



Swissbit in Bronschhofen (Schweiz)



*„Bei der Qualität gehen wir keine Kompromisse ein, denn Zuverlässigkeit ist unser Markenzeichen.“*

Ulrich Brandt, Director Marketing, Swissbit AG

- Gegründet 1992 als Teil der SIEMENS AG, als Swissbit AG im Jahr 2001 durch Management-Buy-out
- In Privatbesitz befindliche Gesellschaft, Eigenkapitalquote über 60 %
- seit 2009 jährliches zweistelliges Wachstum
- Hauptsitz Swissbit Gruppe: Gais, Schweiz
- Swissbit AG: Bronschhofen, St. Gallen, Schweiz
- Tochtergesellschaften Schweiz, Deutschland, USA, Japan, Taiwan
- F-&-E-Standorte Schweiz, Deutschland und USA
- Made in Germany: Produktionsstandort Berlin
- Zertifizierungen ISO9001: 2008 - ISO/TS 16949 - ISO14001
- Herstellungsmethode Mass Customization
- Kapazität 1 Million Einheiten/ Monat
- Mitarbeiter: über 200

### Kontakt

Swissbit AG  
 Silke Lüers  
 Industriestraße 4  
 9552 Bronschhofen,  
 Switzerland  
 T +41/71/91303-39  
 silke.lueers@swissbit.com  
 www.swissbit.com



„Wir bieten Build-to-Order-Geräte ab kleinen Stückzahlen.“

Christian Binder,  
Geschäftsführer Syslogic

#### Niederlassungen

Deutschland und Schweiz

#### Produkte

Industrie PC  
Embedded Box PC  
Single Board Computer (SBC)  
Rugged PC  
Touch Panel PC  
Touch Panel Monitor  
Build-to-Order IPC und HMI  
EN5155 Railway Computer  
Retrofit IPC  
Industrielle SSD-Speicher

#### Märkte

Railway/Mobile Automation  
Verkehrstechnik  
Maschinenbau  
Fahrzeugbau u. Transport

#### Spezialgebiete

Kundenspezifische Produkte ab kleinen Losgrößen  
Embedded Computer für Fahrzeuge  
Retrofit IPC

#### Dienstleistungen

Technischer Support  
BSP (Board Support Package)  
Beschaffung  
Baugruppenmontage  
Zertifizierung/Testing  
Logistik

#### Kontakt

Syslogic GmbH  
Weilheimer Straße 40  
79761 Waldshut-Tiengen,  
Germany  
T +49/7741/9671-420  
F +49/7741/9671-421  
info@syslogic.de  
www.syslogic.de



#### Firmenbeschreibung

Syslogic bietet Industriecomputer, Embedded PC, Single Board Computer und Touch Panel Computer für den anspruchsvollen Industrieinsatz. Die Geräte werden in Bereichen wie Maschinen- und Fahrzeugbau sowie Verkehrs- und Bahntechnik eingesetzt.

Als eines der wenigen Unternehmen in der Embedded-Branche entwickelt und fertigt Syslogic ihre Embedded Computer und Touch Panel Computer selbst.

Das Unternehmen mit Niederlassungen in Deutschland und in der Schweiz verfügt über eine eigene Entwicklung, eine eigene Konstruktion und über zwei Fertigungsstandorte mit In-house-SMD-Bestückung. Diese Fertigungstiefe in Verbindung mit über 30 Jahren Erfahrung im Embedded-Markt machen Syslogic zu einer zuverlässigen Partnerin. Ziel von Syslogic ist es, ihren Kunden Sicherheit, Spaß und Beständigkeit zu bieten.

#### Sicherheit

Syslogic Embedded Computer und HMI-Systeme bieten Funktionssicherheit. Dank dem Verzicht auf anfällige Bauteile und dank der cleveren Industriebauweise sind die Geräte wartungsfrei und langle-

big. Dadurch überzeugen die Syslogic Produkte nicht nur mit ihrer Funktions-, sondern auch mit ihrer Investitionssicherheit.

#### Spaß

Syslogic Kunden haben Spaß, weil neben der Sicherheit auch der Komfort stimmt. Darum bietet Syslogic bereits während der Implementierungsphase größtmöglichen Komfort. Sämtliche Embedded Computer und HMI-Systeme liefert Syslogic mit vorkonfigurierten Betriebssystemen. Dadurch profitieren Kunden von einer unkomplizierten Softwareintegration und einer schnellen Inbetriebnahme. Neben den technischen Aspekten achtet Syslogic zudem auf ein formschönes Design ihrer Geräte.

#### Beständigkeit

Syslogic garantiert für ihre Embedded Computer und HMI-Systeme eine Verfügbarkeit von mindestens zehn Jahren. Bei Bedarf bietet das Unternehmen sogar zwanzig Jahre "form, fit and function". Dieses Versprechen ist in der Elektronikbranche eine Seltenheit und für viele Kunden ein wichtiger Grund, in echte Industrieelektronik zu investieren. Möglich wird die lange Verfügbarkeit durch die konsequente Auswahl der Bauteile bereits während der Entwicklungsphase.



Syslogic verfügt über mehrere Fertigungsstandorte, hier das Werk für HMI-Systeme



### Firmenbeschreibung

TE Connectivity (TE) ist ein weltweit führendes Technologieunternehmen, das über 500.000 Produkte und Lösungen entwickelt, produziert und vermarktet, die den Energie- und Datenfluss in vielen Geräten des täglichen Gebrauchs ermöglichen und schützen. Als einer der Marktführer der Branche arbeiten wir seit über 50 Jahren mit Kunden in nahezu allen Industriezweigen zusammen, um Produkte mit Visionen zu verbinden. Wir sind vor Ort für unsere Kunden präsent – beratend z.B. in der Prototypenentwicklung oder mit Ingenieuren in der Landessprache bei der Produktentwicklung und dem Vertrieb. Mit dieser globalen Präsenz können wir Kunden zeitnah Produkte und Lösungen anbieten, die je nach Region auch vor Ort hergestellt werden.

Jährlich investieren wir konsequent in Forschung und Entwicklung (625 Mio. US\$ in 2016) und verfügen über mehr als 14.000 Patente. 7.000 Entwicklungsingenieure erarbeiten mit unseren Kunden anwendungsspezifische Produkte und Lösungen, um individuelle Anforderungen zu erfüllen. Diese Innovationen und unser frühzeitiges Engagement im Designprozess und der Materialentwicklung

stellen sicher, dass wir unseren Kunden einen messbaren Wettbewerbsvorteil bringen. Wir begleiten unsere Kunden bei ihren Herausforderungen und unterstützen Sie mit Lösungen für eine erfolgreiche Zukunft.

### TE Connectivity bedient drei Hauptmärkte

- Industrie: TE versorgt mehr als 90% der weltweit größten Industrieunternehmen und Energieversorger mit einem breitgefächerten Angebot an Verbindungslösungen für verschiedenste Anforderungen – von der Leiterplatte bis zu den rauen Umgebungsbedingungen.
- Verkehr: Lösungen von TE finden sich heutzutage in praktisch jedem Fahrzeug. Unsere innovative Verbindungstechnologie, die auf geringes Gewicht und maximale Effizienz ausgerichtet ist, vernetzt wichtige elektronische Funktionen. Somit bieten wir eine perfekte Plattform für die Verkehrsbranche.
- Konsumgüter: Die stetigen Innovationen bei der Miniaturisierung und Geschwindigkeitssteigerung helfen Geräteherstellern beim Design von Endgeräten, die den Kunden dank TE-Technologie innovative Lösungen bieten.



TE Connectivity Mini I/O-Steckverbinderportfolio



TE Connectivity ARISO Contactless Connectivity



*„Um alle Kunden bestmöglich zu bedienen, arbeitet TE Industrial an einem erweiterten Lösungsangebot“*

*Lars Brickenkamp, Senior Vice President and General Manager, TE's Industrial business unit*

### Eckdaten

- Rund 75.000 Mitarbeiter in 50 Ländern, davon ca. 5.000 in Deutschland
- 12 Milliarden US\$ Umsatz im GJ. 2016
- Produktionsstätten in 20 Ländern
- Vertriebsniederlassungen in +150 Ländern
- Verwaltungssitz in Schaffhausen (Schweiz), Corporate Hauptsitz in Berwyn, PA (USA)

### Zielmärkte

- Industrie
- Transport
- Konsumgüter

### Produkte

- Steckverbindingssysteme
- Antennen
- Sensoren
- Relais
- Glasfaserlösungen
- Draht- und Kabelprodukte
- Schutzsysteme

### Kontakt

TE Connectivity Germany GmbH  
Pfnorstraße 1  
64293 Darmstadt, Germany  
T +49/6151/607-1191  
industrial-marketing@te.com  
www.te.com



„Es ist unsere Stärke, dass wir den Kunden von der Konzeptphase bis zum fertigen Produkt umfassend unterstützen.“

Stefan Schneider, Detlef Schneider und Rüdiger Stahl (v.l.n.r.), TQ-Geschäftsführer

#### Sitz

Delling (Seefeld)

#### Gründung

1994

#### Geschäftsführende

##### Gesellschafter

Detlef Schneider  
Rüdiger Stahl  
Stefan Schneider

#### Kennzahlen 2016/2017

- Umsatz TQ-Gruppe:
- 225 Mio. Euro
- Mitarbeiter TQ-Gruppe: ca. 1.440

#### Zertifikate

- DIN EN ISO 9001:2008
- DIN EN ISO 14001:2015
- EN 9100:2009
- EN ISO 13485:2012
- MDD
- ISO/TS 16949:2009

#### Branchen

- Medizintechnik
- Energietechnik
- Bahntechnik
- Schifffahrt
- Luft- und Raumfahrt
- Automatisierung
- Industrieelektronik
- u.v.m.

#### Kontakt

TQ-Group  
Mühlstraße 2  
82229 Seefeld, Germany  
T +49/8153/9308-0  
F +49/8153/4223  
info@tq-group.com  
www.tq-group.com

#### Firmenbeschreibung

Als Elektronik-Dienstleister (E<sup>2</sup>MS-Anbieter und CEM) bietet TQ das komplette Leistungsspektrum von der Entwicklung über Produktion und Service bis hin zum Produktlebenszyklusmanagement. Die Dienstleistungen umfassen dabei Baugruppen, Geräte und Systeme inklusive Hardware, Software und Mechanik. Kunden können bei TQ sämtliche Leistungen modular als Einzelleistungen wie auch im Komplettpaket entsprechend ihrer individuellen Anforderungen beziehen. Standardprodukte wie fertige Microcontrollermodule (Minimodule) sowie Antriebs-, Automatisierungs- und Avioniklösungen ergänzen das Dienstleistungsspektrum.

Durch die Kombination von Elektronik-Dienstleistungen und fertigen Lösungskomponenten bietet



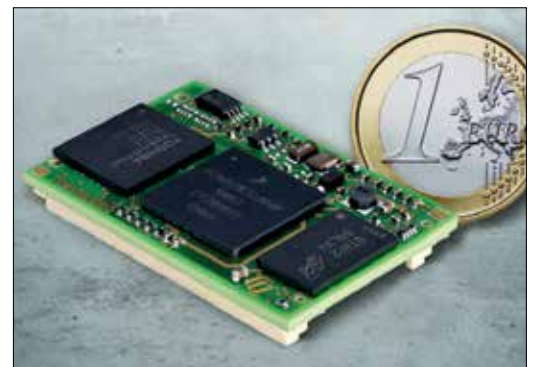
Gut Delling, Seefeld i. Oberbayern



TQ kundenspezifische Produkte als ODM-Produkte an und adressiert damit Kunden, die fertige Produkte beziehen und gleichzeitig die Vorteile einer kundenspezifischen Lösung nutzen möchten. ODM-Produkte werden unter Einsatz eines umfangreichen Lösungsbaukastens termingerecht und wirtschaftlich realisiert.

Der Baukasten enthält fertige Elektronik-, Mechanik- und Software-Komponenten inklusive Qualifizierung und Zulassungen. Die TQ-Group beschäftigt an den Standorten Seefeld, Weßling, Murnau, Peißenberg, Peiting, Durach im Allgäu, Wetter an der Ruhr, Chemnitz, Leipzig, Fontaines (Schweiz) und Shanghai (China) insgesamt rund 1.440 Mitarbeiter.

Weitere Informationen zu TQ unter:  
[www.tq-group.com](http://www.tq-group.com)



Embedded Modul TQMa28

# TRACO POWER



„TRACO POWER  
Reliable. Available.  
Now.“

Sebastian Fischer, Geschäftsführer, Traco Electronic GmbH

## Gründungsjahr

1947

## Mitarbeiter

120

## Produktportfolio

Galvanisch getrennte DC/DC-Wandler von 1 W bis 300 W in den Bauformen SIP, DIP, 1/2 Brick, SMD, Gehäusemontage. Nicht isolierte Schaltregler bis 30 A. Schaltnetzteile in den Bauformen offen, geschlossen, vergossen, Hutschiene sowie wetterfest für den Außenbereich von 2 W bis 2 kW für weltweite Netzspannungen sowie Gleichspannung. Systemlösungen und Wechselrichter für den 19 Zoll Einschub von 300 W bis 22 kW:

## Firmenausrichtung

Der Stammsitz der Traco Electronic AG befindet sich in Baar/Schweiz. Die Traco Electronic GmbH, als Tochtergesellschaft der Traco Electronic AG,

ist für den Vertrieb und die technische Beratung in Deutschland zuständig. Traco Power North America, Inc. ist für den nordamerikanischen Markt zuständig. Für die Entwicklung und Fertigung kundenspezifischer Netzgeräte ist die in Irland ansässige Traco Power Solutions Ltd. zuständig.

## Zielmärkte

Maschinen-, Anlagen- und Apparatebau, Anwendungen im Bereich Industrie und Telekommunikation sowie Medizin, Bahn, Transport, Messen / Steuern / Regeln, Labor, Netztechnik, Haushalt, Klima und Gebäudeautomation.

## Fertigungsstandorte

Deutschland, Irland, Japan, Taiwan und China.

## Qualitätsmanagement

ISO 9001 zertifiziert, 100% burn-in Test, 3-5 Jahre Produktgewährleistung.

## Dienstleistungen

Lösungen im Bereich von Standardkomponenten, sowie kundenspezifische Sonderlösungen. Vertrieb mit kurzen Lieferfristen für Kleinmengen und Produktionsstückzahlen dank hoher Lagerverfügbarkeit und kurzer Wiederbeschaffungszeit.

## Präsenz

Unternehmensstammsitz für den deutschen Markt in Ismaning, Vertriebsbüros in Stuttgart, Köln, Hamburg und Leipzig sowie Katalogdistributoren.

## Referenzen

Siemens, Bosch, SMA und viele weitere namhafte Unternehmen



THN 15WIR Serie, Robuste 15 Watt DC/DC Wandler in kompaktem 1" x 1" Metallgehäuse



Test eines kundenspezifischen Netzgerätes im Labor

## Kontakt

Traco Electronic GmbH  
Sebastian Fischer  
Oskar-Messter-Straße 20a  
85737 Ismaning, Germany  
T +49/89/961182-0  
F +49/89/961182-20  
info@traco-electronic.de  
www.tracopower.com



„Die Erforschung neuer Technologien und Anwendungen ist für uns selbstverständlich.“

Arthur Rönisch, Geschäftsführer

#### Gründungsjahr

1988

#### Applikationen

Antriebe  
Automation  
Beleuchtung  
Sensorik  
Sicherheit

#### Branchen

Automotive  
Bahntechnik  
Gebäudetechnik  
Industrie  
Medizintechnik

#### Dienstleistungen

Elektronikentwicklung  
Elektronikfertigung  
Komplettlösungen  
Plattform-Produkte

#### Zertifikate

ISO-TS 16949-2009  
ISO 9001-2008/2015  
EN ISO 13485  
ISO 50001-2011

#### Kontakt

Turck duotec GmbH  
Goethestraße 7  
58553 Halver, Germany  
T +49/2353/1390-0  
F +49/2353/1390-6519  
sales@turck-duotec.com  
www.turck-duotec.com

#### Kundenspezifische Elektronik-Dienstleistungen

Turck duotec bietet als kompetenter Dienstleister im Bereich E<sup>2</sup>MS (Electronics Engineering and Manufacturing Services) sämtliche Leistungen, die für kundenspezifische Elektronikanwendungen benötigt werden. Mit unserer langjährigen Erfahrung als Elektronikdienstleister und unserer umfassenden Fertigungskompetenz können wir individuelle Anforderungen passgenau erfüllen.

Die Konstruktion der Mechanik, die Entwicklung von Hard- und Software, die Entflechtung von Layouts sowie die spezifische Testentwicklung sind Bestandteile unserer Dienstleistungen. Technologien wie SMD-Bestückung, Chip-on-Board (COB), Dickschicht-Hybridtechnik und die Systemmontage gehören zu unseren Stärken in der Elektronikfertigung.

#### Original Design Manufacturing

Mit unserer neuen strategischen Ausrichtung als ODM (Original Design Manufacturer) bieten wir Kunden verschiedenster Branchen, z.B. Mobilität, Medizintechnik und Gebäudeautomation einen optimalen Lösungsansatz für ihre Produkte an. Da-

bei nutzen wir unsere schon vorhandenen Entwicklungsschwerpunkte aus den Bereichen Lighting, Sensorik sowie Interface und Power Control. Sie stellen Ihre elektronischen Lösungen auf Basis unserer Plattformentwicklungen zusammen. Diese Module werden nach Ihren Vorgaben auf das jeweilige Einsatzfeld hin skaliert und zur Serienreife gebracht. So profitieren Sie von einem minimierten Risiko, attraktiven Preisstrukturen und ausgereiften Funktionalitäten.

#### Forschungsprojekte

Die Erforschung neuer Technologien und Anwendungen ist für uns selbstverständlich. Nur so können wir unseren Anspruch, Ihre Ideen bestmöglich umzusetzen, erfüllen. Im Rahmen der Teilnahme an Forschungsprojekten erarbeiten wir neue Technologien und das Grund-Know-how für die Umsetzung Ihrer Applikationen. Das gibt uns die Möglichkeit neue und innovative Plattformprodukte zu entwickeln und neue Fertigungstechnologien einzusetzen. Durch die Netzwerkbildung mit Hochschulen, Lieferanten, Partnern und Kunden können wir schon frühzeitig auf die Bedürfnisse des Marktes eingehen.



Embedded Board auf Evaluation Kit



Firmengebäude Halver



**BEST CAPACITORS**  
MADE IN GERMANY

### Firmenbeschreibung

WIMA hat eine lange Tradition als Hersteller des passiven elektronischen Bauelementes "Folienkondensator". Das Unternehmen wurde 1948 von Wilhelm Westermann in Unna/Westfalen gegründet. Innerhalb weniger Jahre gelang es ihm, sein Unternehmen als führenden Hersteller von Folienkondensatoren zu etablieren. WIMA ist nach wie vor ein unabhängiges, inhabergeführtes Familienunternehmen und wird heute von Dipl.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing. Wolfgang Westermann geleitet. WIMA hat ausschließlich seinen Sitz in Deutschland und verfügt über vier Standorte: der Vertrieb ist in Mannheim ansässig, die Fertigungsstätten und die Entwicklung befinden sich in Aurich, Unna und Berlin. Kontinuierlicher technischer Fortschritt und eine qualifizierte Wachstumsstrategie haben WIMA zu der weltweit führenden Adresse im Bereich hochqualitativer Kondensatoren gemacht.

Die Unternehmensgruppe WIMA ist spezialisiert auf die Geschäftsfelder:

- Kunststoff-Folienkondensatoren
- Funk-Entstör-Papierkondensatoren
- PowerBlocks aus Supercaps

Die Stärken von WIMA liegen in der Entwicklung und Herstellung von spezialisierten Produkten, für

die Erfahrung und exzellentes Know-how erforderlich sind. Dadurch können für alle Kundenanforderungen Lösungen angeboten werden. Mit einem starken Fokus auf Innovationen setzt WIMA immer wieder wegweisende Trends in der Kondensatoren-Technologie.

Oberstes Ziel der WIMA-Gruppe ist höchste Qualität und Kundenzufriedenheit. Diese Ziele werden erreicht durch unseren eigenen Anspruch in Bezug auf:

- Qualität
- Innovation
- Liefertreue
- Preis-/Leistungsverhältnis

Als eigenständiger Kondensator-Spezialist mit Verwaltung und Produktion in Deutschland kann die Wettbewerbsfähigkeit gegenüber großen multinationalen Konzernen nur durch eine Kombination von schlanker und flexibler Organisation sowie herausragenden Leistungen im Hinblick auf technische Innovation, Produktivität und Kundenservice gesichert werden. WIMA ist ein Beispiel für eine solche Kombination, indem es mehr als 10.000 Produkte für alle Kundenanforderungen im Bereich der Film- und Papierkondensatoren anbietet.



WIMA-Werk Aurich



WIMA-Kondensatoren

*„Qualität wird gefertigt und kann nicht in ein Produkt hineingeprüft werden.“*

WIMA GmbH & Co. KG

**Gründungsjahr** 1948

**Mitarbeiter** ca. 350

### Standorte

Aurich, Berlin, Unna, Mannheim

### Produktgruppen

- SMD Folienkondensatoren mit PET-, PEN- oder PPS-Dielektrikum
- Bedrahtete Folienkondensatoren in den Rastermaßen 2,5 mm bis 52,5 mm
- Ausheißfähige Impulskondensatoren
- Funk-Entstörkondensatoren Klasse X2, X1, Y2
- Polypropylen-AC-Filterkondensatoren
- Snubber- und GTO-Kondensatoren
- DC-Link-Zwischenkreiskondensatoren
- Supercap-Speichermodule

### Zielmärkte

- Automobilindustrie
- Konsum- und Industrieelektronik
- Beleuchtungsindustrie, Stromversorgung
- Medizintechnik
- Kommunikationselektronik
- Erneuerbare Energie

### Dienstleistungen

Weltweites Vertriebsnetz für lokalen technischen Support

### Kontakt

WIMA GmbH & Co. KG  
Besselstraße 2-4  
68219 Mannheim, Germany  
T +49/621/86295-0  
F +49/621/86295-48  
sales@wima.de  
www.wima.de





„Wir liefern nicht nur Produkte, wir bieten Lösungen!“

Simone Tschierswitz,  
Dipl.-Ing. (FH), Geschäftsführerin

25 Jahre wts // electronic - Ihr starker Distributionspartner

#### Herstellerportfolio

- AEM Components
- Conec
- Daewoo
- E-Switch
- ERA
- PDC
- Knowles (Syfer/Novacap)
- KOA Europe
- Krah
- Microtech
- NIC Components
- SAB Biwin
- S.I.R.
- Switchy
- Tech Power Electronics
- Viking
- Vishay
- Vishay Precision Group
- W+P
- WIMA

#### Kontakt

wts // electronic components GmbH  
Langer Acker 28  
30900 Wedemark, Germany  
T +49/5130/5845-0  
F +49/5130/375055  
info@wts-electronic.de  
www.wts-electronic.de



#### Firmenbeschreibung

Die wts // electronic components GmbH ist ein Inhaber geführtes Familienunternehmen mit Sitz in der Wedemark. Wir stehen für Design-In orientierten Vertrieb von passiven und elektromechanischen Bauelementen.

Durch unser ausgewähltes Portfolio bieten wir die Weltmarktführer im Bereich Keramik-, Elektrolyt-, Folien- und Filmkondensatoren sowie Widerstände, Schalter, Induktivitäten, Transformatoren, Schaltnetzteile und Steckverbinder. Diese ergänzen wir durch leistungsfähige Spezialhersteller.

- Widerstände (Dünnschicht, Präzision, Ultra-Präzision, Power)
- Kondensatoren (Keramik, Film, Folie, Elektrolyt, Polymer, Hybrid)
- EMI-Filter
- Schalter & Taster
- Wickelgüter (Transformatoren, Übertrager)
- Schaltnetzteile (elektronische Transformatoren)
- DC/DC Wandler
- Induktivitäten

- Steckverbinder
- SMD-Sicherungen

Persönliche Betreuung, kompetente Beratung und die Bereitschaft, individuell auf spezielle Anforderungen des Kunden zu reagieren, kennzeichnet nicht nur unsere Arbeit sondern auch unser logistisches Angebot.

Die wts // electronic components GmbH bietet individuellen, kundenspezifischen Service:

- Ship to Stock / Ship to Line
- KANBAN
- Konsignationslager
- Kundenspezifische Etiketten
- Barcode-Systeme
- EDI Anbindung
- Sicherheitslager / Pufferlager
- VMI Vendor Management Inventory

Weitere aktuelle Informationen zu Produkten, Herstellern und Dienstleistungen sowie unsere aktuelle Lagerliste stehen Ihnen im Internet unter [www.wts-electronic.de](http://www.wts-electronic.de) zur Verfügung.



Firmengebäude wts // electronic components GmbH



Auszug aus unseren Produktlinien



### Firmenbeschreibung

Die weltweit aktive Würth Elektronik eiSos Gruppe ist Hersteller von elektronischen und elektromechanischen Bauelementen für Industrie-Anwendungen.

Würth Elektronik unterscheidet sich von anderen Bauelemente-Herstellern durch folgende Merkmale:

- Alle Katalogprodukte sind ab Lager verfügbar
- Kostenlose Muster
- Kleinmengen-Service
- Design-In Support durch unseren technischen Außendienst mit weltweit über 500 technischen Vertriebsmitarbeitern



Sitz in Waldenburg mit weltweitem Logistikzentrum

- Referenzdesigns mit führenden IC-Herstellern
- Eine Vielzahl von verschiedenen Design-Kits mit kostenloser Wiederbefüllung ermöglicht Ihrer Entwicklung eine große Auswahl an Bauteilen, in Kombination mit der Referenznummer der Schaltungshersteller für ein einfaches und schnelles IC-Design
- Kostenlose Praxisseminare
- Applikationshandbücher "Trilogie der induktiven Bauelemente", "Trilogie der Steckverbinder", "Abc der Power Module", "Abc der Kondensatoren" und "Simulation in LTspice"
- Softwaretools zur Bauteilauswahl unter [www.we-online.de/toolbox](http://www.we-online.de/toolbox)



Elektronische & elektromechanische Bauelemente



*Geschäftsführer der Würth Elektronik eiSos GmbH & Co. KG: Oliver Konz und Thomas Schrott (v.l.n.r.)*

### Produktportfolio

#### EMC Components

Ferrite für Leiterplattenbestückung, Ferrite für Kabelkonfektion, Funkentstördrosseln, Stromkompensierte Drosseln für Netz- und Datenleitungen, Bauteile für Überspannungsschutz, EMV-Abschirmmaterial, Kondensatoren

#### Power Magnetics

Speicherdrosseln, Übertrager für DC/DC und AC/DC, Stromwandler, Gate Drive Übertrager, Wireless Power Transmission

#### Signal & Communications

ASI-Drosseln, LAN-Übertrager, HF-Induktivitäten, LTCC-Bauteile

#### Elektromechanik

Steckverbinder, Schalter & Taster, Stromversorgungselemente, Sicherungshalter

#### Optoelektronik

Signal & White LED

#### Halbleiter

Power Module

### Kontakt

Würth Elektronik eiSos GmbH & Co. KG  
 Max-Eyth-Straße 1  
 74638 Waldenburg, Germany  
 T +49/7942/945-0  
 F +49/7942/945-5000  
 eiSos@we-online.de  
[www.we-online.de](http://www.we-online.de)



„Mitten in seinen Zielmärkten agierend ist Yamaichi Electronics der perfekte Industriepartner für innovative Connecting-Lösungen.“

Helge Puhmann, European President Yamaichi Electronics

**Gründungsjahr Europa:**  
1986

**Niederlassungen Deutschland:**  
Aschheim-Dornach b. München  
Frankfurt/Oder

**Produktgruppen:**

- Connector Solutions (Steckverbinder / Kabelkonfektionen)
- Test Solutions (Kontaktierung von Halbleiterbauelementen, MEMS und Modulen)

**Zielmärkte:**

- Automatisierung/Robotik
- Industrie
- Automotive
- Mess- und Prüftechnik
- Data Networking
- Medizin
- Embedded
- Halbleiter

**Qualität:**  
zertifiziert nach:

- DIN EN ISO 9001:2008 (auch Produktion in Frankfurt/Oder)
- ISO 14001:2004 + Cor 1: 2009 (Produktion)
- TS 16949 (Automotive)

**Kontakt**  
YAMAICHI ELECTRONICS  
Deutschland GmbH  
Constanze Knoesel  
Bahnhofstraße 20 (Concor Park)  
85609 Aschheim-Dornach,  
Germany  
T +49/89/45109-0  
F +49/89/45109-110  
info-de@yamaichi.eu  
www.yamaichi.de

### Yamaichi Electronics als globaler Connecting-Industriepartner

Yamaichi Electronics ist weltweiter Industriepartner für Steckverbinder- und Kontaktierungslösungen und ein Marktführer für Test & Burn-in Sockel. Die hohe Qualität der Steckverbinder und Anschluss-Systeme garantiert die Zuverlässigkeit und Funktionssicherheit, die für den Erfolg des Gesamtprojektes unabdingbar sind. Yamaichi Electronics etablierte sich auf dem Weltmarkt rasant als Hersteller hochwertiger Komponenten für anspruchsvolle Anwendungen u.a. in den Bereichen Halbleiter, industrielle Automation, Automotive, Data-Networking, Mess- und Prüftechnik, Medizintechnik, mobile Computertechnologie und Embedded Computing. 1956 in Tokyo gegründet, betreibt die Yamaichi-Gruppe heute Produktionsstandorte in Japan, auf den Philippinen, in Südkorea sowie in Deutschland und beschäftigt weltweit 2.500 Mitarbeiter.

### Nahe am Kunden in Europa

Für seine europäischen Kunden setzt Yamaichi Electronics seine umfangreiche Engineering-Expertise vor Ort ein. Für erstklassigen technischen Support sorgen Design-Center in München und Sousse (Tunesien) mit integrierten Elektro- und

Prüflaboren. Die Lieferzeiten der Produkte und Leistungen in Europa mit dem Zentrallager bei München sowie der Produktionsstätte in Frankfurt (Oder) zählen mit zu den kürzesten am Markt. Zur Realisierung der Kundenwünsche kommen modernste Technologien zum Einsatz. Yamaichi Electronics beschäftigt derzeit in Europa 270 Mitarbeiter. Das weltumspannende Vertriebsnetz sorgt mit den Niederlassungen in Italien und Großbritannien sowie langjährigen Distributionspartnern in ganz Europa und Israel für die Nähe speziell zu den europäischen Kunden.

### Produktportfolio

Yamaichi Electronics ist Weltmarktführer für IC-Halbleiter-Testsockel, Test & Burn-In Sockel sowie Spezialist für alle Arten von Testlösungen wie etwa für hochpräzise Ultra-Fine-Pitch-Kontaktierung. Für unterschiedlichste Märkte werden innovative Technologien entwickelt wie beispielsweise neuartige Automotive-Steckverbinder, Data-Networking-Steckverbinder für die Gigabit-Datenübertragung (bis 400 Gbps), einzigartige IP69K-geschützte RJ45 mit integrierten Powerkontakten, innovative Push-Pull- und M12-Rundsteckverbinder, industrielle USB und flexible High-Speed-PCBs.



Steckverbinder für jede Anforderung



Weltweit führend in Test Solutions

# ZETTLER electronics

A ZETTLER GROUP COMPANY

„Seit 140 Jahren steht ZETTLER für Innovation und Qualität“

## Firmenbeschreibung

Auch im digitalen Zeitalter sind Relais aus der Elektronikindustrie nicht wegzudenken. Sei es in der Solarbranche, in der Energietechnik oder im Zukunftsmarkt E-Mobility – überall finden elektromechanische Relais ihren Einsatz. Die Anforderungen an die Zuverlässigkeit sind geblieben, vielfach stellen jedoch neue Normen und Standards die Anwender von Relais vor zusätzliche Herausforderungen.

ZETTLER electronics ist ein Unternehmen der weltweit operierenden ZETTLER Components Group und Hersteller von Relais, LCDs, TFTs, Schaltnetzteilen, Transformatoren und Stromsensoren. Wir erarbeiten neue Lösungen und entwickeln Innovationen – für Sie und mit Ihnen. Neben den vorweg genannten Branchen finden unsere Produkte auch Einsatz in Industrieelektronik, Weißer Ware, Kommunikations- und Medizintechnik.

ZETTLER electronics verbindet bewusst Herstellung und Vertrieb der eigenen Produkte mit der

Distribution dazu passender Bauelemente anderer Hersteller. Bei unserem hoch motivierten Team sind Sie in den besten Händen. Wir kümmern uns um Ihre Belange von Angebot bis zur taggenauen Lieferung. Logistik-Konzepte wie Kanban, Konsignationslager oder EDI meistern wir gerne mit Ihnen gemeinsam. Bei kritischen Applikationen unterstützt Sie unsere technische Abteilung mit produkt erfahrenen Ingenieuren und spezifischen Messgeräten und Testeinrichtungen bei der Auswahl der richtigen Bauelemente. Die Zertifizierung nach ISO 9001:2008 steht für unser hohes Qualitätsniveau bei Produkten und Serviceleistungen.

Nutzen Sie unser Know How. Profitieren Sie von unserem gut sortierten und umfangreichen Lager. Unser kompetentes und freundliches Team leistet schnellen und flexiblen Service.

Aktuelle und ausführliche Informationen erhalten Sie online unter [www.ZETTLERelectronics.com](http://www.ZETTLERelectronics.com)

## Zielmärkte

- Industrieelektronik
- Photovoltaik-Elektronik
- E-Mobility
- Weiße Ware
- Kfz-Elektronik
- Kommunikationstechnik
- Medizintechnik

## Produkte/Linecard

Print-/Steck-Relais, HF-Relais, Solid-State-Relais, MOS-Relais, Reed-Relais, Reed-Sensoren, Reed-Schalter, Koaxialschalter, Codierschalter, Schalter, Thermoschalter, Taster, Encoder, Potentiometer, Transformatoren, Stromsensoren, Print-Schaltnetzteile, Lüfter, Displays, LCD

## Kontakt

ZETTLER electronics GmbH  
 Ansprechpartner:  
 Alexander Stöckel,  
 Produktmanagement  
 Elektromechanische  
 Komponenten  
 Junkersstraße 3  
 82178 Puchheim, Germany  
 T +49/89/80097-0  
 F +49/89/80097-200  
[office@zettlerelectronics.com](mailto:office@zettlerelectronics.com)  
[www.zettlerelectronics.com](http://www.zettlerelectronics.com)



Power Relais für Solarinverter



PCB Schaltnetzteilmodule von 1 bis 20W

Inhalt der Rubrik

# SMART TECHNOLOGIES



BILD-QUELLE: ISTOCK, CHOMBOSAN

**62 Allroundtalent an der Edge**  
Katrin Geier, Insys Microelectronics

---

**65 IoT-Mehrwert gut analysieren**  
Luis Fischer, Arrow Electronics

---

**68 Produktionszuwächse generieren**  
Mark Patrick, Mouser

---

# ALLROUNDTALENT AN DER EDGE

Computertechnik eröffnet die Möglichkeit, mehr Intelligenz an den Rand des Netzwerks, die Edge, zu verlagern. Mit integrierter Rechenleistung im Router werden diese vom Kommunikator zum Allroundtalent und können IoT-Anwendungen effizient steuern und anbinden.

**TEXT:** Katrin Geier, Insys Microelectronics **BILD:** Insys Microelectronics

Router sind die Kommunikationsschnittstelle, mit der Maschinen, Anlagen und andere Geräte am modernen Netzwerkverkehr teilnehmen. Derzeit sind diese Geräte vor allem dafür zuständig, verschiedene Peripherien wie Steuerungen, Sensoren oder Relais anzubinden und Daten aus Anwendungen sicher an mobile Endgeräte, kundenspezifische Infrastrukturen oder Cloud-Dienste zu übertragen. Zudem ermöglichen Router den Fernzugriff auf Anwendungen.

Möchten Fachkräfte, Ingenieure und Entscheider im Planungs- und Entwicklungsprozess moderner IoT-Anwendungen (Internet of Things) von den Daten, die sie aus den Anwendungen erhalten, auch hinsichtlich Datenverarbeitung und -speicherung profitieren, haben sie bisher zwei Möglichkeiten. Sie können einen ausgewachsenen Industrie-PC und andere zusätzliche Hardware verwenden, um die Daten direkt vor Ort zu verarbeiten. Das ist jedoch mit Mehrkosten verbunden, die für zusätzliche Geräte anfallen. Hinzu kommt, dass diese mehr Platz im Schaltschrank einnehmen und über eines der vielen, verschiedenen Protokolle angebunden werden müssen.

Die zweite Möglichkeit ist, alle gewonnenen Daten in die Cloud zu senden, um die Verarbeitung und Visualisierung der Daten dort zu erledigen. Hierbei stellt sich die Frage, ob eine Cloud-Anbindung für die Anwendung überhaupt Sinn ergibt. Werden geringe Latenzzeiten erwartet oder müssen Daten in Echtzeit zur Verfügung stehen, ist die Cloud nicht das beste Mittel der Wahl. Außerdem steht die Frage der Sicherheit im

Raum, da bei Cloud-basierter Verarbeitung die Transportstrecke zu einem externen Rechenzentrum beziehungsweise entfernten Servern einen nicht zu unterschätzenden Risikofaktor darstellt. Zudem können bei einem unvorhergesehenen Abbruch der Internetverbindung überhaupt keine Daten in die Cloud gesendet werden, da oftmals keine Redundanzmöglichkeiten bestehen. Cloud-Computing allein reicht also in der heutigen Situation nicht aus.

## Linux-Umgebung integrieren

Die Herausforderungen der heutigen IoT-Welt lassen sich durch den Einsatz intelligenter Geräte lösen. Router werden zu Smart Devices, wenn neben einer sicheren Kommunikationsanbindung eine virtuelle Umgebung integriert ist, zum Beispiel eine Linux-Umgebung. Damit wird die Rechenleistung, aber auch Anwendungen, Daten und Services an die logische Randstelle des Netzwerks, die sogenannte Edge, verlagert. Dieses System ist nicht nur leicht zu installieren, zu nutzen und zu administrieren. Es gibt den Smart Devices auch die erforderliche Intelligenz, ihren angestammten Aufgabenbereich zu erweitern – zum Beispiel mit Netzwerk-Anwendungen wie DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) oder DNS (Domain Name System).

Ein Vorteil ist zudem, dass bisher benötigte Hardware wie eine Steuerung platz- und kostensparend virtualisiert werden kann: Die Laufzeitumgebung einer virtuellen SPS kann in die



## NÄHERUNGS-SENSOREN

### Magneto-induktive Abstandsensoren zur berührungslosen linearen Wegmessung

- Wählbare Messbereiche bis 55 mm
- Hohe Grundempfindlichkeit und Temperaturstabilität
- Geeignet zur Drehzahlmessung
- Frei definierbare Schaltpunkte
- Verschiedene Sonderausführungen: Edelstahl | Kunststoff | OEM

Linux-Umgebung integriert werden und übernimmt die Steuerungsaufgaben der angeschlossenen Peripherien. Aber auch Anwendungsdaten lassen sich direkt auf dem Router – zwischen Datenquelle und Cloud – erfassen, verarbeiten, speichern und auf einem Dashboard visualisieren. Dafür wird im Gegensatz zum Cloud-Computing keine ständige Internetverbindung benötigt. Gebühren für die Kommunikation, vor allem bei international verteilten Applikationen – wenn also Maschinen an weltweit verteilten Standorten des Kunden stehen –, können auf diese Weise niedrig gehalten werden.

Für die Kommunikationsanbindung abgesetzter Stationen, wie zum Beispiel Wasserpumpen eines Frischwasserreservoirs, liegt es ebenso nahe, die sogenannte Processing-Power direkt dort zu platzieren. Da in solchen Fällen meist kein IT-Fachpersonal vor Ort zur Verfügung steht, bieten intelligente Router auch einen sicheren Remote-Zugriff auf die Anlage zum Fernwarten und Fernwirken. Viele Router haben bisher aber

nur Kommunikationsfunktionen in eine Richtung. Anders die intelligenten Router oder Smart Devices von Insys Icom: Sie ermöglichen nicht nur einen Remote-Zugriff, sondern parallel auch ein Condition Monitoring, also die Überwachung von Werten. Das bedeutet, auch wenn ein Fernzugriff auf die Anwendung erfolgt, läuft gleichzeitig das Condition Monitoring ohne Unterbrechung weiter.

### Konfigurieren per App

Das Fernwarten ebenso wie das Überwachen der Anwendungen lassen sich dabei ohne spezielle Programmierung der Router umsetzen. Die Software dafür läuft auf der integrierten Linux-Umgebung des Routers. Die Apps dafür, bei Insys Icom zum Beispiel die Monitoring App oder die Icom Data Suite, sind so gestaltet, dass der Nutzer seinen Router mit wenig Aufwand konfigurieren kann. Alle Überwachungs- und Störmeldefunktionen können in der App realisiert und bei Bedarf vom Kunden selbst angepasst werden. Damit können



Abbildung 1: Jeder Router von Insys Icom verfügt über eine integrierte Linux-Umgebung zum Ausführen von Skripten und Programmen.

auch Datenpunkte von Steuerungen, Sensoren und anderen Geräten protokollunabhängig angebunden werden. Die Router und Device Apps von Insys Icom unterstützen viele Protokolle, unter anderem SMS, HTTP, MQTT oder auch Modbus, was in Zeiten von Multiprotokollumgebungen wichtig ist. Sie können aber auch weitere „Übersetzer“ in Form von Hardware oder Software – sogenannte Application Connectors – einsetzen, um Feldgeräte oder Kundenanwendungen über viele weitere Protokolle anzubinden.

Ein Vorteil der Apps auf den Smart Devices ist auch die Vorintegration von Cloud-Services. Router von Insys Icom binden beispielsweise Cumulocity oder die Cloud der Dinge der Deutschen Telekom per Plug 'n' Play an und sind folglich schnell einsatzbereit. Vorverarbeitete Daten lassen sich so an diese oder über MQTT auch an weitere Cloud-Services oder kundenindividuelle Infrastrukturen zum Weiterverarbeiten oder Visualisieren übertragen. Anwendungen können natürlich auch direkt aus der Cloud oder über MQTT und SMS gesteuert werden.

Eine Kombination aus Edge- und Cloud-Computing ist häufig die beste Wahl: Ein Flaschenhals in der Cloud kann vermieden werden, indem Daten dicht am Ort ihrer Entstehung vorverarbeitet und nur die abgeleiteten Erkenntnisse in die Cloud zum weiteren Verarbeiten gesendet werden. Das ist besonders bei datenintensiven Anwendungen oder prozess-technisch kurzfristigen Reaktionszeiten, zum Beispiel beim Handling von Waren mittels RFID-Labels, empfehlenswert. Wird jedes Label fortwährend mit einer zentralen Cloud ab-

geglichen, kann das bei Ausfall der Datenübertragung oder Cloud einen Stopp in einem automatisierten Prozess bedeuten. Besser wäre die zu verarbeitenden Labels täglich aus einer Zentrale zu übermitteln, diese vor Ort im Router abzugleichen und dann eine Ergebnisliste zurückzusenden. Nur in Ausnahmefällen erfolgt ein direkter Zugriff zur oder von der Cloud. Auf diese Weise ist die zentrale Leitstelle immer über alle Vorgänge informiert, erlaubt aber eine Autonomie und sichert die Produktivität. Denn mit Edge-Computing wird das Ausfallrisiko minimiert und Übertragungskosten reduziert, aber auch Rechenressourcen und Personal geschont.

## Intelligente Router für IoT-Anwendungen

Daten lassen sich mithilfe von Smart Devices an unterschiedlichen Stellen verarbeiten: direkt vor Ort (Edge-Computing), in der Cloud oder in zentralen Servern des Kunden. Der Einsatz von Smart Devices, etwa von Routern mit integrierter Linux-Umgebung, schafft eine gewisse Flexibilität bei der Gestaltung von Anwendungen. Denn diese modernen Router ermöglichen beide Architekturen und verhindern bei Systemabsturz oder Internetausfall den Verlust der Daten. Durch die Linux-Umgebung ist es zusätzlich möglich, Hardware, wie zum Beispiel Steuerungen, zu virtualisieren und deren Aufgaben zu übernehmen – etwa die Steuerung von Peripherien. Da das Platz und Kosten spart, wird es auch zukünftig vermehrt in modernen IoT-Anwendung umgesetzt werden.

Weitere Informationen zu Insys Microelectronics finden Sie im Business-Profil auf Seite 36.



# IOT-MEHRWERT GUT ANALYSIEREN

Wer wettbewerbsfähig bleiben möchte, denkt über die Nutzung von IoT-Funktionalitäten nach oder hat schon erste Erfahrungen damit gesammelt. Dafür ist allerdings mehr nötig, als Geräte und Maschinen nur an das Internet anzuschließen. Für den Kunden muss sich ein konkreter Mehrwert ergeben. Bei der Umsetzung helfen Entwicklungs- und Integrations-Dienstleistungen.

TEXT: Luis Fischer, Arrow Electronics BILD: Arrow Electronics

Schon seit Jahrzehnten gibt es viele Geräte auch in einer „smarten“ Ausführung, ausgestattet mit Displays, Sensortasten, Fernbedienungen und weiteren Benutzerschnittstellen für eine möglichst intuitive und komfortable Bedienung. Durch Fehlerspeicher und Diagnoseschnittstellen werden zudem die Wartung und Reparatur vereinfacht sowie Ausfallzeiten reduziert. Manche Geräte lassen sich mit dem omnipräsenten WLAN verbinden und ermöglichen die Bedienung per App oder die Diagnose über das Internet. So wird aus dem „Smart Product“ ein „Connected Product“.

Die Grenze, an der nun das Connected zum IoT Product (Internet of Things) wird, ist nicht eindeutig definiert. Die nachfolgende Erläuterung ist daher nicht als einzig Richtige zu sehen - bei ihrer Anwendung ergeben sich aber für die jeweiligen Produktkategorien sinnvolle Anforderungen und Konsequenzen.

## Ohne Dienste kein „Ding“ im IoT

Durch eine Verbindung mit dem Internet sind Produkte nicht zwangsläufig dem Internet of Things zuzurechnen. Bereits bei Connected Products und der überwiegend auf Mobilfunk-Technologie basierenden Machine-to-Machine-Kommunikation (M2M) kommt das Internet zum Einsatz - allerdings ausschließlich als reiner Kommunikationskanal. Erst eine darüber hinaus gehende Nutzung verschiedener über das Internet erreichbarer Dienste macht aus dem Connected Product ein Ding des IoT.

Die eingesetzten Internet-Dienste können ganz unterschiedlicher Natur sein: Unter dem Schlagwort Cloud werden Speicher- und Rechenkapazität im Internet zusammengefasst, ergänzt um Plattformen zum einfachen Entwickeln, Bereitstellen und Skalieren von Cloud-Anwendungen, sogenannten Application Enablement Platforms (AEP). In der Regel steht mit dem Softwaretool Node-RED von IBM auch ein grafischer Editor zum Erstellen von IoT-Prototypen und Dashboards zur Verfügung.

Die in einer IoT-Applikation eingesetzten Cloud-Services kommen zumeist aus einer Hand. Die bedeutendsten Anbieter sind derzeit IBM mit Bluemix, Microsoft mit Azure sowie Amazon mit AWS. Andere Internet-Dienste ergänzen die IoT-Applikation um nützliche Informationen oder Benutzerschnittstellen. Im Prinzip lässt sich jeder Dienst, der eine REST API unterstützt, mit der eigenen Cloud-Anwendung verbinden. Daneben gibt es in Node-RED eine Vielzahl von fertigen Nodes, um diverse Anbieter und Dienste zu nutzen. Entsprechendes Know-how vorausgesetzt, kann im Prinzip jeder beliebige Service eingebunden werden.

Eine kleine Auswahl typischer Services oder Internet-Dienste sind: Abrechnungs- und Bezahlendienste, SMS- und Email-Versand, Telefoniedienste, Datendienste wie Wetter, Verkehr, Flug- und Fahrpläne, Wissensdatenbanken, Suchdienste, Persönlichkeitsprofile, Kartendienste, Automatisierungsdienste wie etwa IFTTT, Yonomi, Stringify und Conrad Connect, Logistikdienstleistungen, Datei-Bearbeitungsdienste

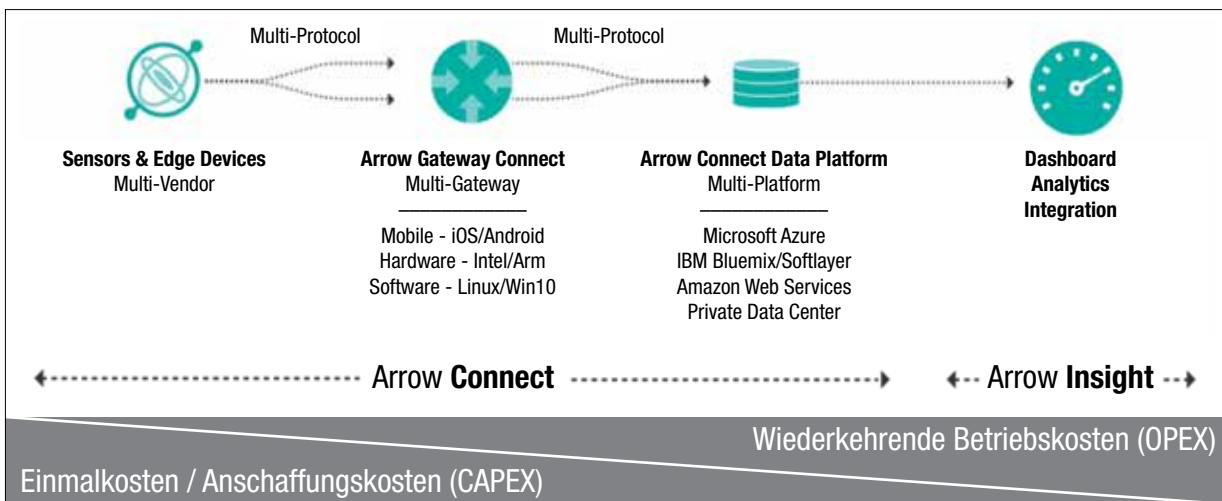


Abbildung 1: Viele der Kosten, die für die Nutzung von IoT-Services anfallen, sind wiederkehrende Kosten. Sie hängen stark vom Nutzerverhalten des Anwenders ab.

für Audio, Video, Bilder, Office-Dateien und PDF, Fertigungsdienste sowie Analysewerkzeuge. Die Vielfalt und Anzahl darüber hinaus angebotener Dienste wächst stetig an.

### Kostenpflichtige Services

In gleichem Maße, wie die Einbindung von Internet-Diensten die Möglichkeiten einer IoT-Anwendung erweitern, erfordern sie auch ein Umdenken beim zugrundeliegenden Geschäftsmodell. Die Nutzung vieler Services ist mit Kosten verbunden, die über den gesamten Produkt-Lebenszyklus anfallen werden und häufig signifikant vom Verhalten des Anwenders - beispielsweise von der Art und Intensität der Nutzung - abhängig sind. Durch den Kaufpreis lassen sich diese Betriebskosten in der Regel nicht oder nur teilweise decken. Es liegt daher nahe, Eigenschaften des IoT-Produktes selbst als Service anzubieten und den jeweiligen Kunden nutzungsabhängig in Rechnung zu stellen. Dies kann letztlich dazu führen, dass die Kosten für das physikalische Produkt zunehmend in den Hintergrund treten - am Ende dieser Transformation steht die Bereitstellung der gesamten IoT-Anwendung als kostenpflichtiger Service.

Es ergibt natürlich keinen Sinn IoT-Funktionalitäten in Produkte zu integrieren, nur weil es technisch möglich ist. Stattdessen muss sich für den Kunden ein signifikanter Mehrwert ergeben. Es ist daher eine elementare Notwendigkeit, diesen Mehrwert dem jeweiligen Kunden sichtbar und zugänglich zu machen, um die für Anschaffung und Betrieb der IoT-Anwendung entstehenden Mehrkosten zu rechtfertigen. Die für Kunden relevanten Mehrwerte lassen sich in der Regel den drei in der nachfolgenden Übersicht genannten Punkten zuordnen:

- ▶ Verbesserung der Betriebs-Effizienz durch Einsparen von Zeit, Ressourcen und Geld
- ▶ Verbesserung der Kundenzufriedenheit und Loyalität durch die Analyse von Nutzungsdaten
- ▶ Schaffung zusätzlicher Einnahmekanäle durch erweiterte oder neue Geschäftsmodelle

Die jeweiligen Mehrwerte müssen in IoT-Anwendungen immer im Vordergrund stehen, weil sie einen unmittelbaren Einfluss auf den Erfolg des Produkts haben. Letztlich diktiert sie alle für die Implementierung relevanten technischen und kommerziellen Parameter, also beispielsweise auch die möglichen Einsparungen oder Effizienzsteigerun-

KATEGORIE	VERFÜGBAR SEIT	FOKUS AUF	EINFLUSS AUF DAS GESCHÄFTSMODELL
Smart Product	> 30 Jahre	Intuitive Bedienung	Unbedeutend
Connected Product	zirka 15 Jahre	Entfernte Bedienung und Wartung	Gering – Flexibilisierung weniger Geschäftsparameter möglich
IoT Product	wenige Jahre	Mehrwert durch Einbettung von Internet Dienste und Auswertung der Nutzungsdaten	Weitreichend – ermöglicht beziehungsweise erfordert Transformation zu Service basiertem Angebot

gen. Der erste Meilenstein im IoT-Projekt besteht daher in einer genauen Analyse der Mehrwerte. Dieser haben sich alle folgenden Entscheidungen, einschließlich der Auswahl von Protokollen, Funkstandards und elektronischen Bauteilen, unterzuordnen. Das Ergebnis dieser Analyse kann allerdings auch sein, dass eine Produktidee für das Internet der Dinge nicht oder zumindest noch nicht wirtschaftlich umsetzbar ist.

### Offene und vertrauensvolle Zusammenarbeit

IoT-Funktionalität dient nicht nur zum Erweitern technischer Produkte, sondern kann auch zur Digitalisierung und Flexibilisierung vieler klassischer Dienstleistungen genutzt werden. Je weniger Erfahrung dabei in der Elektronik- und Software-Entwicklung vorhanden ist, umso mehr externes Know-how muss in Anspruch genommen werden. Die Notwendigkeit der strikten Ausrichtung am angestrebten IoT-Mehrwert erfordert ein detailliertes Verständnis der Ausgangssituation sowie des gewünschten Ergebnisses. Eine möglichst offene

und vertrauensvolle Zusammenarbeit zwischen Auftraggeber und IoT-Dienstleister ist daher unumgänglich.

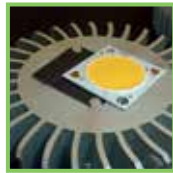
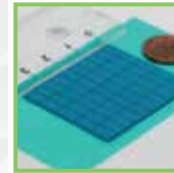
Am Markt wird eine Vielzahl von IoT-Entwicklungs- und Integrations-Dienstleistungen angeboten, so dass die Auswahl des oder der Wunschpartner unter Umständen nicht leicht fällt. Die meisten Anbieter konzentrieren sich zudem auf bestimmte Bereiche im IoT-Spektrum und weisen Lücken an anderer Stelle auf. Lieferanten von IoT-Building-Blocks wie etwa Sensoren, Gateways und Cloud Services können meist nicht alle erforderlichen Produktkategorien abdecken oder müssen sich auf eine kleine Auswahl beschränken, die nicht immer allen Anforderungen gerecht werden kann. Demgegenüber stehen den IoT Solution Architects von Arrow Electronics alle relevanten Produkte und Services zur Verfügung, um tatsächlich End-to-end IoT-Lösungen anbieten und Kunden bei der Implementation unterstützen zu können.

Weitere Informationen zu Arrow Electronics finden Sie im Business-Profil auf Seite 14.

ALL YOU NEED TO MANAGE YOUR HEAT

## ICT SUEDWERK® TIM SOLUTIONS & SERVICES

INSPIRED CUSTOMIZED TIM SOLUTIONS



Ihre TIM Lösung ist nur  
einen Klick weit entfernt

[www.ict-suedwerk.de](http://www.ict-suedwerk.de)






ICT SUEDWERK GmbH

Bajuwarenring 12a  
82041 Oberhaching  
Germany

T +49 (0)89 21 23 102-0  
F +49 (0)89 21 23 102-10  
e info@ict-suedwerk.de

INSPIRED CUSTOMIZED TIM SOLUTIONS

# PRODUKTIONSZUWÄCHSE GENERIEREN

Wer Produktionsvorteile nutzen möchte, kommt am industriellen Internet der Dinge nicht vorbei. Industrieanlagen müssen dafür netzwerkfähig sein, um entsprechendes Feedback zu liefern. Eine Lösung für die Verbindung zum IIoT können vorzertifizierte Funkmodule sein.

TEXT: Mark Patrick, Mouser BILDER: Mouser

Das Herz der industriellen Automatisierung ist die Steuerung, besonders wenn sie programmierbar oder adaptiv ist. Feedback ist dabei ein wesentlicher Bestandteil. Jeder Ingenieur wird bestätigen können, dass Rückkopplungs-Schleifen für eine Steuerung unentbehrlich sind. Daher wird die Steuerung vieler Applikationen unterstützt durch quantitatives Messen einer Regelkreisausgabe als Ergebnis eines veränderten Inputs.

Ein wichtiger Bestandteil von Feedback und Steuerung in elektromechanischen Anwendungen sind Sensoren. Die Analyse der von ihnen generierten Daten treibt die Entwicklung der industriellen Automatisierung voran. Vorteile der Datenanalyse sind im Finanzsektor schon lange bekannt. Jetzt führt der Umstand, dass industrielle Datenauswertung in allen Bereichen zu Produktivitätszuwächsen führen kann, zur treibenden Kraft hinter der Entwicklung des Industrial Internet of Things (IIoT).

## Aufbau eines Ökosystems

Als Teil des viel größeren Internet of Things – auch bekannt als das Internet of Everything – birgt das IIoT ein gewaltiges Potenzial: Es ist ein Markt, dessen Wert in ein paar Jahrzehnten voraussichtlich im Bereich von Billionen liegen wird. Solange es sich weiterentwickelt, lässt seine Umsetzung Raum für Interpretation; Unternehmen jeglicher Größe können Teil dieser Entwicklung sein. Alles, was Produktivität mit Hilfe des IIoT erhöht, wird vor allem für scharf kalkulierende Unternehmen von großem Interesse sein.

Eine IIoT-Strategie voll auszuschöpfen, erfordert tatsächlich mehr als nur einen Sensor, der den Lagerverschleiß oder den Durchfluss einer Flüssigkeit misst. Es bedarf eines ganzen

Ökosystems an Hardware, Software und Services. Zusammen bilden sie einen geschlossenen Kreislauf und geben wichtige Einblicke in Prozesse. In diesem neuen Umfeld werden kleine, agile Unternehmen mit größeren zusammenarbeiten und Kooperationen entwickeln. Dank dem IIoT wird diese Zusammenarbeit alltäglich.

Ein Gerüst für das IIoT setzt sich aus vielen Elementen zusammen: von der Datenerfassung, -sicherung und -übertragung auf einen Server, über das Erarbeiten und Auswerten von Ergebnissen, bis dahin, diese auch umzusetzen. Unternehmen, die am stärksten vom IIoT profitieren, sind nicht zwangsläufig für die Umsetzung eines solchen Frameworks geeignet. Stattdessen werden Provider ihren Kunden den Nutzen des IIoT nahe bringen müssen. Das macht sich bereits daran bemerkbar, dass sich Unternehmen neu positionieren und Teile oder auch die gesamte Infrastruktur eines IIoT anbieten. Electric Imp beispielsweise bietet jetzt eine Connectivity Plattform an, die Hardware, Software einschließlich eines Betriebssystems, Cloud-basierte Dienste und Management-Tools umfasst. Einige Kunden aus unterschiedlichen Branchen nutzen diese Plattform bereits, um Echtzeitdaten zu sammeln, beispielsweise bei industriellen Kühlanlagen, HVAC-Systemen und Produktionsanlagen.

## Drahtlosverbindungen liefern Feedback

Mit Sensoren lassen sich zwar fast alle physikalischen Parameter messen, allerdings ist es die Netzwerkfähigkeit, die ein IIoT-Framework mit Feedback versorgt. Die oft großen, in anspruchsvollen Umgebungen angebrachten oder sich ständig in Bewegung befindlichen Industrieanlagen zu vernetzen, ist keine leichte Aufgabe. Verkabelte Konzepte, wie zum Beispiel CAN, In-

Abbildung 1: Das Wizard-Gecko-Modul bietet Silicon Labs mit einem Software Development Kits an.



dustrial Ethernet oder RS232/422, gibt es zwar viele. Sie haben aber alle den gleichen Nachteil: Sie erfordern eine physische Verbindung.

Immer mehr Applikationen profitieren von Funkverbindungen - allein die Flexibilität, die durch den Verzicht auf Kabel entsteht, ist ein großer Vorzug. Die meisten Drahtlosprotokolle wurden konzipiert um Sicherheit und Stabilität zu bieten und funktionieren fast überall. Wegen der erheblichen Nachfrage im Consumerbereich ist die Hardware für Funkverbindungen inzwischen fast unerschämmt günstig. Dadurch sind Hersteller von Modulen in der Lage, mit den Kosten drahtgebundener Netzwerke mitzuhalten, dabei jedoch die inhärenten Vorteile drahtloser Verbindungen auszuspielen.

Neben seiner Plattform bietet Electric Imp auch Komponenten für eine IIoT-Lösung, einschließlich WLAN-Module, die IoT-Knotenpunkte mit seinem Cloud-Service verbinden. Das Smart-Modul LBWA1ZV1CD-716 wird von Murata Electronics hergestellt und vereint ein WLAN-Modul von Broadcom mit einem leistungsstarken, auf ARM-Cortex-M4-basierenden Mikrocontroller von STMicroelectronics. Die Größe des Moduls beträgt 10 mm x 7,9 mm x 1,25 mm. Es besitzt 23 Ein- und Ausgänge, die als analoge I/Os, SPI, UART, I2C oder universelle Digital-I/O konfiguriert werden können. Aufgrund der Flexibilität seiner Ein- und Ausgänge sowie seiner Fähigkeit, Anwendungen auszuführen und sich direkt mit allen I2C-fähigen Sensoren zu verbinden, lässt sich das Modul mit nur minimalem Konfigurationsaufwand in ein IIoT implementieren.

Electric Imp bietet außerdem einen integrierten Zugang zu den Cloud-Services an. Manche Anwendungen erfordern jedoch

einen offeneren Ansatz, da sie auch auf andere Netzwerke oder Serviceprovider zugreifen müssen. In diesem Fall kann mehr Middleware für die Verbindung mit dem Backend erforderlich sein. Modulentwickler verstehen das glücklicherweise und bieten jetzt Module mit Software Development Kits (SDKs), wie den Wizard Gecko WGM110A1MV1 von Silicon Labs.

Basierend auf einem ARM Cortex-M3-Mikrocontroller und einem WLAN-Chipsatz, ist das Modul imstande, IoT-Applikationen selbständig durchzuführen. Bei komplexeren Anwendungen kann es auch neben einem üblicherweise leistungsfähigeren Host-Prozessor laufen, der per UART, SPI oder USB verbunden ist. In diesem Modus wird das Modul über den Host mit dem API von Silicon Lab gesteuert, das in C geschrieben ist und auf dem Host-Prozessor neben der IoT-Applikation läuft.

## Von WLAN zu PAN

WLAN ist zwar eine Alternative zu Ethernet- oder LAN-Verbindungen, inzwischen findet die Technologie hinter Personal Area Networks (oder PAN) ebenso ihren Weg in die Industrie. Bluetooth und jetzt Bluetooth 4.0, auch Bluetooth Smart oder Bluetooth Low Energy beziehungsweise BLE genannt, ist eine Standardlösung die Peer-to-Peer-Verbindungen oder Ad-Hoc-Netzwerke über kürzere Distanzen herstellt. Das gilt insbesondere für Applikationen, die beispielsweise regelmäßig Daten über ein Handterminal erfassen. Das ENW-89847A1KF PAN1760 von Panasonic ist ein BLE-Smart-Modul, das auf dem TC35667 von Toshiba aufbaut. Mit Abmessungen von 15,6 mm x 8,7 mm x 1,8 mm bietet es eine vorzertifizierte Lösung, die neuen oder bestehenden Industrieapplikationen Bluetoothfähigkeit hinzufügt.

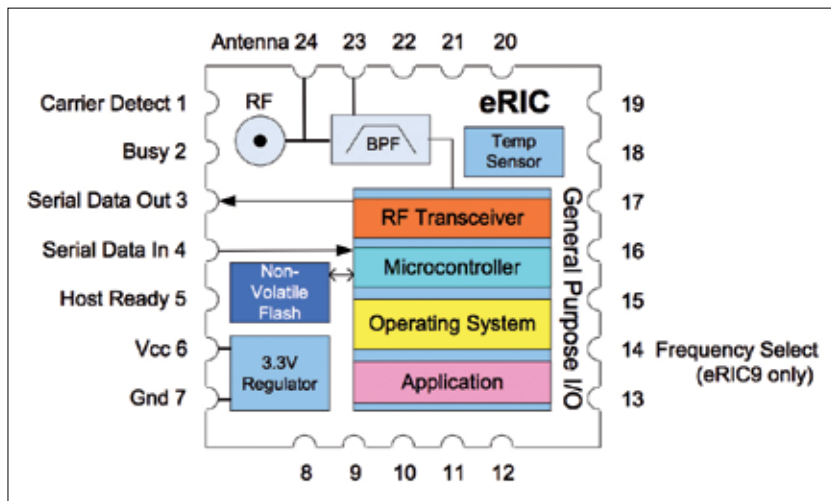


Abbildung 2: Das Funkmodul ERIC9-FCC verwendet statt dem IEEE-Protokoll ein eigens entwickeltes EasyRadio-Protokoll. Es besitzt außerdem eine integrierte 128-Bit-AES-Verschlüsselung und einen Temperatursensor.

Wird einer Anlage nachträglich Drahtloskonnektivität hinzugefügt, was wahrscheinlich bei vielen industriellen Anwendungen der Fall sein wird, kann es von Vorteil sein, ein spezialisiertes Modul zu nutzen, das mit einfachen Befehlen über vorhandene Mikrocontroller und Prozessoren gesteuert wird. In diesem Fall ist die Portierung oder Neuentwicklung der gesamten Applikation nicht zwingend notwendig. Es ist sogar möglich, einen vorhandenen, drahtgebundenen Anschluss ohne großen Entwicklungsaufwand durch ein Drahtlosmodul zu ersetzen. Eine Lösung für diesen Fall bietet das Bluetooth-Modul RN4020-V/RM120 von Microchip Technologies. Das Modul unterstützt eine Reihe von Bluetooth-Services und wird mit ASCII-Befehlen über den Host-Prozessor gesteuert.

## Sub-GHz

Durch den Betrieb im 2,4-GHz-Frequenzbereich des lizenzfreien ISM-Bands (Industrial, Scientific and Medical) bieten WLAN- und Bluetooth-Module einen einfachen Zugang zu Drahtlosverbindungen. Industrieanlagen können so mit WLAN-Fähigkeit ausgerüstet werden – von Anfang an oder später als Add-on. Wenn allerdings die benötigte Reichweite über der von PAN oder WLAN liegt, die Bandbreite jedoch relativ klein ist, etwa nur ein paar Hundert Bytes, bieten sich Funklösungen im Sub-1-GHz-Band an.

Das Modul ERIC9-FCC ist Teil der „Easy Radio Intelligent Controller“-Produkten (eRIC) von LPRS. Für britische und europäische Applikationen wird es im 868-MHz-Bereich betrieben, in den USA und Kanada mit 915 MHz. Es ist für die Anforderungen von ETSI (in Europa) und FCC (USA) vorzertifiziert. Statt das

IEEE-Protokoll zu nutzen, hat LPRS sein eigenes EasyRadio-Protokoll entwickelt, das im Modul integriert ist. Das Modul verfügt außerdem über ein EasyRadio-Betriebssystem, das den Aufbau einer Drahtlosverbindung vereinfachen soll und den Zugriff mittels vordefinierter Funktionen erlaubt. Das oberflächenmontierbare Bauteil ist 15 mm x 20 mm x 2,2 mm groß und mit einer 128-Bit-AES-Verschlüsselung sowie einem Temperatursensor ausgestattet.

## Wichtige erste Schritte

Das Industrial Internet of Things mag nur ein Teil des viel größeren Internet of Everything sein, doch ist es ein sehr bedeutender Teil. Analysen lassen darauf schließen, dass das IIoT in Zukunft mehr als die Hälfte des gesamten IoT ausmachen wird. Allein wegen seiner potentiellen Produktivitätsvorteile dürfte die Einführung des IIoT nur eine Frage der Zeit sein. Außerdem könnten die vielen, dann vorliegenden Leistungsdaten die Rentabilität kommender industrieller Applikationen exponentiell steigern.

Die Vernetzung vorhandener Geräte mit Cloud-Services und WLAN-Fähigkeit in Form vorzertifizierter Module zeichnen sich als wichtige erste Schritte ab. Mit der Menge an vorhandenen Modulen – und es werden mit Sicherheit mehr kommen – können bestehende und zukünftige Industrieanwendungen alle Vorteile aus dem IIoT ziehen. Eventuell wird die Umstellung sogar per Plug-and-Play über die Bühne gehen.

Weitere Informationen zu Mouser Electronics finden Sie im Business-Profil auf Seite 42.

# PASSIVE BAUELEMENTE



BILD-SPONSOR: WÜRTH ELEKTRONIK EISOS

**72 Im Rampenlicht**  
Würth Elektronik eiSos

**74 Große und kleine Leistungselektronik**  
Alexander Gerfer, Würth Elektronik eiSos

**75 Taktgeber gehen einen Schritt weiter**  
Yasunobu Ikuno, Codico

**78 Klassiker mit Zukunftsaussichten**  
Alexander Stöckel, Zettler

**80 Höhere Leistungsdichte**  
André Tausche, FTCAP

**82 Hochfrequente Störungen dämpfen**  
Ranjith Bramanpalli, Würth Elektronik eiSos

# IM RAMPENLICHT

Die passiven Bauelemente von Würth Elektronik eiSos sind für viele verschiedene Anwendungen geeignet. Ein genauer Blick offenbart interessante Details.

TEXT: Würth Elektronik eiSos BILDER: Dominik Gierke

## Im Gleichtakt

Die THT-Gleichakttdrossel WE-LPCC wurde für Anwendungen bis zu 250 V<sub>AC</sub> entwickelt. Sie zeichnet sich durch ihre Dämpfung von über 30 dB und ihre stabile Streuinduktivität und Stromtragfähigkeit aus.

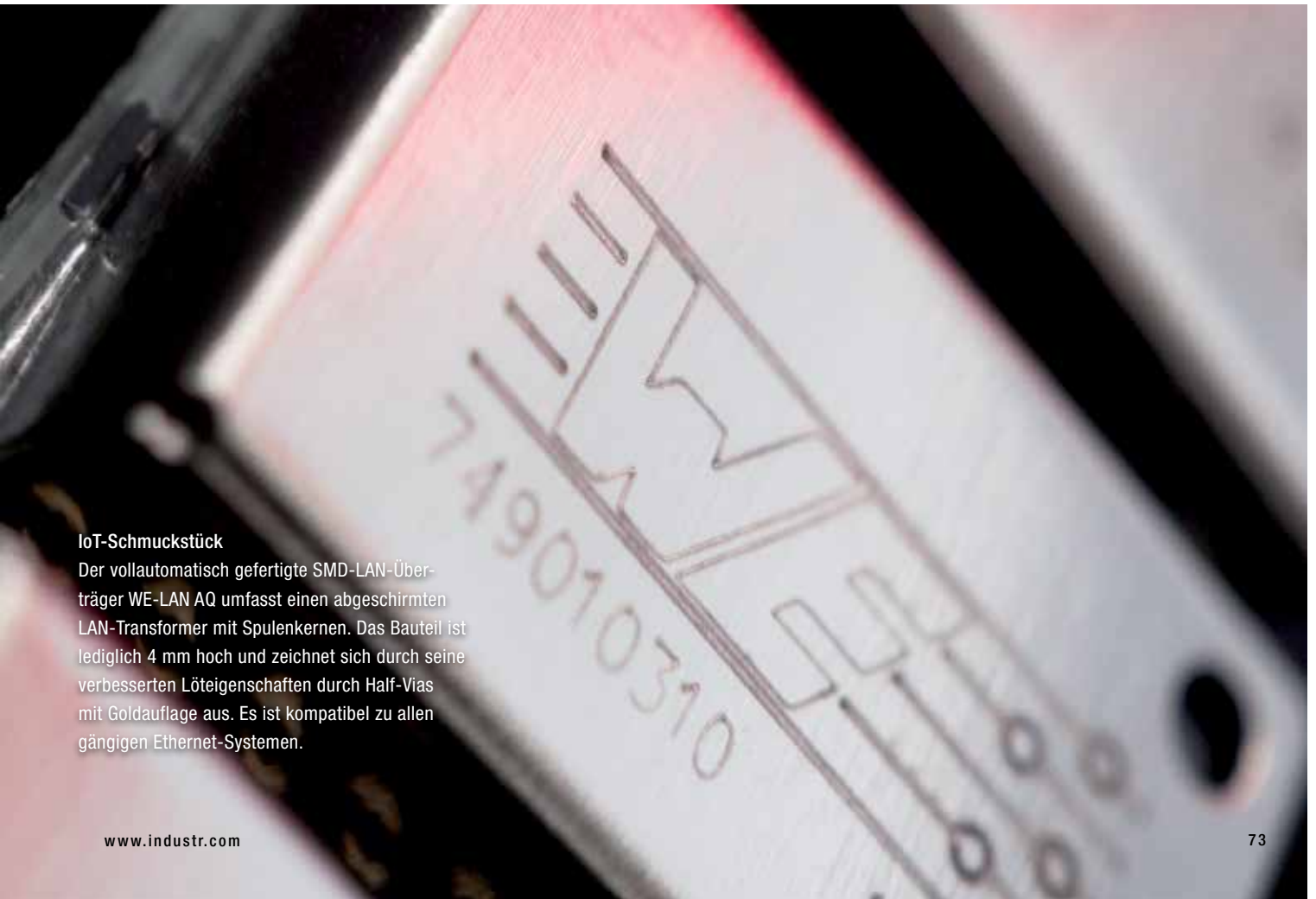


**Sehr zuverlässig**

Redcube Terminals bieten einen sehr zuverlässigen Hochstromanschluss auf der Leiterplatte. Niedrige Übergangswiderstände garantieren eine geringe Eigenerwärmung. Vier Bauformen decken alle relevanten Bestückungstechnologien ab und ermöglichen eine Vielzahl von Anwendungsmöglichkeiten.

**IoT-Schmuckstück**

Der vollautomatisch gefertigte SMD-LAN-Überträger WE-LAN AQ umfasst einen abgeschirmten LAN-Transformer mit Spulenkernen. Das Bauteil ist lediglich 4 mm hoch und zeichnet sich durch seine verbesserten Löteigenschaften durch Half-Vias mit Goldauflage aus. Es ist kompatibel zu allen gängigen Ethernet-Systemen.



# GROSSE UND KLEINE LEISTUNGSELEKTRONIK

In der Elektronik ist es wichtig, nicht nur auf die Bauteile an sich, sondern auch auf deren Zusammenspiel zu achten. Die Bauelemente müssen Hand in Hand gehen, sonst funktioniert das gesamte Design nicht. Zwei Trends aus der Leistungselektronik erschweren die Auswahl passiver Bauelemente.

Die Miniaturisierung fordert die Elektronikentwickler derzeit besonders heraus. Mobile Anwendungen und die damit einhergehend längere Batterielebensdauer oder sogar die energieautarke Versorgung sind dabei wichtige Punkte. Wenn bei solchen Anwendungen die Prototypen nicht einwandfrei funktionieren oder die Effizienz nicht erreicht wird, sucht man den Fehler meist bei den passiven Bauelementen. Diese müssen fehlerfrei funktionieren. Doch die Realität ist oft eine andere. Es gibt eine Vielzahl von passiven Bauelementen basierend auf verschiedenen Fertigungstechnologien und Rohmaterialien. Von außen mag ein Bauteil des einen Herstellers genauso aussehen, wie das eines anderen Anbieters. Jedoch ist Widerstand nicht gleich Widerstand, Kondensator nicht gleich Kondensator und Induktivität nicht gleich Induktivität. Umso überraschter sind viele Experten, ob nun Ray Ridley oder Nikolaus Seibt, aber auch ich persönlich, wie Einkaufsorganisationen da mehr wissen zur Bauteilqualität und Anwendungsfeldern als wir, die Ingenieure und Techniker, die diese Bauteile designen, erproben und langwierig getestet haben. Ist der Preis das allentscheidende Kriterium?

Die Hochleistungselektronik, basierend auf Siliziumcarbid (SiC) oder Gallium-Nitrid (GaN), ist eine weiterer aktueller Trend. Bei High-Power-Anwendungen wird zunehmend Siliziumcarbid als Substrat für Halbleiter eingesetzt. Und natürlich müssen andere Systemkomponenten zu den neuen Substraten passen, auch die passiven Bauelemente. Die Elemente zur Spannungswandlung müssen verlustarm sein und höheren Temperaturen standhalten können. In diesem Bereich sind schon erste verbesserte Bauelemente reif für den Markt. Bei der Induktivität wurden Bauteile mit höherer Leistungsdich-



Alexander Gerfer

CTO von  
Würth Elektronik eiSos  
eisos@we-online.de

te und weniger Kernverlusten entwickelt. Ebenso bieten Kondensatoren immer höhere Speicherdichten und geringere HF-Verluste an. Nachdenken sollte man aber auch über die Topologie, die Anordnung von verbundenen Geräten innerhalb einer Netzstruktur. Und nicht nur in bestehenden Stromkreisen die aktiven Bauelemente tauschen und Spannungsbereiche erweitern. Das alleine führt nicht zur bestenmöglichen Effizienz.

Aber auch im Bereich der Kleinstleistungselektronik sind eine Vielzahl neuer Bauelemente entstanden. Speicherdrosseln in SMD mit hoher Strombelastbarkeit und geringen AC-Kernverlusten ermöglichen die Realisierung neuer Anwendungen. Während der Bauteilwahl empfiehlt sich immer, nicht nur dem reinen Angebot Beachtung zu schenken, sondern auch dem Erfahrungsschatz und Support des Bauteilherstellers. Denn diese haben die Bauteile designen, erproben und langwierig getestet. Auch die besten Bauelemente helfen nicht, wenn sie sich in einer ungünstigen Anordnung gegenseitig aufheizen. Die Verbesserungen des Temperaturverhaltens müssen auch aus EMV-Sicht gut sein.

Die Hersteller von Bauelementen sind in der Pflicht, hochwertige Komponenten mit definierten Eigenschaften zu liefern. Jedoch können auch die besten Bauteile ein suboptimales Design nicht ausgleichen. In solch einer Situation ist es von Vorteil, wenn man schnell einen kompetenten Rat zur Stelle hat. Komponenten sind nur ein Teil der Lösung. Serviceangebote wie Design-in-Unterstützung oder EMV-Beratung sind Gold wert und beschleunigen das Time-to-Market. Wer Märkte zuerst bedient, bestimmt die erzielbaren Preise. Das sollten auch der Einkauf immer fest im Blick haben.

# TAKTGEBER GEHEN EINEN SCHRITT WEITER

Als Alternative zu Taktgebern etablieren sich zunehmend MEMS-Oszillatoren. Bereits bei der Genauigkeit schneiden sie besser ab als auf Quarz basierende Oszillatoren. Mit einer neuen MEMS-Struktur bauen sie nun ihre Verwendbarkeit aus.

**TEXT:** Yasunobu Ikuno, Codico **BILD:** Fotolia, Evgeniiand

Heutige Netzwerkanwendungen entwickeln sich laufend weiter. Kommunikationsprotokolle für das Internet der Dinge (IoT) übertragen mehr Daten als bisher. Globale Navigationssatellitensysteme (GNSS) streben immer höhere Genauigkeiten an, um die exakte Position bei selbstfahrenden Autos ermitteln zu können. Mit Hilfe kleiner Femtozellen und kleinen Basisstationen weitet sich die Netzwerk-Kommunikation aus, um höhere Datenraten und geringere Paketverluste zu erreichen.

Taktgeber innerhalb dieser Systeme entwickeln sich ebenfalls weiter. Um mehr Daten übertragen zu können, ist eine höhere Frequenzstabilität erforderlich. Für den Einsatz unter widrigen Bedingungen wird der Ruf nach größeren Temperaturbereichen lauter. Außerdem sollen die Geräteabmessungen kleiner werden, bei gleichzeitig mehr Funktionalitäten. Die Technologie der Taktgeber muss diesen Anforderungen gerecht werden.

## Nachteile der Quarzkristalltechnologie

Für Taktgeber waren Quarze bisher die erste Wahl. Ihre Vorteile bestehen darin, dass sie sich einfach verarbeiten und verkleinern (Downsizing) lassen und sehr kosteneffizient sind. Das Hauptargument für diese Technologie ist jedoch ihre Sta-

bilität, weshalb sie beinahe ein Jahrhundert lang unangefochten an der Spitze stand.

Heutzutage werden bei GNSS-Anwendungen temperaturkompensierte Oszillatoren (TCXOs) mit einer Frequenztoleranz von  $\pm 0,5$  ppm (parts per million) eingesetzt, um die exakte Position zu ermitteln. TCXOs beziehungsweise OCXOs (beheizte Quarzoszillatoren) mit einer Frequenztoleranz von  $\pm 0,1$  ppm werden in Pico- oder Femtozellen verwendet, um Call-Drops oder Leitungsverluste zu vermeiden.

Ein signifikanter Nachteil der Quarze ist die Empfindlichkeit gegenüber Umwelteinflüssen. Um die Frequenz langfristig stabil zu halten, müssen sie hermetisch abgeschirmt werden. Die Alterung von Quarzprodukten ist hauptsächlich auf den Austritt des Gases im Gehäuse zurückzuführen. Quarzblanks sind zudem mechanisch empfindlich. Die Härte des Quarzes beträgt zwar 7 auf der Mohs-Skala, was einer höheren Härte als Eisen entspricht, die Stärke des Blanks fällt mit lediglich 0,1 mm jedoch dünn aus.

Prinzipiell sind die derzeit erhältlichen Quarzprodukte robust genug, um ihren Einsatz unter widrigen Bedingungen zu rechtfertigen. Frequenztoleranzen von TCXOs liegen bei bis zu  $\pm 0,5$  ppm bei  $-40$  bis  $105$  °C. Das Problem bei den quarzbasier-



Moderne Kommunikationssysteme benötigen Taktgeber mit einer hohen Frequenzstabilität und einem breiten Temperaturbereich. In vielen Anwendungen kommen dabei mittlerweile MEMS-Oszillatoren anstatt Modellen aus Quarz zum Einsatz.

renden Produkten besteht jedoch darin, dass sie selbst durch kleine Erschütterungen, Schwingungen, Spannungsschwankungen oder Luftströme beeinträchtigt werden können. Zwar mögen diese Nachteile heute noch vertretbar sein, es ist aber unklar, wie Quarze mit den Netzwerkanwendungen der Zukunft zurecht kommen werden.

### MEMS-Oszillatoren mit dualer Architektur

Als neue Technologie scheinen sich MEMS-Oszillatoren (mikroelektromechanische Systeme) durchzusetzen. Während ein gewöhnlicher CMOS-Quarzoszillator (SPXO) eine Frequenzstabilität von  $\pm 50$  ppm aufweist, erreicht ein MEMS-Oszillator bereits  $\pm 10$  ppm bei einem größeren Frequenz- und Temperaturbereich. Ebenfalls zu betonen ist die Robustheit der MEMS-Oszillatoren. Diese enthalten einen Resonator aus mehrschichtigem Silizium. Die Resonanz entsteht innerhalb dieser Schichten, sodass der MEMS-Resonator selbst nicht hermetisch abgeschirmt sein muss.

Nun hat KDS, ein Hersteller von hochwertigen Quarzen und Oszillatoren, eine neue MEMS-Struktur entwickelt, die eine noch höhere Leistung aufweist. Die neue Struktur verwendet eine duale MEMS-Technologie, das bedeutet, sie enthält zwei Resonatoren. Bei dem einen handelt es sich um einen neuen MEMS-Resonator, der widerstandsfähiger gegenüber

sowohl Schwingungen als auch Erschütterungen als Quarz ist. Der andere Resonator erfasst die Temperatur, wodurch eine bessere und schnellere Kompensation sichergestellt ist. Darüber hinaus ist die PLL-Schaltung auch gegen Netzteil-Rauschen resistent und besitzt nur einen sehr geringen Phasenjitter von 0,23 ps.

**Präzisions-Super-TCMO für Drahtlosanwendungen:** Heute nutzen IEEE1588-Uhren oder synchrones Ethernet OCXOs beziehungsweise hochstabile TCXOs, um die Anforderungen an die Frequenzstabilität des Standards Stratum 3 zu erfüllen. Eine Uhr nach Stratum 3 hat eine Freilaufstabilität von  $\pm 4,6$  ppm über 20 Jahre und eine Hold-over-Stabilität von  $\pm 0,37$  ppm über 24 Stunden, beides inklusive Frequenzfehler und unter sämtlichen Bedingungen. OCXOs haben jedoch eine hohe Leistungsaufnahme von etwa 1 W und eine Gehäusegröße von 9 mm x 6 mm. Letzteres aufgrund der Tatsache, dass der Ofen im Inneren des OCXO zum Einhalten der angemessenen Temperatur für den SC-Schnitt der Quarzblanks ein größeres Gehäuse benötigt.

Im Gegensatz zu diesen Nachteilen haben Precision Super-TCMOs einen um 70 Prozent geringeren Stromverbrauch und kleinere Gehäusegrößen von nur 6 mm x 4,9 mm bei einer Frequenzstabilität von  $\pm 0,1$  ppm. Was die Empfindlichkeit gegenüber Umwelteinflüssen betrifft, so liefern Precision

Super-TCMOs eine stabilere Performance als TCXOs, die zu Call-Drops und Datenleitungsverlusten bei kleinen Zellen neigen. Daher werden diese TCMOs bei Stratum 3 zunehmend andere Lösungen verdrängen.

**Super-TCMOs für GNSS:** Ein weiterer Super-TCMO verfügt über eine Frequenztoleranz von  $\pm 0,5$  ppm. Dieser Super-TCMO wird in industriellen und automobilen GNSS-Anwendungen Einsatz finden, die derzeit TCXOs mit einer Frequenzstabilität von  $\pm 0,5$  ppm bei einem Temperaturbereich von  $-40$  bis  $105$  °C als Taktquelle nutzen.

GNSS ist jene Anwendung, die nach Stabilität gegenüber jeder Art von kleinen Umwelteinflüssen wie etwa Luftstrom, Schwingungen, plötzliche Temperaturveränderungen oder Spannungsschwankungen verlangt. TCXOs sind sehr empfindlich gegenüber solchen Einflüssen und neigen zu kleinen Frequenzsprüngen, die zum Verlust der Positionierungsdatenpakete führen. Das ist auf die Architektur von TCXOs zurückzuführen, in der die Blanks vom IC, der die Temperatur ermittelt und die Frequenzstabilität kompensiert, getrennt sind. Diese Super-TCMOs sind gerade in diesem Bereich sehr stark. Der Resonator selbst ist robust, und die duale MEMS-Architektur kann die exakte Temperatur des Resonators ermitteln, sodass es zu keinen Schwächen gegenüber externen Einflüssen kommt. Sind die Positionierungsdaten einmal ermittelt, gehen sie nie verloren.

**Jitterarme differenzielle Oszillatoren für 10G-, 40G- und 100G-Netzwerke:** Die neue KDS-Bauweise weist zudem extrem jitterarme differenzielle Oszillatoren auf. Diese differenziellen Oszillatoren wurden für den Hochgeschwindigkeits-Datenverkehr wie 10G-, 40G- und 100G-Ethernet konzipiert, der nach Frequenzen über 100 MHz verlangt. Diese Anwendung erfordert einen differenziellen Output, bei dem Signale, die exakt entgegengesetzte Phase aufweisen, um Gleichtakt-Störspannung zu vermeiden und eine hohe Systemperformance zu gewährleisten.

Die anderen Spezifikationen deuten ebenfalls darauf hin, dass diese jitterarmen Oszillatoren eine gleiche beziehungsweise höhere Leistung liefern als Quarzlösungen. Etwa bei der Frequenzstabilität, wo quarzbasierte differenzielle Oszillatoren bestenfalls  $\pm 20$  ppm erreichen, während diese MEMS-Oszillatoren dank der neuen Struktur bis zu  $\pm 10$  ppm schaffen. Eine jitterarme Performance von 0,1 ps bis zu 0,3 ps wird ebenfalls erreicht. Weiter zeigen diese Oszillatoren einen geringeren PSNR-Wert (Signal-Rausch-Verhältnis) von 0,02 ps/mV, was Linearregler (LDOs) überflüssig macht.

**Differenzielle VCMOs (Voltage Controlled MEMS Oscillator) für Funksysteme:** Diese differenziellen VCMOs für hohe Umgebungstemperaturen und Zuverlässigkeit wurden für Wireless Repeater, CMTS (Cable Modem Termination Systems) und Rundfunksysteme konzipiert. Die Ausgangsfrequenz quarzbasierter VCXOs kann typischerweise um  $\pm 50$  ppm auf  $\pm 200$  ppm erhöht werden. Die Pull-Range-Linearität von quarzbasierten VCXOs bewegt sich üblicherweise zwischen 5 und 10 Prozent. MEMS-VCXOs unterstützen einen größeren Pull-Range-Bereich von  $\pm 25$  ppm bis  $\pm 3600$  ppm und ihre Pull-Range-Linearität beträgt lediglich 0,1 Prozent. Dadurch wird die Implementierung einer Synchronisationschleife erleichtert.

## Neue Technologie für Taktgeber

Noch stellen die MEMS-Oszillatoren eine brandneue Technologie für Taktgeber dar. Mit der Quarztechnologie wurde schon langjährige Erfahrung gesammelt und sie wird noch eine Zeit lang als primäre Taktquelle dienen. Wie sich aber bereits jetzt abzeichnet, wird die bessere Leistung der MEMS-Oszillatoren der Quarztechnologie über kurz oder lang das Fürchten lernen. Der Wendepunkt könnte sogar schneller kommen, als gedacht.

Weitere Informationen zu Codico finden Sie im Business-Profil auf Seite 19.

# KLASSIKER MIT ZUKUNFTSAUSSICHTEN

Auch im digitalen Zeitalter ist das Relais nicht wegzudenken. Sei es in der Solarbranche, der Energietechnik oder Elektromobilität, überall finden elektromechanische Relais ihren Einsatz. Neue Normen und Standards stellen Hersteller vor zusätzlichen Herausforderungen.

TEXT: Alexander Stöckel, Zettler BILD: Zettler

Am Grundprinzip elektromechanischer Relais hat sich seit rund 140 Jahren nichts verändert. Der Trend zur Miniaturisierung hat die Relais im Laufe der Jahre immer kompakter und effektiver gemacht. Bei den sogenannten Netzrelais ist inzwischen ein Grad der Miniaturisierung erreicht, der kaum noch eine weitere Verkleinerung zulässt. Bedingt durch normative Anforderungen an Luft- und Kriechstrecken, die es einzuhalten gilt, kann hier kaum noch kompakter gebaut werden.

Nichtsdestotrotz werden auch im 21. Jahrhundert weiterhin klassische Relais in vielen Applikationen eingesetzt, und können nicht durch elektronische Lösungen ersetzt werden. Gründe dafür sind unter anderem normative Forderungen in Bereichen, in denen zwingend eine galvanische Trennung des Lastkreises gefordert wird. Zudem sind weitere Vorteile in Bezug auf das Verkräften von starken Stromspitzen gegeben sowie ein niedriger Kontaktübergangswiderstand, der sich bei steigender Last noch verringert. Dadurch wird auch ein besseres thermisches Verhalten des Bauteils gewährleistet – und das ohne zusätzliche Kühlung wie bei einem Halbleiterrelais.

Für den Markt an elektromechanischen Relais erwarten die Analysten des englischen Beratungshauses IndexBox allein in Europa eine Vergrößerung von 3,7 Milliarden Euro im Jahr 2017 auf bis zu 4,2 Milliarden Euro im Jahr 2020. Elektromechanische Relais müssen neuen Anforderungen in vielen Bereichen gerecht werden, damit diese Verkaufszahlen tatsächlich auch erreicht werden können.

## Relais für hohe Einschaltströme bei Pumpen

Wie stark neue Normen und Standards die Anforderungen an Relais nach oben schrauben und die Weiterentwicklung von Standardrelais vorantreiben können, zeigt ein Beispiel aus der Energie- und Klimatechnik. Relais kommen hier in zahlreichen

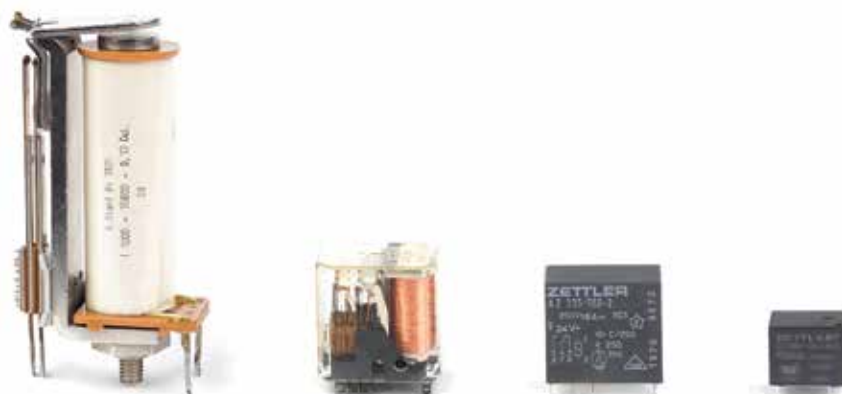
Anwendungen zum Einsatz, so auch in Heizungssystemen, in denen Relais zum Schalten der Umwälzpumpe genutzt werden.

Im Zuge der Ökodesign-Richtlinie (2009/125/EG) der Europäischen Union stellt der Gesetzgeber bei Nassläufer-Umwälzpumpen höhere Anforderungen in Bezug auf die Leistungsaufnahme. Das wird seit dem 25. November 2011 durch das Energieverbrauchsrelevante-Produkte-Gesetz (EVPG) in deutsches Recht umgesetzt. Infolgedessen müsse seit August 2015 alle neu verbauten Umwälzpumpen laut EU-Verordnung Nr. 641/20093 einen EEI (Energieeffizienz-Index) von 0,23 oder weniger aufweisen. Dieser Index errechnet sich nach einer definierten Methodik, die in der EU-Verordnung Nr. 622/20124 festgelegt wurde, und bei der die Leistungsaufnahme bei verschiedenen standardisierten Lastprofilen gemessen wird. Ab dem 1. Januar 2020 müssen dann alle in den Verkehr gebrachten Pumpen diese Richtlinie erfüllen. Auch solche, die als Ersatzteil in bestehenden Systemen verbaut werden, wie zum Beispiel bei einem Reparaturfall.

Aufgrund dieser Richtlinie werden mittlerweile fast ausschließlich drehzahlgeregelte Umwälzpumpen hergestellt, die eine wesentlich niedrigere Stromaufnahme im Betrieb aufweisen. Bedingt durch den Schaltungsaufbau verursachen sie jedoch auffallend hohe Einschaltströme. Diese können bei Fabrikaten diverser Hersteller bis zu 50 A betragen. Das erfordert auch den Einsatz von neuen Relais, die dieser Anforderung gerecht werden.

Relais für diese Art von Anwendungen müssen mit Bedacht ausgewählt werden, um die erforderliche Lebensdauer und den reibungslosen Betrieb der Heizungspumpe zu gewährleisten. Relais, die in bisherigen Heizungssystemen zum Schalten der Umwälzpumpe verwendet wurden, können unter Umständen nicht mehr eingesetzt werden. Stattdessen sind Relais erforderlich, die speziell für hohe Einschaltströme ausgelegt sind, um beim Prellen der Kontakte im Einschaltmoment ein Verschweißen zu verhinderen.

Abbildung 1: Eine weitere Miniaturisierung von Relais ist fast nicht mehr möglich.



dern. Das wird zum Beispiel beim AZ764-1AT von Zettler durch den Einsatz eines geeigneten Kontaktmaterials sowie durch eine spezielle Justierung des Relais realisiert.

## Herausforderung bei Ladestationen

Im Bereich der erneuerbaren Energien sind elektromechanische Relais ebenfalls nicht wegzudenken. Hier kommen Leistungsrelais zum Beispiel in Ladestationen für Elektrofahrzeuge und bei elektrischen Antriebssystemen zum Einsatz. Insbesondere beim Laden von Fahrzeugen über Kabel sind besondere Anforderungen zu berücksichtigen, um die Sicherheit des Anwenders aufgrund der Spannungen, die beidseitig am Kabel auftreten können, zu garantieren.

Bei den in der Norm EN 61851 vier standardisierten Ladebetriebsarten, ist insbesondere das Laden in der Ladebetriebsart 2 für Schaltrelais eine Herausforderung. Die in das Ladekabel integrierte Elektronik IC-CPD (In-Cable Control- and Protecting Device) übernimmt hier die Sicherheits- und Kommunikationsfunktionen beim Anschluss an das Stromnetz. Die darin verbauten Relais müssen zum Beispiel eine hohe Kurzschlussstromfestigkeit von bis zu 1,5 kA aufweisen. Bei dieser Strombelastung treten elektrodynamische Kräfte (Lorentzkraft) auf, die der Kontaktkraft des Relais entgegenwirken. Durch die sinkende Kontaktkraft und das teilweise Öffnen der Kontakte steigt im Extremfall die Temperatur so stark an, dass die Kontakte verschweißen.

Die Norm IEC 62752:2016 fordert hier ein erhöhtes Maß an Sicherheit und schreibt eine Kurzschlussstromfestigkeit von 1,5 kA vor. Das lässt sich auf zwei Arten erfüllen: Um eine hohe Zuverlässigkeit des Relais sicherzustellen und das Verschweißen der Kontakte zu verhindern, entwickelte Zettler eine speziell gebogene Kontaktfeder. Dank dieser patentierten Konstruktion wird die Kontaktkraft mit zunehmendem Strom verstärkt, anstatt

ihr entgegenzuwirken. Das AZSR140 Relais erlaubt so Schaltströme von 40 A und erfüllt die geforderte Kurzschlussstromfestigkeit von 1,5 kA bei einer Halteleistung von 200 mW.

Eine weitere Möglichkeit, die IEC 62752:2016 zu erfüllen, ist ein in das Relais integrierter Rückmeldekontakt. Dadurch wird sofort signalisiert, wenn ein Kurzschluss auftritt oder im Fehlerfall ein Verschweißen der Kontakte stattfindet. Das Laden wird automatisch und umgehend unterbrochen. Relais, die über diese Art von Monitoring verfügen, entsprechen hohen Sicherheitsrichtlinien und ermöglichen einen hohen Grad an Schutz, um in sicherheitskritischen Applikationen eingesetzt zu werden. Für Ladeeinrichtungen nach Mode 2 eignen sich zum Beispiel die Zettler Relais AZSR116/132/140, die über einen potentialfreien N.C. (1 Form B) Rückmeldekontakt verfügen.

## Aufschwung durch neue Applikationen

Welche Normen und Standards auch in Zukunft auf die Relais-Hersteller zukommen, eines kann jedoch ganz klar konstatiert werden: Die Zukunftsaussichten für elektromechanische Relais sind durchweg positiv. Immer wieder wurde in den vergangenen Jahrzehnten der schleichende Tod der Relais prophezeit. Aus Sicht der Relais-Hersteller hat sich diese Voraussage jedoch nicht erfüllt. Ganz im Gegenteil haben neue Applikationen in neuen Märkten wieder Aufschwung gegeben. Zudem punkten die elektromechanischen Relais nach wie vor mit ihren unschlagbaren Vorteilen wie zum Beispiel der Robustheit. Darüber hinaus sind sie in vielen Fällen nach wie vor eine kostengünstige Alternative zu elektronischen Lösungen. Die Zeichen stehen gut und auf Wachstum – und das langfristig. Ein Ende der Relais in der modernen Elektronikfertigung ist somit lange noch nicht absehbar.

Weitere Informationen zu Zettler finden Sie im Business-Profil auf Seite 60.

# HÖHERE LEISTUNGSDICHTE

Wie sich die Leistungsdichte von Elkos erhöhen lässt, ist bekannt. Allerdings steigt dabei die Temperatur. Mit einem speziellen Gehäuse-Design lässt sich dem entgegensteuern. Bei Folkos kann die Leistungsdichte hingegen mit einem einbaufertigen Modul erhöht werden.

TEXT: André Tausche, FTCAP BILDER: FTCAP

In der Leistungselektronik wird immer wieder nach neuen Wegen gesucht, um die Leistungsdichte passiver Komponenten, zum Beispiel von Aluminium-Elektrolytkondensatoren und von metallisierten Folienkondensatoren, zu erhöhen. Der Hersteller FTCAP hat sich in beiden Segmenten mit der Entwicklung neuer Lösungen beschäftigt, die zu der gewünschten hohen Leistungsdichte führen. Das konnten die Konzepte in Vergleichstests beweisen.

## Bessere Anpassung an den Kühlkörper

Eine höhere Leistungsdichte von Aluminium-Elektrolytkondensatoren (Elkos) ist auf zwei Wegen möglich: Dafür muss entweder der Ripplestrom bei gegebenem Volumen des Kondensators erhöht oder das Volumen bei gleichbleibendem Ripplestrom verkleinert werden. Dabei steigt die Umgebungstemperatur auf 150 °C oder mehr. Um die Zuverlässigkeit der Komponente nicht zu beeinträchtigen, ist eine Kühlung erforderlich. Daher sind die thermischen Eigenschaften des Kondensators von größter Bedeutung. Der Wärmewiderstand  $R_{th}$  entscheidet über die Stabilität der Komponente unter bestimmten Lastzuständen.

Aluminium-Elektrolytkondensatoren bestehen aus imprägnierten, gewickelten Aluminiumfolien als Anode beziehungsweise Kathode sowie einer Papier-Zwischenlage. Der Wärmewiderstand des Wickels ist in radialer Richtung höher als in axialer Richtung, wo die metallische Leitfähigkeit des Aluminiums unterstützend wirkt. Der Wärmewiderstand  $R_{th}$  verhält sich umgekehrt proportional zur Oberfläche des Gehäuses.

Auf Basis dieser Gegebenheiten entstand bei FTCAP die Idee, die thermischen Eigenschaften von Elkos durch eine Vergrößerung der Gehäuseoberfläche zu verbessern. Dafür entwickelten

die Ingenieure kubische axiale Kondensatoren mit einem hermetisch laserverschweißten Alugehäuse. Denn im Vergleich zu einem herkömmlichen becherförmigen Gehäuse erreicht die kubisch axial geformte Variante eine um 27 Prozent vergrößerte Oberfläche, die sich in mehrfacher Hinsicht positiv auswirkt, wie Untersuchungen ergaben.

Ein Versuch, der die thermischen Eigenschaften der Kondensatoren mit unterschiedlich geformtem Gehäuse vergleicht, bestätigt das Konzept. Dafür wurden zwei axial verbleite Kondensatoren gegenübergestellt, für die dieselben Wickel- und Elektrolytmaterialien verwendet wurden: Kondensator 1 befand sich im herkömmlichen Bechergehäuse mit einem Durchmesser von 18 mm x 50 mm und einer von Oberfläche 3,3 cm<sup>2</sup> sowie verschlossen mit einem klassischen Deckel aus Hartpapier und Gummi. Das Gehäuse von Kondensator 2 in Quaderform in den Maßen 18 mm x 18 mm x 50 mm gelangte zu einer Oberfläche von 4,2 cm<sup>2</sup> und war durch einen per Laser verschweißten Aludeckel verschlossen. Zum Ermitteln der thermischen Eigenschaften wurden Messelemente in den Kondensatoren verbaut, die die Temperatur an den heißesten Stellen im Wickel ermitteln sollten. Beide Kondensatoren wurden dann auf eine Kupferplatte montiert. Die Kühlung erfolgte mittels Peltier-Element. Dann wurden beide Kondensatoren verschiedenen Rippleströmen und Kühlbedingungen ausgesetzt.

Die gemessenen Werte sprachen für das von FTCAP entwickelte kubisch axiale Design: Die um mehr als 27 Prozent vergrößerte Oberfläche zeigte bei der Kühlung einen geringeren Wärmewiderstand. Das bedeutet, dass das kubisch axiale Modell bei gleichem Ripplestrom eine geringere Übertemperatur hatte als die mit einem runden Bechergehäuse ausgestattete Variante. Auch die hermetische Laserverschweißung des Aludeckels waren





Abbildung 1: Ein einbaufertiges Fischer-Link-Modul erhöht die Leistungsdichte von Kunststoff-Folienkondensatoren.



Abbildung 2: Kubische axiale Kondensatoren besitzen durch ihre vergrößerte Oberfläche verbesserte thermische Eigenschaften.

haltbarer als die Standardversiegelung aus Gummi und Hartpapier. Das wiederum führte zu besseren Ripplestrom-Werten. „Insgesamt haben unsere Tests ergeben, dass die genannten Eigenschaften durch das innovative Gehäuse-Design auch zu einer Verdoppelung der Lebensdauer des Kondensators führen – aus unserer Sicht ein überzeugendes Argument für das neue Konzept“, erklärt Thomas Ebel, Geschäftsführer von FTCAP.

### Folienkondensatoren nach Fischer-Link-Konzept

Zum Erhöhen der Leistungsdichte sind im Segment der Folienkondensatoren hingegen Lösungen gefragt, die höhere Schaltfrequenzen ermöglichen. Das erfordert Konstruktionen mit geringer Induktivität. Hierfür hat FTCAP unter der Bezeichnung Fischer-Link ein neues Konzept für Kunststoff-Folienkondensatoren (Folkos) entwickelt. Dabei handelt es sich um ein einbaufertiges Modul, bei dem der Wickel direkt mit dem Busbar verbaut ist und für eine rüttelfeste und haltbare Verbindung der beiden Bauteile sorgt. Größter Vorteil der patentierten Fischer-Link-Variante ist die im Vergleich zu herkömmlich verschraubten Kondensator- und Busbar-Modulen geringere Induktivität, die auf die Hälfte reduziert wird. Das erlaubt den Betrieb der montierten Kondensatorbank bei höheren Schaltfrequenzen und gleichzeitig geringeren Verlusten.

Um die Leistungsfähigkeit des Fischer-Link-Systems zu belegen, hat FTCAP mithilfe eines sogenannten Double-Pulse-Tests Vergleichstests mit herkömmlichen Kondensatoren durchgeführt. Die Tests sind eine etablierte Methode zur Messung der parasitären Induktivität in der Leistungselektronik. Dabei wird eine leicht zu messende Überspannung erzeugt. Die Differenz bei der Überspannung ist ein Maß für die Induktivität des Systems. Weitere Direktmessungen der Induktivität wurden mit Hilfe ei-

nes Netzwerkanalysators vom Typ HP3577A vorgenommen. Der Double-Pulse-Test wurde mit drei verschiedenen Folkos mit ähnlicher Busbar durchgeführt: Jeder der drei Kondensatoren wurde an einen IGBT-Schalter mit Treiber gehängt und mit einem Puls-generator über seine durch die Induktivität repräsentierte Last getriggert. Die Überspannung wurde mit Hilfe eines Oszilloskops überwacht, der Gesamtstrom mit einer Rogowskispule gemessen.

Die aufgezeichneten Daten ergaben, dass die Induktivität des Fischer-Link-Systems nur halb so hoch ist, wie die eines herkömmlichen Folienkondensators. Sie beträgt lediglich 21 nH gegenüber 43 nH bei dem Vergleichskondensator. Auch die entsprechende Pulsspannung verringerte sich von 1,98 auf 1,04 V. Damit weist der Folienkondensator nach dem Fischer-Link-System bei weniger Platzbedarf eine geringere Induktivität und damit eine höhere Leistungsdichte auf. Gleichzeitig wurde auch mit diesem Konzept eine verlängerte Lebensdauer erzielt.

### Potenzial für weitere Optimierungen

Bei FTCAP sieht man Anhand der Ergebnisse noch Potenzial für weitere Optimierungen im Bereich der Aluminium-Elektrolyt- sowie der metallisierten Folienkondensatoren. „Unsere Entwicklungen belegen, dass es durch die Verbesserung der thermischen Eigenschaften von kubischen Aluminium-Elektrolytkondensatoren und durch intelligent konstruierte Filmkondensatoren nach unserem Fischer-Link-Prinzip möglich ist, die Leistungsdichte der passiven Komponenten zu erhöhen. Wir werden uns auch weiterhin intensiv diesem Thema widmen“, erklärt Ebel.

Weitere Informationen zu FTCAP finden Sie im Business-Profil auf Seite 31.

# FERRITE ALS STABILE STÖRUNGSDÄMPFER

Bei Schaltvorgängen in Netzteilen entstehen Stromspitzen, die für die Geräte zur Gefahr werden können. Zur Dämpfung hochfrequenter Störungen werden bereits Ferrite benutzt. Eine neue Familie von stromspitzensicherer Ferrite kann nun beides: die Stromspitzen sicher aushalten und dabei hochfrequente Störungen dämpfen.

**TEXT:** Ranjith Bramanpalli, Würth Elektronik eiSos **BILDER:** Würth Elektronik eiSos

Netzteile sind häufig für einen stationären Betrieb ausgelegt. Elektroingenieure machen sich deshalb in der Regel erst in zweiter Linie über vorübergehende Betriebszustände Gedanken. In der Praxis sind das Bedingungen wie Einschalt-, Ausschalt- und Lastwechselübergänge. Diese sind für die Bauteile des Netzteils häufig viel belastender als der stationäre Betrieb. Da zum Dämpfen hochfrequenter Störungen häufig bereits Chipferrite am Ein- und Ausgang von Netzteilen angeordnet sind, wird oft angenommen, diese könnten auch die auftretenden Spitzenströme auffangen. Das sieht in der Praxis allerdings etwas anders aus.

In dem Moment, in dem ein Netzteil eingeschaltet wird, werden alle mit dem Eingangsbus verbundenen Kondensatoren aufgeladen. In sehr seltenen Fällen lässt sich mithilfe einer speziellen Startfunktion ein sanfter Anlauf der Eingangsspannung erzielen, die hierdurch allmählich hochgeregelt wird. Meistens fährt die Eingangsspannung aber abrupt hoch. Wenn beispielsweise die 12-V<sub>DC</sub>-Spannungsleitung in dem Moment, in dem sie über einen mechanischen Schalter mit dem Abwärtswandler verbunden wird, bereits aktiviert ist, dann wird die Geschwindigkeit des Spannungsanstiegs nur durch den Quellenwiderstand, den Widerstand und die parasitäre Induktivität der Leitungen und Leiterplattenflächen und des Schalters begrenzt. In einem Beispiel wurden für eine solche Anwendung der Widerstand und die Induktivität eines 30 cm lan-

gen, mit zwei Bananensteckern versehenen Kabels gemessen. Die ermittelten Werte waren 8 mΩ beziehungsweise 0,3 μH.

In der Praxis sind alle Spannungsquellen strombegrenzt, aber wenn der 12-V<sub>DC</sub>-Bus eine hohe Ausgangskapazität aufweist, dann kann der Ladestrom beim Schließen des mechanischen Schalters schnell einen Spitzenwert von 30 A und mehr annehmen. Das trifft auch zu für das in dem vorliegenden Beispiel im Labor verwendete DC-Netzteil.

## Stromableitung beim Einschalten

Abbildung 1 zeigt einen Impuls mit einem Spitzenwert von zirka 33 A, der nach ungefähr 100 μs auf den Stromgrenzwert von 5 A des im Labor als Eingangsquelle verwendeten Netzteils abgefallen ist. Danach dauert es weitere 200 μs, um die Eingangskondensatoren auf den Zielwert von 12 V aufzuladen. Im Vergleich dazu liegt der stabile Strom der Eingangsquelle bei 3,7 A.

Der Kompromiss, den der Schaltungsdesigner finden muss, liegt auf der Hand: Alle für den Eingangsfilter verwendeten Bauteile müssen in der Lage sein, die bei jedem Einschalten des Wandlers auftretenden Starkstromimpulse zu bewältigen, doch wäre der Einsatz von Ferriten, die für solche Spitzenströme ausgelegt sind, für den stationären Betrieb vollkom-

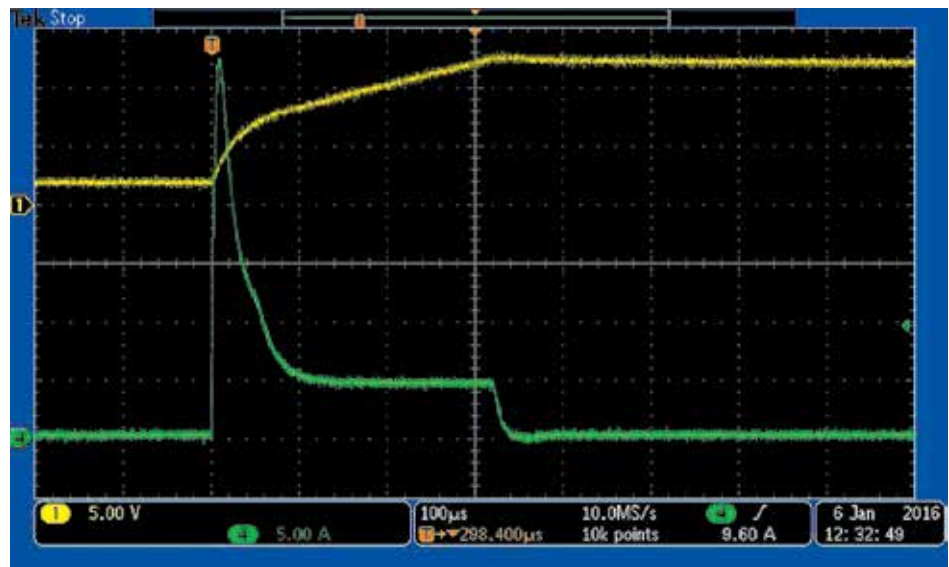


Abbildung 1: Der Graph zeigt den Impuls eines angelegten Eingangsstrom von 33 A (grün), der nach kurzer Zeit wieder abklingt. Die gelbe Kurve zeigt die Aufladung des Kondensators.

men überzogen. Das macht das folgende Beispiel deutlich, in dem der Ferrit am Ausgang platziert wird. Der Wandler verfügt über zwei Polymer-Aluminium-Ausgangskondensatoren mit je 330  $\mu\text{F}$  und einem Innenwiderstand (ESR) von jeweils 20  $\text{m}\Omega$  und zwei mehrlagige Keramik Kondensatoren mit je 100  $\mu\text{F}$  und einem ESR von jeweils rund 3  $\text{m}\Omega$ . Diese Kondensatorbatterie kann innerhalb kürzester Zeit Starkstromimpulse liefern. Mithilfe des bereits bekannten 30-cm-Kabels wurde der 5,0-V-Ausgang mit einer Last verbunden, die einen Ausgangsstrom von maximal 8 A entnimmt. Wenn die 8-A-Last mit kurzer Anstiegszeit angeschlossen wird, erreicht der Spitzenstrom einen Wert von beinahe 25 A.

### Probleme bei Angaben für den Ruhenennstrom

Die WE-MPSB-Produktfamilie von Chipferriten wurde mit dem Ziel entwickelt, einen ähnlichen Impedanzbereich zu bieten wie die WE-CBF-Standardproduktreihe. Die WE-CBF-Familie spezifiziert zwar Effektivnennströme, aber wie Chipferriten anderer Hersteller weder Spitzen- noch Impulsnennströme. Im vorliegenden Beispiel würden zur Bewältigung eines 33-A-Impulses mehrere Bauteile der WE-CBF-Baureihe, konkret Bauteile der Baugrößen 1806 und 1812, mit Nennstromspezifikation benötigt, da der höchste Effektivnennstrom der Produktreihe 6 A beträgt. Mit lediglich einem Mitglied der WE-CBF-Familie, zum Beispiel dem

für 4 A ausgelegten 742 792 150 in der Baugröße 1206 mit einem Nennwiderstand von 80  $\Omega$  bei 100 MHz, ließe sich der Nennstrom zwar bewältigen. Das wiederholte Auftreten von Einschaltspürungen könnte hier allerdings aufgrund von Überstrom oder Überhitzung zu geschmolzenen und durchgebrannten Chipferriten führen.

Für die Plus- und die Minuszuleitung würden daher jeweils sechs derartige Bauteile benötigt, was aus mehreren Gründen unpraktisch ist: Erstens müssten die Chipferrite für Dauerströme parallel geschaltet werden, wobei ihr positiver Temperaturkoeffizient dann dafür sorgt, dass der Strom mehr oder weniger gleichmäßig verteilt wird. Eine solche Stromverteilung ist allerdings weder getestet noch für kurzzeitige Stromimpulse garantiert. Zweitens sorgt eine parallele Anordnung mehrerer Bauteile mit einer vor allem durch Widerstand und Induktivität bestimmten Impedanz dafür, dass Induktivität, Widerstand und Impedanz abfallen, was wiederum die gewünschte Ausfilterung von Störungen beeinträchtigt. Drittens bedeuten sechs Bauteile höhere Kosten und mehr Platz auf der Leiterplatte.

### Das passende WE-MPSB-Modell auswählen

In Situationen, in denen Stromspitzen den Durchschnittsstrom im Verhältnis von 3:1 bis hinauf zu 10:1 überschreiten, kommt daher der WE-MPSB zum Einsatz. Beim ersten Durch-



Abbildung 2: Durch Überstrom und Überhitzung können Chipferrite schmelzen oder durchbrennen.

gang der Chipferritauswahl werden alle Bauteile geprüft, die den Effektivstrom von 3,7 A bewältigen.

**Stromspitzensichere Ferrite für den Eingang:** Bei der vorliegenden Anwendung werden zirka 10.000 Schaltvorgänge während der gesamten Lebensdauer erwartet. Das bedeutet, 10.000 Impulse mit einer Stromstärke von 33 A belasten den WE-MPSB des Eingangsfilters und müssen bewältigt werden. Der erste und wohl auch komfortabelste Ansatz besteht darin, diese Daten in den Pulse Designer von Redexpert einzugeben. Es verbleiben neun Bauteile, die Würth Elektronik zur einfacheren Vergleichbarkeit im Produktspeicher abgelegt hat.

**Validierung des Wirkwiderstands:** Von den neun verbleibenden WE-MPSB-Bauteilen wird nun dasjenige mit dem höchsten Widerstand, nicht der höchsten Gesamtimpedanz, im Störfrequenzbereich ausgewählt. Im Allgemeinen weisen Chipferrite ihren höchsten Widerstand an der Frequenz ihrer höchsten Gesamtimpedanz auf, doch ist für andere Frequenzen keine allgemeine Näherung möglich. Die schnellste Möglichkeit, das beste Bauteil zu ermitteln, ist auch hier die Verwendung von Redexpert. Ein registrierter Benutzer kann den Schieberegler im Diagramm auf 170 MHz setzen und dem Raster anschließend direkt die Widerstandswerte für jedes Bauteil entnehmen. Er kann sogar eine absteigende Sortierung festlegen, in der das Bauteil mit dem höchsten Widerstand ganz oben steht.

Unter Berücksichtigung der obigen Parameter ist das in Redexpert rot hervorgehobene Bauteil WE-MPSB 742 792 245 51 die für die vorliegende Anwendung beste Komponente. Der Nennstrom beläuft sich auf 4 A und das Bauteil kann

18.700 Impulse je 33 A mit einer Dauer von je 8 ms bewältigen. Da 8 ms wesentlich länger sind als der Erstimpuls von 500  $\mu$ s und die kurze Stromspitze von 100  $\mu$ s, dann sollte die Sicherheitsreserve ausreichend groß sein. Von allen geeigneten Bauteilen ist es dasjenige mit dem höchsten Widerstand bei 170 MHz.

**EMV-Test der ausgewählten Bauteile:** Für die abschließenden Labortests wurde das erwähnten WE-MPSB 742 792 245 51 am Eingang und der WE-MPSB 742 792 251 01 am Ausgang ergänzt. Scans der EMI-Abstrahlung zeigen, dass die Chipferrite die PARD-Störung erfolgreich dämpfen. Insbesondere beim PARD-Ringing im 170-MHz-Bereich wurde die EMI verbessert.

### Chipferrite zum Dämpfen von Spitzenströmen

Chipferrite sind von allen Bauteilen am besten zum Reduzieren hochfrequenter Störungen im Bereich über 10 MHz geeignet. In Netzteillayouts müssen sie möglichst nah an der Störquelle, also an Eingangs- und Ausgangsanschlüsse, angeordnet sein, um zugeleitete EMI an den E/A-Kabelbäumen auszufiltern. Hierdurch wird verhindert, dass aus leitungsgebundener EMI-Abstrahlungen werden. Als erste und letzte Bauteile in der Kette können Chipferrite zur Dämpfung großer Spitzenströme verwendet werden, und Schaltungsdesigner können nun Bauteile auswählen, die Störungen ohne nennenswerte Auswirkungen auf die Leistungseffizienz ausfiltern und Spitzenstromimpulse mit Zuverlässigkeit bewältigen.

Weitere Informationen zu Würth Elektronik eiSos finden Sie im Business-Profil auf Seite 58.

In der Rubrik

# EMBEDDED-SYSTEME & BAUGRUPPEN



BILD-SPONSOR: TQ-SYSTEMS

EMBEDDED-SYSTEME & BAUGRUPPEN

**86 Im Rampenlicht**  
TQ-Systems

**88 Das Dickicht im Embedded-Markt**  
Wolfgang Heinz-Fischer, TQ-Systems

**89 SMARC 2.0**  
Wolfgang Heinz-Fischer, TQ-Systems

**92 Unabhängiger durch offene Standards**  
Angela Hauber, MEN Mikro Elektronik

**95 Auswahl langlebiger Flash-Speicher**  
Ulrich Brandt, Swissbit

**98 Den passenden Modul-Standard wählen**  
Harald Maier, TQ-Systems

# IM RAMPENLICHT

Die Embedded-Produkte von TQ-Systems zeichnen sich durch eine sehr hohe Robustheit aus. Neben Standardlösungen decken TQ-Module auch spezielle Anwendungsfälle für raue, industrielle Umgebungen ab.

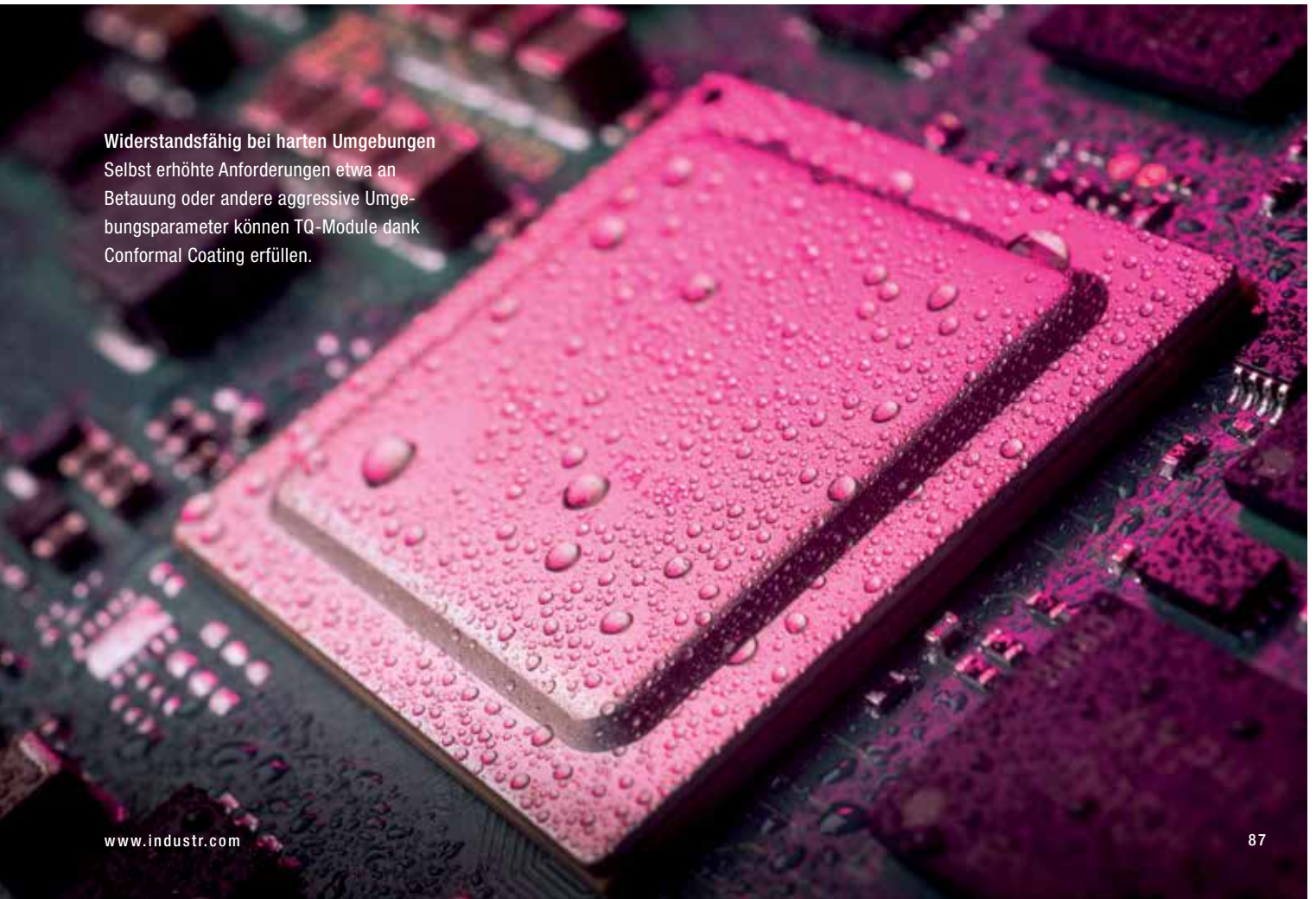
TEXT: TQ-Systems BILDER: Dominik Gierke

## Hohe Zuverlässigkeit

Ein ausgereiftes und durchdachtes Industriedesign stellt sicher, dass die Module während des gesamten Lebenszyklus zuverlässig funktionieren. Die eigene Produktion von TQ-Systems garantiert eine optimale Fertigungsqualität.



Sehr nachhaltig  
Darüber hinaus zeichnen sich TQ-Module  
durch ihre Langlebigkeit aus.



**Widerstandsfähig bei harten Umgebungen**  
Selbst erhöhte Anforderungen etwa an  
Betauung oder andere aggressive Umge-  
bungparameter können TQ-Module dank  
Conformal Coating erfüllen.

## DAS DICKICHT IM EMBEDDED-MARKT

Spannend, in Bewegung und dynamisch bleibt der Embedded-Markt. Trotzdem hat man das Gefühl, die Branche hat ein etwas ruhigeres Jahr hinter sich. Die richtige Lösung für die Anwender ist mit dem Übermaß an Anbietern nicht immer leicht zu finden. Jedoch ist neben den Standards viel Platz für Optimierungen und Weiterentwicklungen.

Die führenden Chiphersteller haben die Frequenz von Neuankündigungen etwas verlangsamt. Das ist auch sicher der Tatsache geschuldet, dass die Technik immer komplexer wird. Die Strukturen werden immer kleiner und damit die Technik auch schwerer zu beherrschen. Eine ganze Reihe von verzögerten Markteinführungen ist ein deutlicher Beleg dafür. Es wird immer mehr Funktionalität in die Prozessorchips gepackt, sodass die Anforderungen an die Software steigen. Spannend wird der Merger zwischen Qualcomm und NXP, der jedoch noch einige Hürden der Europäischen Kommission überwinden muss. Die wahrscheinliche Fusion bringt neue Prozessoren in die Embedded Welt, die jedoch erst zeigen müssen, ob der Weg aus der Consumer in die Embedded - und Industrie Welt funktioniert.

Auch die Aufkäufe und Zusammenschlüsse von Embedded-Anbietern halten weiter an. Wer jedoch glaubt, dass der Markt sich dadurch stabilisiert, täuscht sich. Es bleibt also weiterhin ein nahezu unüberschaubarer Dschungel an Anbietern mit einer großen Anzahl an von Produkten. Das ist gut für die Anwender, denn dadurch finden sie sicher immer ein optimales Endergebnis. Die technische Lösung ist aber nicht das Einzige was zählt. Auch der Anbieter muss passen. Es ist also weiterhin wichtig, genau zu prüfen, ob dieser die Lösung auch langfristig und nachhaltig liefern kann. Für den Anwender wird es immer wichtiger, nicht nur die technischen Aspekte für ein Produkt im Auge zu haben, sondern auch die Situation des Lieferanten zu kennen. Standards und etablierte Anbieter sind meistens ein guter Ansatz.

Bei den Standards liegen momentan COM Express Compact und COM Express Basic (jeweils Type 6) sowie COM Ex-



**Wolfgang Heinz-Fischer**  
Leiter des International  
Business Development  
TQ Group  
heifi@tq-group.com

press Mini (Type 10) klar im Trend. Für Server Anwendungen scheint sich COM Express Basis Type 7 durchzusetzen. Qseven ist für die neuesten Prozessor Generationen mit High-End Grafik, Gigabit Ethernet, USB 3.0 und PCIe in der derzeitigen Qseven Spec Version nicht gerüstet. Es sieht also so aus, dass zumindest in der näheren Zukunft COM Express, SMARC 2.0 und proprietäre Lösungen im ARM-Prozessor-Markt den Ton angeben werden.

Wie schwierig die Standardisierung von Prozessortechnologien, die nicht auf x86 basieren, zeigt sich an SMARC. Für den i.MX6-Prozessor von NXP ist SMARC 1.1 die geeignete Option. SMARC 2.0 ist praktischer für den Intel Atom E3900 und den NXP i.MX8. Die zwei Standards SMARC 1.1 und SMARC 2.0 sind nicht austauschbar oder

kompatibel, genau so wenig wie COM Express Compact Type 2 und COM Express Compact Type 6. Es ist jeweils ein anderes Baseboarddesign notwendig. Neben den Standards bleibt also viel Platz für Optimierungen und Möglichkeiten für die Anbieter von nicht frei zugänglichen, auf ARM basierenden, Embedded-Boards.

Auf der Applikationsseite sind wenig neue Anforderungen zu sehen. IoT, Industrie 4.0 und Security bleiben die Themen und Herausforderungen. Die Anzahl der Lösungen steigt dementsprechend. Im Moment sind jedoch klare Standards noch nicht erkennbar. Das wird jedoch notwendig werden, damit die Systeme untereinander eindeutig kommunizieren können und sich stetig die Kosten für die Lösungen reduzieren. Eines ist jedoch sicher, der Markt wächst weiter und bleibt spannend. Auch in dem kommenden Jahr wird der Embedded-Markt sicherlich einige interessante Entwicklungen hervorbringen.



# SMARC 2.0

Die Entwicklung von Prozessoren bleibt nicht stehen, daher gibt es immer wieder neue Versionen von Standards wie bei SMARC. Wie dessen Version 2.0 zu anderen Spezifikationen einzuordnen ist und was sich gegenüber SMARC 1.1 geändert hat, lesen Sie hier.

**TEXT:** Wolfgang Heinz-Fischer, TQ-Systems **BILD:** TQ-Systems

Über Standards bei Embedded Modulen wird viel geschrieben und diskutiert. Fachgremien wie die PICMG (PCI Industrial Computer Manufacturers Group) oder SGeT (Standardization Group for Embedded Technology) versuchen möglichst genaue Standards zu definieren, neue Standards anzukündigen oder existierende Standards anzupassen. All dies zeigt, dass das Thema Standards bei Embedded Modulen vielschichtig ist. Ein Standard impliziert gewisse Erwartungen und Vorstellungen, die Frage ist, ob diese Punkte auch wirklich erfüllt werden. Der neueste, von der SGeT im vergangenen Jahr vorgestellte Standard, ist die SMARC-2.0-Spezifikation. Interessant ist dabei, was sich bei dieser gegenüber der Vorgängerversion SMARC 1.1 verändert hat und wo die Vorteile für den Anwender liegen.

## Einordnung von SMARC 2.0

Relevant ist zunächst, wo im Reigen der ganzen Standards bei x86-Modulen SMARC 2.0 überhaupt einzuordnen ist. COM-Express adressiert die höheren Leistungsklassen der x86 und ist für andere Prozessoren ungeeignet. Qseven bietet einen kostengünstigen Einstieg mit x86- und ARM-Prozessoren, ist aber auf Grund der begrenzten Pinzahl und der unter anderem nicht definierten neuesten Schnittstellen bei Grafik etwas ins Hintertreffen geraten. SMARC in der ursprünglichen Fassung als Standard für ARM-Prozessoren angedacht und spezifiziert, berücksichtigt in der Version 2.0 zahlreiche Grafik-, Kamera-, Sound- sowie Netzwerk-Schnittstellen und damit stärker die Schnittstellen eines x86-Prozessors. Es kann der Eindruck entstehen, die Experten haben bei der Definition des Standards auf den Intel-Atom-E3900-Prozessor (Apollo Lake) und den angekündigten NXP-Prozessor i.MX8 geschickt, denn diese

beiden Prozessoren werden in ihren Funktionen recht umfassend berücksichtigt.

Mit den 316 Pins des SMARC-Standards gegenüber 230 Pins eines Qseven-Moduls, bietet ersterer mehr Möglichkeiten, die Prozessorfunktionen in der Anwendung zur Verfügung zu stellen. Die Zeit wird zeigen, ob SMARC dadurch Qseven den Rang streitig machen kann. Es werden zwar Qseven-Module mit dem Intel-Atom-E3900-Prozessor angeboten, allerdings stehen viele Funktionen des Prozessors auf Grund der geringeren Pinzahl und der fehlenden Spezifikation nicht zur Verfügung. Auch die Grundfläche eines Qseven-Moduls ist mit insgesamt  $4.900 \text{ mm}^2$  ( $70 \text{ mm} \times 70 \text{ mm}$ ) größer als die eines SMARC-Moduls mit einer Grundfläche von  $4.100 \text{ mm}^2$  ( $82 \text{ mm} \times 50 \text{ mm}$ ). Darüber hinaus gibt es den Stecker eines SMARC-Moduls, den MXM 3.0, auch in einer industrietauglichen Ausführung.

Bei welchen Anwendungen man auf SMARC 2.0 oder COM-Express-Mini setzen sollte, zeigt sich durch einen Vergleich der beiden Formfaktoren. Mit  $4.620 \text{ mm}^2$  ( $84 \text{ mm} \times 55 \text{ mm}$ ) ist die Grundfläche eines COM-Express-Mini-Moduls lediglich geringfügig größer als die eines SMARC-Moduls. Da der Anwender aber beim SMARC-Modul noch zusätzlich den seitlich angebrachten Steckverbinder dazurechnen muss, ist die Grundfläche eines COM-Express-Moduls vergleichbar. Plant der Anwender nicht einen ARM-Prozessor einzusetzen, ist der Einsatz eines COM-Express-Minimoduls sinnvoller: Der Entwickler kann hier im COM-Express-Standard, unter Berücksichtigung bestimmter Parameter, von einem Intel-Atom-Prozessor bis hinauf zu einem Intel-Xeon-Prozessor sein System skalieren.



Abbildung 1: Falls Entwickler nicht auf einen ARM-Prozessor setzen möchten, ist es sinnvoller ein COM-Express-Mini-Modul, wie das TQMxE39M, zu verwenden, anstatt auf den SMARC-2.0-Formfaktor zu setzen.

Was hat sich von SMARC 1.1 zu SMARC 2.0 verändert? Die Parallel-Kamera- und Parallel-Display-Schnittstellen sind verschwunden. Der alternative Funktionsblock wurde mit fest gelegten Signalen undefiniert, was prinzipiell immer einen guten Schritt bedeutet, da alternative Funktionsblöcke meist dazu führen, dass Module unterschiedlicher Anbieter nicht zueinander kompatibel sind. Das musste der Anwender in der Vergangenheit leider oft schmerzlich feststellen, da viele Anbieter über diesen alternativen Funktionsblock ihre Spezialitäten auf dem Modul eingebaut hatten. Dadurch wurde es dann doch wieder zu einem proprietären Modul und war nicht mehr kompatibel mit anderen, was der Anwender eigentlich von einem Standard erwartet hatte. Die externe Multimedia-Karten-Schnittstelle (eMMC) wurde gestrichen, genauso wie SPDIF-Audio-Interface. Von ehemals drei I2S-Schnittstellen, sind zwei übriggeblieben.

## Vergleich von SMARC 1.1 und 2.0

Hinzugekommen sind zwei DP++-Schnittstellen zum flexiblen Anschluss externer Bildschirme. Zwei 24-bit LVDS-Schnittstellen unterstützen die heute am häufigsten eingesetzte Grafikschnittstelle, die auch Panels mit hoher Auflösung ansteuern kann. Mit der zusätzlichen MIPI-DSI-Schnittstelle (Display Serial Interface), zeigt der SMARC-2.0-Standard seine außerordentlichen Fähigkeiten auf der Grafikkarte. Es gibt eine zusätzliche Gigabit-Ethernet-Schnittstelle, was den Anforderungen im Umfeld IoT (Internet of Things) und Industrie 4.0 gerecht wird. Eine weitere PCIe-Schnittstelle sowie zwei USB-3.0-Schnittstellen stellen die neuen schnellen Schnittstellen zur Verfügung.

Wie schwierig die Definition eines Standards ist, zeigt sich bei SMARC. SMARC 1.1 und SMARC 2.0 sind nicht kompati-



### LESETIPP

**Sie möchten sich an der nächsten Jahressausgabe des E&E-Kompodiums mit einem Fachbeitrag beteiligen?**

Wir freuen uns auf Ihren Beitragsvorschlag und senden Ihnen gerne die Call-for-Papers-Formulare zu. Schreiben Sie uns eine kurze Mail: [newsdesk@publish-industry.net](mailto:newsdesk@publish-industry.net)

publish  
industry  
verlag



## COM Express® für die Industrie 4.0

bel. Der Standard bildet immer nur die zur Zeit der Definition gebräuchlichsten Prozessoren einigermaßen ab. Die zeitliche Gültigkeit eines Standards, und damit die Verfügbarkeit von Modulen, nimmt zur Zeit ab, da neue Prozessor-Generationen zu unterschiedlich zur Vorgängerversion sind. Das sieht der Anwender zum Beispiel an den NXP-ARM-Prozessoren i.MX6 und i.MX8. Der Traum eines Standards, wie unter anderem VME-Bus mit einer Lebensdauer und Verfügbarkeit von mehr als 30 Jahren, gehört wohl der Vergangenheit an.

Der Anwender muss sich darauf einstellen, dass er einen Embedded-Standard maximal 10 bis 15 Jahre einsetzen kann. Ein COM-Express-Type-2-Modul ist etwa nicht kompatibel zu einem COM-Express-Type-6-Modul. Selbst innerhalb eines genau beschriebenen Standards wie COM-Express muss der Anwender analysieren, was von einem Modul, Prozessor oder Anbieter kompatibel und austauschbar ist. Der Anwender erwartet sich schließlich eine Liefersicherheit durch mehrere Lieferanten mit dem gleichen Modul. Ein Intel-Atom-E3900-Prozessor bietet etwa drei PCIe-Schnittstellen, wogegen ein Intel-Xeon bis zu 32 PCIe-Schnittstellen besitzt. Hier zeigt

sich die Einschränkung bei der Austauschbarkeit von Modulen im gleichen Standard, aber mit verschiedenen Prozessoren. Noch größere Abweichungen gibt es bei ARM-Prozessoren. Deshalb ist hier noch mehr Aufmerksamkeit gefordert, welche Schnittstellen kompatibel sind und welche Schnittstellen des Prozessors im Standard nicht festgelegt sind, und damit in der Anwendung nicht zur Verfügung stehen.

TQ Systems trägt den Anforderungen des Marktes Rechnung und bietet sowohl proprietäre als auch Standard-Module an. Dabei sind die ARM-basierten Module auf den Prozessor optimiert, bei x86 liegt der Schwerpunkt auf dem COM-Express-Standard. Da die SMARC-2.0-Spezifikation den meisten Schnittstellen eines Atom-E3900 Rechnung trägt und auch der kommende NXP i.MX8 einigermaßen gut abgebildet ist, wird TQ in Zukunft auch SMARC 2.0 unterstützen. Damit hat der Kunde die Möglichkeit, ein auf den Prozessor optimiertes Modul oder ein Standard-Modul aus einer Hand zu erhalten.

[Weitere Informationen zur TQ-Group finden Sie im Business-Profil auf Seite 53.](#)

### COM Express

Skalierbarkeit extrem –  
die aktuelle MSC Technologies  
COM-Familie

- Von der low-cost Intel® Atom™ E39xx Serie zu den high-end Prozessoren der 7. Intel® Core™ Generation
- Für HMIs, Image Processing, Robotics, Gateways, lokale Server etc.
- On-board TPM und Secure Boot für höchste Sicherheitsanforderungen
- Verkürzter Entwicklungsprozess durch Starterkits und Kühlösungen
- Erweiterter Temperaturbereich
- Entwickelt und gefertigt in Deutschland
- Technischer Support direkt vom Hersteller MSC Technologies

# UNABHÄNGIGER DURCH OFFENE STANDARDS

Proprietäre Module schränken die Hersteller von Systemen für die Bahn stark ein, können die Langzeitverfügbarkeit von Geräten deutlich reduzieren und den Wartungsaufwand erhöhen. Beruhen Embedded-Systeme auf offenen Standards lassen sich diese Probleme umgehen. Werden sie auch noch vorzertifiziert und verfügen über Virtualisierungsfunktionen bieten sie erheblich Vorteile für Hersteller im Bahnbereich.

**TEXT:** Angela Hauber, MEN Mikro Elektronik **BILD:** MEN Mikro Elektronik

Offene Standards für elektronische Geräte in Bahnsteuerungen ermöglichen es, Hardware und Software herstellerunabhängig zu verwenden. Dadurch erhalten Systemhersteller deutlich mehr Auswahlmöglichkeiten sowohl bei den Anbietern als auch den Produkten. Zudem verhindern sie mögliche Probleme der Interoperabilität und bei folgeschweren Abkündigungen und erhöhen somit die Langzeitverfügbarkeit. Offene Standards bilden eine Grundvoraussetzung, um sich von den bisherigen proprietären Systemen, die bisher auf dem Bahnmarkt vorherrschen, zu lösen.

Die europaweite Einführung von ETCS (European Train Control System) zusammen mit dem standardisierten Datenübertragungssystem GSM-R (Global System for Mobile Communications-Railway) soll die Vielfalt an technischen Umsetzungen bei Bahnsystemen deutlich reduzieren. Ein großer Interpretationsspielraum in der ETCS-Spezifikation führte allerdings dazu, dass es weiterhin große Unterschiede zwischen den Herstellern in der Umsetzung gibt. Das Ziel einer grenzüberschreitenden Interoperabilität durch ETCS konnte deshalb bisher noch nicht erreicht werden. Abhilfe dafür soll das openETCS-Projekt schaffen. Das Ziel dieses, von der Deutschen Bahn geleiteten Projekts ist es, eine standardisierte Entwicklungsumgebung für Modellierung, Test und Validierung bereit zu stellen. Damit soll die Einführung von ETCS-Equipment erleichtert werden.

Während ETCS und openETCS, eine Standardisierung hinsichtlich der Implementierung, Software und Kommunikation weiter vorantreiben, ist die Hardware meistens immer noch herstellergebunden und inkompatibel zu den Geräten anderer Lieferanten. Das führt dazu, dass die Computersysteme sowohl in der Anschaffung, als auch über die gesamte Lebensdauer hinweg, teuer sind. Betreiber sind an die Hersteller gebunden und Erweiterungen sowie Ersatzteile sind nur von diesem Lieferanten erhältlich.

## Vorteile für Hersteller und Betreiber

Der Einsatz von standardisierten, offenen und vorzertifizierten Embedded-Modulen würde sowohl den Systemherstellern, als auch den Betreibern helfen. Die Hersteller können sich über ihr System- und Softwaredesign immer noch vom Wettbewerb differenzieren, müssen sich aber nicht mehr selbst um die Hardware kümmern. Sie wären zudem schneller und kostengünstiger am Markt. Die Betreiber könnten Ersatzteile und Systemerweiterungen von verschiedenen Herstellern beziehen, sofern diese kompatibel zum Standard sind. Die Ersatzteilkosten und damit die Gesamtkosten über die Nutzungsdauer würden sinken.

Auch offene Embedded-Systeme müssen – genauso wie die bislang installierten auch – hohe Robustheitsanforderun-

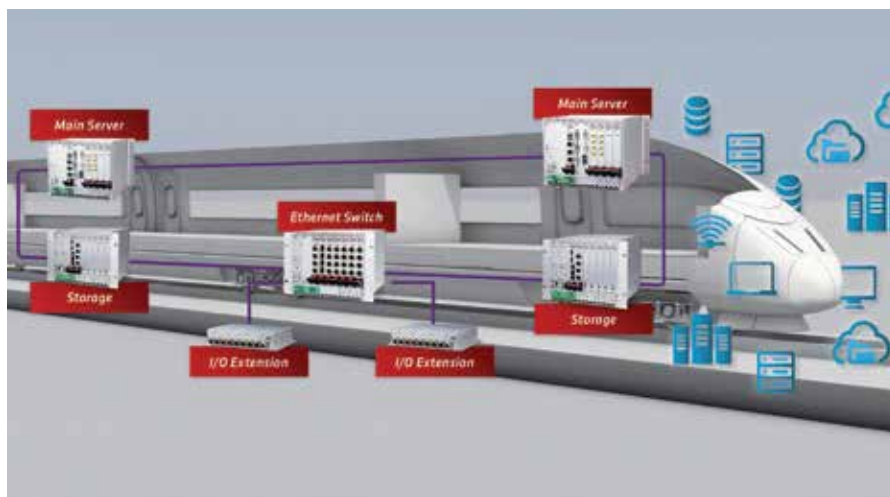


Abbildung 1: In modernen Zügen sind sehr viele unterschiedliche Systeme verbaut. Ihre Anzahl lässt sich mit Hilfe von Virtualisierung reduzieren. Dadurch sinken die Kosten und der Wartungsaufwand.

gen erfüllen, um bei den rauen Umgebungsbedingungen im Eisenbahnwesen über Jahre hinweg zuverlässig zu funktionieren. Wie solche Systeme auszulegen sind, ist beispielsweise in der Norm EN 50155 festgeschrieben. Sie regelt, wie widerstandsfähig Systeme gegen extreme Temperaturen, schnelle Temperaturschwankungen, Vibrationen, Schocks und elektromagnetische Störeinflüsse sein müssen.

Systeme, die bei einem Fehler oder Ausfall Menschenleben oder die Umwelt gefährden oder zu großem finanziellen Schaden führen, haben zudem auch hohe Anforderungen an die funktionale Sicherheit zu erfüllen. Computersysteme zur sicheren Zugsteuerung müssen deshalb auch die umfangreichen internationalen Sicherheitsanforderungen der Normen EN 50128 und IEC 62279 für Software sowie der Normen EN 50129 und IEC 62425 für Hardware erfüllen. Der Nachweis der Erfüllung dieser Anforderungen ist weder eine einfache,

noch eine schnell zu lösende Herausforderung.

Um den Dokumentationsaufwand bei der späteren Zertifizierung für sicherheitsrelevante Systeme zu reduzieren, helfen vorzertifizierte und standardisierte Hardware-Module. Durch die Vorzertifizierung sind die Entwicklung und der Einsatz nach Vorschrift bereits bewiesen, was den Prozess deutlich verkürzt. Sind diese Komponenten auch flexibel genug, um für unterschiedliche Funktionen konfiguriert werden zu können, kann das gleiche Basismodul für unterschiedliche Einsatzzwecke an der Strecke oder im Zug verwendet werden.

### Verschiedene Systeme, höherer Wartungsaufwand

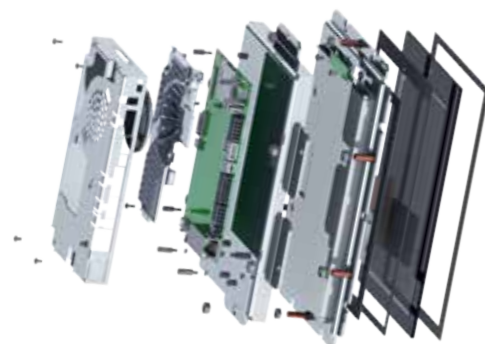
Das wird ein zunehmend wichtigerer Faktor, gerade anhand der wachsenden Anzahl an Embedded-Systemen zur Erhöhung der Sicherheit und zur Unterhaltung der Fahrgäste. Diese reichen inzwi-



Reliable  
Quality  
Made in Germany

## PERFECT CUSTOMIZATION

We make it yours



### Single Board Computer und Human Machine Interfaces

- Komplett-Systeme mit CPU Board, Display, Touch, Front-Glas und Gehäuse
- NXP ARM® i.Mx6 Architektur
- Ready-to-Run Systeme
- Board Support Packages (BSPs) mit Treibern für alle Schnittstellen
- Betriebssysteme: Windows Embedded Compact®, Linux und Android™
- Vielfältige Möglichkeiten für kundenspezifische Anpassungen auf Anfrage

**GARZ**  **FRICKE**

schen vom Kommunikationssystem, über Passagierinformations- (PIS) und Unterhaltungssysteme, Wireless Access Points (WAP) für Internet im Zug, Video-Überwachungs-Systeme, Diagnose- und Wartungssystemen bis hin zur elektronischen Fahrkartenausgabe. Um all diese Funktionen zu erfüllen, müssen Zugbetreiber und -integratoren eine Vielzahl an verschiedenen Systemen innerhalb eines Zugs installieren und warten. Um jede dieser Anwendungen auf einem dedizierten System laufen zu lassen, wird jedes Mal wieder Platz, Strom, Verkabelung und Schutz vor Datenangriffen benötigt. Außerdem muss jedes dieser Systeme einzeln montiert werden. Auch im laufenden Betrieb bedeutet das mehr Wartungsaufwand. Dieser Aufwand erhöht sich zusätzlich, falls die unterschiedlichen Systeme auch noch auf verschiedenen Systemarchitekturen beruhen. Das führt oft dazu, dass anstatt einzelner fehlerhafter oder veralteter Komponenten, gleich komplette Einheiten ausgetauscht werden.

### Virtualisierung: eine Hardware, mehrere Systeme

Ein möglicher Ansatz dagegen ist Virtualisierung. Dadurch kann die Betriebslast vieler Anwendungen auf eine geringere Anzahl an physikalischen Systemen verteilt werden. Mehrere Anwendungen teilen sich dabei in unterschiedlicher Auslastung eine Hardware-Plattform und sparen damit Equipment-, Energie- und Verwaltungskosten. Das Life-Cycle-Management eines offenen Systems wird begrenzt auf den Austausch einzelner PC-Komponenten, ohne die Gesamtsystemfunktionalität zu beeinträchtigen. Die Lebensdauer der Anwendungen selbst ist praktisch nicht mehr begrenzt.

Basierend auf weit verbreiteten und anerkannten Standards, wie dem robusten CompactPCI-Standard der PCI Industrial Manufacturing Group (PICMG), können solche Systeme zusätzlich modular aufgebaut und auch bestehende Peripheriekarten anderer Hersteller oder des Kunden selbst integriert werden. Die dadurch gewonnene Unabhängigkeit von den Zulieferern hilft außerdem bei dem Wechsel vom investierenden zum modernen am Service orientierten Geschäftsmodell.

Wie eine solche Lösung aussehen kann, zeigen die zwei Embedded-Systemfamilien menTCS und menRDC zur Zugsteuerung- und Überwachung. Beide Systeme entsprechen der

Norm EN 50155 und basieren auf dem CompactPCI-Standard. menTCS ist speziell für den Einsatz in sicherheitskritischen Bahnapplikationen ausgelegt. Die Hard- und Software ist bis SIL 4 nach EN 50126, EN 50128 und EN 50129 vorzertifiziert. Dank des modularen Designs, das die sicherheitsrelevante Steuerungssoftware, basierend auf QNX, von der Peripheriesoftware, basierend auf Linux, trennt, lässt es sich leicht für unterschiedliche Anwendungen anpassen. Außerdem beschränkt sich die komplexere sicherheitskritische Programmierung ausschließlich auf die sicher auszulegenden Domains, was die Softwareentwicklung vereinfacht. In Zügen ist das menTCS beispielsweise für den Einsatz als Automatic Train Operation (ATO), Automatic Train Protection (ATP), Positive Train Control (PTC) und Enhanced Train Control (ETC) prädestiniert. An der Schiene kann es bis hin zu der SIL 4-erfordernden Signal- und Weichensteuerung eingesetzt werden.

Das Gegenstück für alle nicht-sicherheitskritischen Funktionen bildet das Railway Data Center menRDC. Das Herz des menRDC, der Main-Server, basiert auf einer leistungsstarken und speziell für die Virtualisierung geeigneten CPU-Karte mit Intel-Xeon-D-Prozessor, der über bis zu 16 Kernen verfügt. Zur Abstraktion der Hardware von der Anwendung kommt auf dem Server ein Linux-basierender Hypervisor zum Einsatz. Seitens der Hardware wird Virtualisierung durch die VT-x- und VT-D-Technologien von Intel unterstützt. Zuverlässigkeit und Sicherheit gewährleisten ein Trusted-Platform-Modul (TPM), welches Daten durch Kryptographie verschlüsselt, ein Fehlerkorrekturcode (ECC), eine Board- und Systemverwaltungssteuerung und ein Watchdog-Timer.

Die menTCS- und menRDC-Plattformen zeigen, welche Möglichkeiten und Vorteile sich ergeben, wenn Bahn-Steuerungen auf offenen Standards basieren. Sie bieten sowohl Eisenbahn- und Streckenbetreibern als auch deren Zulieferern und Automatisierungsanbietern viele Vorteile. Große OEMs können von ihnen genauso profitieren, wie junge Start-Ups und kleinere Unternehmen, die sich weniger mit den technischen Anforderungen auskennen, aber neuartige IoT-Lösungen für die Bahntechnik umsetzen wollen.

[Weitere Informationen zu Men Mikro Elektronik finden Sie im Business-Profil auf Seite 38.](#)

# AUSWAHL LANGLEBIGER FLASH-SPEICHER

Der Ausfall von Flash-Speichern kann zu hohen Servicekosten führen. Daher sind Standard-SSDs oder Speicherkarten für den IT- oder Consumer-Markt für industrielle Anwendungen nicht zu empfehlen. Doch auch bei Flash-Speichern gibt es große Qualitätsunterschiede.

TEXT: Ulrich Brandt, Swissbit BILD: Swissbit

Die Preise pro Gigabyte oder Schreib-/Lesegeschwindigkeiten mögen zentrale Auswahlkriterien für Flash-Speicher im IT-Bereich sein. Bei industriellen Anwendungen aber stehen Robustheit und Langlebigkeit im Mittelpunkt. Angaben zum Temperaturbereich und zu mechanischen Eigenschaften scheinen den richtigen Weg zu weisen. Auch Angaben zur Endurance werden von Herstellern gemacht – sind aber oft nicht vergleichbar. Wer geeignete Speicher auswählen und für seine Aufgaben qualifizieren will, sollte die Alterungsprozesse von Flash-Speichern und mögliche Kompensationsmaßnahmen der Hersteller verstehen. Wichtig dabei ist die Frage, wie genau der Speicher von der Anwendung genutzt wird, denn das sollte die Auswahl bestimmen.

## Grundlagen: Alterung von Flash

Die Zellen eines NAND-Flashs überstehen nur eine begrenzte Zahl von Löschungen. Ursächlich dafür ist, dass sich in der Oxidschicht, die das Abfließen der Elektronen aus dem Floating Gate verhindert, bei jeder Erzeugung des Tunnel-effekts durch die Löschspannung Elektronen mit erhöhtem Energieniveau ansammeln. Damit verschiebt sich auf Dauer die Schwellwertspannung, bis die Zelle nicht mehr lesbar ist.

Hinzu kommt als zweiter Alterungseffekt das Entstehen leitender Pfade durch die Oxidschicht. Über diese verliert die Zelle allmählich ihren Ladungszustand und damit das gespeicherte Bit. Hohe Temperaturen beschleunigen den Effekt und dieser wird auf jeden Fall ein Problem, wenn die möglichen

P/E-Zyklen (Programmier-/Lösch-Zyklen) zur Neige gehen. Folglich nimmt die Retention, also die Fähigkeit, Informationen zu bewahren, am Ende des Lebenszyklus extrem ab.

Der Anwender kann sowohl bei einem Single-Level-Cell-NAND (SLC) wie bei einem Multi-Level-Cell-NAND (MLC) ursprünglich von einer Retention von 10 Jahren ausgehen. Am Ende des Lebenszyklus sinkt sie aber auf nur ein Jahr. Dieser Punkt ist beim MLC nach 3.000 P/E-Zyklen erreicht, beim SLC erst nach 100.000 P/E-Zyklen. Deshalb bleibt das SLC die erste Wahl für besonders anspruchsvolle Anwendungen.

Bei Triple-Level-Cell-NAND-Chips (TLC) sinkt die ursprüngliche Retention von nur einem Jahr nach 500 P/E-Zyklen sogar auf nur drei Monate. Das ist für industrielle Anwendungen ungeeignet. Die im Consumer-Bereich verbreiteten TLC-Speichermedien sind kostengünstig, weil hier drei Bit pro Zelle gespeichert werden. Das ist gleichzeitig der Grund für das schnelle Verblässen der Informationen: Es müssen acht verschiedene Ladungsniveaus unterscheidbar sein, um diese drei Bit zu lesen – schon ein geringer degenerativer Effekt macht das unmöglich.

## Stressige Nachbarn

Neben dem Abfluss von Ladung aus alternden Zellen führen weitere Effekte zu Lesefehlern. Beim Schreiben werden zum Beispiel die Zellen in der Umgebung der zu programmierenden Zelle gestresst. Die umgebenden Zellen weisen

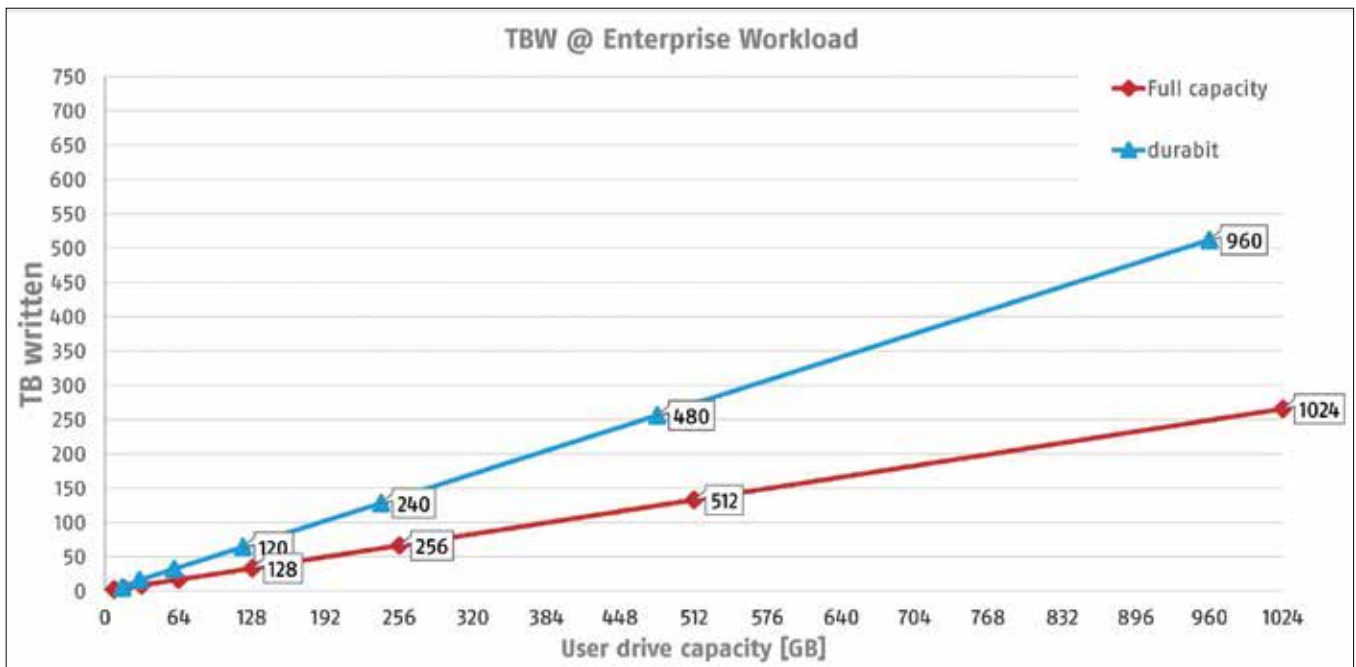


Abbildung 1: Dank erhöhter Over-Provisioning erreichen die Durabit SSDs nahezu doppelte Endurance, gemessen in Terabyte.

eine leicht erhöhte Spannung auf (Program Disturb). Mit der Zeit erhöht sich in den Zellen die Schwellwertspannung und es kommt zu Lesefehlern, die nach dem Löschen des Blocks wieder verschwinden. Auch das Lesen führt zu Stress (Read Disturb). Beide Effekte erzeugen Bit-Fehler, die vom Fehlerkorrekturverfahren (Error Correcting Code, ECC) ausgeglichen und durch ein Löschen des Blocks gelöst werden müssen. Besonders stark ist der Effekt bei Anwendungen, die immer wieder dieselben Daten lesen. Deshalb müssen zur Fehlerkorrektur auch im Inneren eines Speichers, der nur gelesen wird, ständig Blöcke gelöscht und Pages geschrieben werden. Ein weiterer Mechanismus, den der Controller eines Flashspeichermediums steuert: Da beim Ausfall von Zellen der ganze Block als Bad Block markiert werden muss, wird mit dem Wear Leveling eine gleichmäßige Nutzung der physischen Speicheradressen sichergestellt.

Der Austausch von Speicherkomponenten sollte in industriellen Anwendungen tunlichst vermieden werden. Mit dem Wissen um die Alterungsprozesse wird daher nach besonders langlebigen SSDs gesucht. Dabei gibt es zwei Maße, mit denen Hersteller die Lebensdauer von SSDs angeben: Terabytes Written (TBW) und Drive Writes Per Day (DWPD). TBW sagt aus, wie viel Daten über die Lebenszeit insgesamt geschrieben werden können. DWPD gibt an, wie viele Daten innerhalb der Garanzzeit pro Tag maximal geschrieben werden können.

Entsprechende Benchmarks sind sehr aufwändig und Kunden sind auf die Angaben des Herstellers angewiesen. Es ist allerdings nicht ganz klar, wie aussagekräftig diese Werte wirklich sind.

Messungen mit einer 480-GB-SSD ergaben zum Beispiel je nach Messverfahren eine Lebensdauer von 1.360 TBW, 912 TBW oder 140 TBW. Der imposanteste TBW-Wert ergibt sich beim sequenziellen Schreiben. Den zweiten Wert erhält man bei „Client Workload“, der dritte bei „Enterprise Workload“. Der Client Workload orientiert sich am Nutzerverhalten eines PC-Anwenders und erzeugt zum größeren Teil sequenzielle Zugriffe. Der Enterprise Workload simuliert das Verhalten eines Servers mit Multi-User-Umgebung, die zu 80 Prozent Random-Zugriffe erzeugt. Bei diesen Belastungstests handelt es sich um Vorgaben der Standardisierungsorganisation JEDEC und mit diesen Standards wäre eigentlich eine Vergleichbarkeit gegeben. Allerdings machen viele Hersteller keine Angaben zur Workload und werben mit sequenziellen Schreibwerten. Da, wie das Beispiel zeigt, zwischen diesem und dem Enterprise Workload ungefähr der Faktor zehn liegen kann, ist äußerste Vorsicht bei nicht näher spezifizierten auffällig hohen Endurance-Werten angebracht.

Der Anwender sollte auch bei solchen Tests die Ergebnisse vorsichtig bewerten, die über eine sehr lange Zeit auf SSDs



schreiben bis diese defekt sind und daraus ableiten, wie lange eine SSD hält. Seriöse Hersteller garantieren nach der erreichten TBW-Anzahl immer noch ein Jahr Datenspeicherung. Das berücksichtigen solche Tests nicht, und SSDs, die weit über die erlaubte Grenze hinaus beschrieben werden, halten am Ende vielleicht nur noch ein paar Tage die Daten. Überraschungen nach einem längeren Urlaub sind so vorprogrammiert.

Neben beiden internen Vorgängen Wear Leveling und ECC ist ein dritter besonders wichtig für die Auswahl einer effizienten Speicherlösung: das Mapping zwischen logischer und physischer Adresse. Im Standardverfahren bezieht es sich auf Blöcke. Bei sequenziellen Daten ist das sehr effizient, weil dabei die Seiten eines Blocks hintereinander beschrieben werden. Kontinuierlich gesammelte Videodaten sind ein Beispiel für eine Anwendung, die mit der blockbasierten Zuordnung bedient wird. Bei allen anderen Daten hat das einen Nachteil. Hier werden Seiten in viele verschiedene Blöcke geschrieben. Das bedeutet, bei jedem internen Umschreiben muss pro Page ein ganzer Block gelöscht werden. Das erhöht den Write Amplification Factor (WAF), zu Deutsch Schreibverstärkung. Das Verhältnis zwischen Applikationsdaten und tatsächlich geschriebenen Daten wird ungünstig, die Lebensdauer sinkt. Schlussfolgerung: Wer in der Anwendung überwiegend im Random-Zugriff Daten schreibt, sollte Datenträger mit Page-basiertem Mapping wählen. Hier sorgt die Firmware dafür, dass Daten verschiedenen Ursprungs sequenziell in Seiten eines Blocks abgelegt werden können. Die Zahl der Löschungen sinkt – positiv für die Lebensdauer – und die Schreibperformance steigt. Nachteil ist die größere Zuordnungstabelle des Flash Translation Layers (FTL). Eine sinnvolle Maßnahme der SSD-Spezialisten für industrielle Anwendungen ist deshalb, den FTL auf einem integrierten DRAM vorzuhalten.

Wer einen hochwertigen Flash-Datenträger für eine industrielle Applikation sucht, wird den Speicherplatz möglichst exakt auf die Anwendung dimensionieren. Zu knapp kalkulieren sollte der Anwender ihn allerdings nicht. Das liegt daran, dass je mehr Platz auf einem Flash-Speicher belegt ist, umso mehr Bits muss die Firmware hin und her schieben. Ein sehr volles Medium erhöht den WAF und senkt dadurch die Lebensdauer. Dieser Effekt lässt sich reduzieren, wenn ein Medium mit Over-Provisioning genutzt wird. Traditionell werden sieben Prozent eines Flashmediums für die Firmware-Vorgänge reserviert – die Diskrepanz zwischen binären und dezimalen GB-Angaben. Der Effekt eines Over-Provisioning ist beeindruckend: Werden statt 7 Prozent 12 reserviert, kann das eine bis doppelt so hohe Endurance beim Enterprise Workload bedeuten.

## Arbeitsweise des Controllers ist entscheidend

Die Beispiele zeigen, dass bei der Langlebigkeit von Flash viel von der Arbeitsweise des Controllers abhängt. Das hat dazu geführt, dass in vielen Fällen kostengünstige MLC eingesetzt werden können, wo bisher nur SLC möglich waren. Die angedeuteten Abhängigkeiten zwischen Nutzungsart und Verschleiß sollen dazu einladen, die Auswahl von Speicher applikationsspezifisch vorzunehmen. Der Anbieter sollte hier zu Offenheit hinsichtlich seiner Benchmarks wie auch seiner Firmware-Konfigurationen gedrängt werden. Und natürlich sollte er nach einem aufwändigen Qualifikationsprozess die Langzeitverfügbarkeit des gewählten Flash-Speichers gewährleisten können.

Weitere Informationen zu Swissbit finden Sie im Business-Profil auf Seite 50.

# DEN RICHTIGEN MODUL-STANDARD WÄHLEN

Die neueste Generation von Intel-Atom-Prozessoren richtet sich an eine Vielzahl von Applikationen. Welcher Modul-Standard am besten die Anforderungen, besonders die harten, der Applikation abdeckt und hilft, die Vorteile der Prozessoren zu nutzen, lesen Sie hier.

**TEXT:** Harald Maier, TQ-Systems **BILD:** TQ-Systems

Ein Rückblick auf die rund 10-jährige Historie der Intel-Atom-Familie zeigt: Es hat sich viel getan. Die Prozessoren haben sich von Generation zu Generation verbessert. Zu dem ursprünglichen Ansatz einer sehr sparsamen, kostengünstigen x86-Einstiegslösung sind bis heute viele neue Features, zahlreiche Schnittstellen, erweiterte Einsatzmöglichkeiten und ein enormer Schub an Leistungsfähigkeit dazugekommen. Das gilt es zu nutzen.

## Neue Intel-Atom-Prozessoren im Überblick

Unter dem ursprünglichen Codenamen Apollo Lake-I hat Intel momentan drei Derivate auf der IoTG-Embedded-Roadmap (Internet of Things Group): den Intel Atom x7-E3950, den x5-E3940 und den x5-E3930. Intel spricht damit den breiten Embedded-Markt an sowie Industrie-Applikationen. Erweiterter Temperaturbereich, hohe Zuverlässigkeit, Langlebigkeit sowie Features zur Unterstützung von harten Echtzeit-Anwendungen und Virtualisierung stehen dabei im Vordergrund.

Wer bezüglich Temperaturbereich und Nutzungsszenario eher etwas entspannter unterwegs ist, kann gegebenenfalls auch auf den Celeron N3350 oder den Pentium N4200 zurückgreifen. Sie wurden bisher unter dem Codenamen Apollo Lake geführt und besitzen keine speziellen Modifikationen für den harten Embedded-Einsatz. Sie richten sich vielmehr an PC-typische Anwendungen, die meist mit sehr geringer Leistung

auskommen, jedoch auch für kurzzeitige Spitzenbelastungen genügend Reserve benötigen.

Alle fünf Derivate sind Pin-kompatibel und bezüglich der äußeren Schnittstellen einheitlich. Alle überzeugen durch ein gutes Leistung-pro-Watt-Verhältnis sowie hervorragende Grafikeigenschaften mit bis zu drei hochauflösenden 4K-Display-Schnittstellen.

## Die verschiedenen Embedded-Modul-Standards

Gerade für x86-Embedded-Prozessoren hat sich über die vergangenen Jahre der Einsatz von Standard-Modul-Formfaktoren etabliert. Schlagworte wie Austauschbarkeit, Skalierbarkeit, Upgradefähigkeit, Second-Source-Strategie, Time-to-Market und Zukunftssicherheit stehen dabei im Vordergrund. Dabei haben sich folgende Modul-Standards im deutschen und internationalen x86-Embedded-Markt durchgesetzt:

- ▶ COM-Express (Mini, Compact, Basic), definiert durch die PCI Industrial Computer Manufacturers Group (PICMG), COM.o
- ▶ SMARC, definiert durch die Standardization Group for Embedded Technologies (SGeT), SDT.o1
- ▶ Qseven, definiert ebenfalls durch die SGeT, SDT.o2

SMARC und Qseven decken dabei den unteren Leistungsbereich der x86-Prozessoren ab, wohingegen mit COM-Ex-

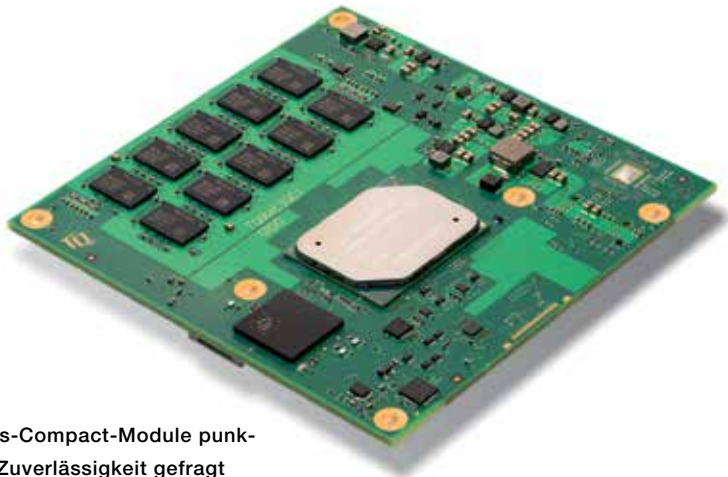


Abbildung 1: COM-Express-Compact-Module punkten wenn Robustheit und Zuverlässigkeit gefragt ist. Mit ihnen lässt sich außerdem die Rechen- und Grafikleistung der neuen Intel-Prozessoren besonders gut ausnutzen.

press die volle Bandbreite an Leistungsfähigkeit abgedeckt werden kann. Welcher Modul-Standard sich nun für Anwendungen mit den neuen Intel-Atom-Prozessoren am besten eignet, hängt ganz von den technischen Anforderungen sowie den Umgebungsbedingungen der Applikation ab.

**Qseven:** Der Qseven-Formfaktor wurde 2008 speziell für Intel-Atom-basierende Lösungen eingeführt. Die Abmessungen sind mit 70 mm x 70 mm recht kompakt. Der Großteil der Schnittstellen, die die neuen Intel-Atom-Prozessoren anbieten, können breitbandig für das Carrierboard zur Verfügung gestellt werden. Leider können nur zwei der drei möglichen Displayausgänge genutzt werden. Auch auf eine der drei USB-3.0-Schnittstellen muss verzichtet werden. Wer die MIPI-CSI-Kamera-Schnittstelle nutzen möchte, ist gezwungen, mit einem Flachbandkabel direkt am Modul zu kontaktieren.

Die Verbindung zum Carrierboard erfolgt über einen 230-poligen Card-Edge-Verbinder. Am Modul sind somit vergoldete Kontaktierungsflächen vorhanden, die in den Steckverbinder des Carrierboards eingesteckt werden - ein Vorteil bezüglich Kosten. Einige Anwender, die die neuen Intel-Atom-Prozessoren für besonders robuste Anwendungen einsetzen möchten, stufen diese Kontaktierungsart bezüglich Schock, Vibration und Verschmutzungsgefahr als kritisch ein und befürchten mittelfristige Kontaktierungsprobleme. Bezüglich Robustheit stehen die geringe Leiterplattendicke und

die mechanische Integration auch immer wieder zur Diskussion. Der entstehende mechanische Stress auf Bauteile und Lötstellen könnte die Zuverlässigkeit und Lebensdauer beeinträchtigen.

Die maximale Leistungsaufnahme von Qseven-Modulen ist durch die Spezifikation und die eingesetzten Steckverbinder auf 12 W beschränkt. Deshalb ist es hier gegebenenfalls nötig, die maximale Rechen- und Grafikleistung zu drosseln. Die Premium-Prozessor-Variante Intel Atom x7-E3950 mit 12 W TDP (Thermal Design Power) sprengt hier leider die Leistungsgrenzen bezüglich der Gesamtleistungsaufnahme des Moduls.

**SMARC:** Dieser Standard setzt wie Qseven auf eine Card-Edge-Verbindung, sodass auch hier oft Themen wie Robustheit, Zuverlässigkeit und Langlebigkeit diskutiert werden. Die Abmessungen in der Short-Ausführung betragen nur 82 mm x 50 mm. Somit ist SMARC der kleinste der hier betrachteten Formfaktoren. Das macht das Modul trotz der sehr dünnen Leiterplatte etwas robuster als zu Qseven.

Die 314 Pins des Modulsteckverbinders bieten insgesamt mehr Signale als bei Qseven. Zusätzliche Signale für Grafik und MIPI-CSI sind verfügbar, sodass die Vorzüge der neuen Intel-Atom-Generation breitbandiger genutzt werden können. Insgesamt ist das definierte Pinout moderner und zukunftsorientierter als bei Qseven, wovon speziell neue Designs pro-

fitieren können. Wird das SMARC-Modul mit 5 V Versorgungsspannung betrieben, kann das volle Leistungsspektrum der Intel-Atom-Prozessoren abgedeckt werden. Die möglichen Einschränkungen im oberen Leistungssegment wie bei Qseven gibt es hier also nicht.

**COM-Express-Mini:** Dieser ebenfalls sehr kompakte Formfaktor (84 mm x 55 mm) punktet vor allem durch den sehr robusten Aufbau bezüglich Mechanik, Steckverbinder, Leiterplatte und Kühlanbindung. COM-Express-Mini ist deshalb geeignet, um die neuen Apollo Lake-I-Prozessoren, die für den Embedded- und Industrie-Einsatz konzipiert sind, in harten Umgebungsbedingungen zu unterstützen. Der 220-Pin-Modulsteckverbinder stellt ebenfalls einen großen Teil der Schnittstellen für das Carrierboard zur Verfügung. Aber auch hier gibt es wie bei Qseven Einschränkungen bezüglich MIPI-CSI, USB 3.0 und dritter Grafik-Schnittstelle. Da das Pinout nur Single-Channel-LVDS, oder alternativ eDP, anbietet, gibt es auch Beschränkungen bei der Anbindung von hochauflösenden internen Displays. Hier müsste bei Bedarf eine eDP-Bridge auf dem Carrierboard vorgesehen werden, die Dual-Channel-LVDS generiert. Einige Modul-Hersteller haben darauf reagiert und setzen die Priorität auf Bestück-Varianten mit eDP-Pinbelegung. COM-Express-Mini bietet mit bis zu 28 W zulässiger Leistungsaufnahme für alle Intel-Atom-Derivate ausreichend Reserven.

**COM-Express-Compact:** Wer den Fokus auf robuste und zuverlässige Intel-Atom-Designs mit großem Funktionsumfang und voller Leistungsfähigkeit legt, trifft mit COM-Express-Compact eine gute Wahl: Mit 95 mm x 95 mm sind die Abmessungen zwar größer, es steht aber genügend Platz zur Verfügung, um auch Speichervarianten mit 8 GB Dual-Channel-DDR3L-Vollausstattung und ECC-Option (automatische

Fehlerkorrektur) anzubieten. Das ist ein wichtiger Aspekt, um die Rechen- und Grafikleistung der neuen Intel-Atom-Prozessoren voll auszunutzen. Je nach Anwendungsgebiet gibt es Modul-Varianten mit zwei DDR3L-SO-DIMM-Sockeln (hohe Flexibilität bei der Systemkonfiguration, jedoch ohne ECC) oder mit gelötetem Arbeitsspeicher (mit ECC und hoher Zuverlässigkeit bei Schock, Vibration und rauen Umgebungsbedingungen).

Bei Com-Express-Compact stehen zwei Steckverbinder mit je 220-Pins zur Verfügung, sodass nahezu alle Schnittstellen der neuen Intel-Atom-Prozessoren auf dem Carrierboard verfügbar sind. Somit können alle drei Grafik-Ausgänge des Prozessors mit voller Leistungsfähigkeit und Auflösung genutzt werden. Bei USB 3.0 sind nun alle drei Schnittstellen verfügbar. Lediglich für Anwendungen mit MIPI-CSI-Kameras fehlen die passenden Signale.

### Kein richtig oder falsch

Da die Anwendungsgebiete für die neuen Intel-Atom-Prozessoren so breit gefächert sind, haben alle hier diskutierten Embedded-Modul-Standards ihre Daseinsberechtigung. Bei neuen, sehr kompakten Designs, vor allem auch im Bereich mobiler Anwendungen, scheint SMARC den Qseven-Formfaktor mittelfristig zu überholen. Bei härteren Einsatzbedingungen wird meist COM-Express favorisiert. Die Mini-Ausführung punktet hier vor allem durch die geringen Abmessungen. Wer das komplette Leistungsspektrum der neuen Intel-Atom-Prozessoren für Industrie-Anwendungen ausschöpfen möchte, findet meist bei COM-Express-Compact die beste Wahl.

[Weitere Informationen zu TQ-Group finden Sie im Business-Profil auf Seite 53.](#)

In der Rubrik

# DESIGNTOOLS & SOFTWARE



BILD-SPONSOR: ETAS

**102 IT-Security ist Vertrauenssache!**  
Friedhelm Pickhard, ETAS

---

**103 Mit sicheren Daten auf Autopilot-Kurs**  
Georg Vogl, Reinhold Greifenstein, beide  
B-Plus

---

**106 Software-Engineering anders gedacht**  
Markus Behle, Alexander Leonhardt,  
Alexander Mayer, alle ETAS

---

# IT-SECURITY IST VERTRAUENSACHE!

Die Datensicherheit gestaltet sich sowohl für Privatpersonen wie auch für Unternehmen deutlich schwerer als gedacht. Viele Kunden wissen nicht, welchen Herstellern und Konzernen sie Zugang zu ihren sensiblen Daten geben sollen.

Allein in den letzten zwei Jahren war jedes zweite Unternehmen in Deutschland von Hackerangriffen betroffen. Das gab das für Fragen rund um Cybersecurity zuständige Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) bekannt. Durch Attacken wie WannaCry und Petya konnten Internet-Kriminelle tagelang die Produktion in Unternehmen lahmlegen. Große Konzerne verzeichnen mittlerweile tausende solcher Angriffe pro Tag. Kommt nur ein einziger davon durch, drohen Schäden in Millionenhöhe. Hinzu kommt der immaterielle Schaden. Wie nach realen Einbrüchen sind die Betroffenen verunsichert. Welche Daten und Rechner nach einem Angriff noch sicher sind, ist unklar.

Maßnahmen gegen das Aufhebeln von Türen und Fenstern sind allgemein verständlich. Im Gegensatz dazu ist IT-Security für Laien meist ein Buch mit sieben Siegeln. Sie können weder die Methoden der Hacker noch die Gegenmaßnahmen nachvollziehen. Letztlich sind IT-Nutzer auf das Know-how von Security-Spezialisten angewiesen. Eine Zielscheibe für Hacker können auch moderne Fahrzeuge werden. Sie sind ein Teil der vernetzten Welt und somit genauso angreifbar wie Rechner. Mit der Einbindung des Internets in Autos ist auch deren IT angreifbar. Wenn Cyberkriminelle Funktionen in Fahrzeugen manipulieren, hat das weitreichende Folgen. Die Sicherheit von Menschen wird gefährdet und die wirtschaftliche Stabilität des betroffenen Fahrzeugherstellers kann davon geschädigt werden. Schließlich können Kunden sich nicht mehr sicher sein, welchem Hersteller sie noch vertrauen.

Mit der IT-Security im Fahrzeug steht und fällt der Erfolg von Geschäftsmodellen rund um vernetzte Services. Sie ist es-



**Friedhelm Pickhard**  
Vorsitzender der  
Geschäftsführung von ETAS.  
friedhelm.pickhard@etas.com

sentiell für die Reputation der gesamten Branche. Dafür müssen die Hersteller die Sicherheit der Kundendaten in den Fahrzeugen garantieren können. Deshalb suchen OEMs und Zulieferer den Schulterchluss mit Security-Experten, um im Wettlauf gegen die Hacker die Nase vorn zu behalten. Hier sind holistische Ansätze, also solche, die das ganze System betrachten, gefragt: IT-Security beginnt mit den Planungen vor der Entwicklung eines Modells. Sie sichert nicht nur sämtliche Produktionsabläufe ab, sondern auch den Fahrzeugbetrieb in Kundenhand. Erst nachdem die kryptografischen Schlüssel aus dem Fahrzeug gesichert wurden, endet die IT-Security mit der Verschrottung.

Security-Partner haben Zugriff auf geschützte Bereiche und sensible Daten. Fahrzeughersteller und Zulieferer müssen sich demnach fragen, wen sie so tief in ihre Strukturen und Prozesse blicken lassen. Mancher IT-Security-Anbieter hat sich zuletzt zu seinen Wurzeln in Geheimdienstkreisen bekannt und teils sogar damit geworben. Andere rekrutieren Mitarbeiter dort. Angesichts des Mangels an IT-Spezialisten ist das nachvollziehbar, jedoch bleiben die Akteure undurchschaubar. Ob solche Partner keine eigene Agenda verfolgen und sensible Daten in ihren Händen sicher sind, kann nicht gewährleistet werden. IT-Security ist Vertrauenssache! Gerade in diesem Bereich sollten Partnerschaften auf gemeinsamen Werten aufbauen. OEM und Zulieferer tun gut daran, ihre Partner gründlich zu prüfen. Denn nicht nur IT-Netzwerke von Fahrzeugen bieten Angriffsfläche, sondern auch die Organisationen ihrer Hersteller.

# MIT SICHEREN DATEN AUF AUTOPILOT-KURS

Derzeitige Lösungen des Datentransfers bei Fahrerassistenzsystemen tendieren zu einer zentralen Entscheidungsplattform, die immer mehr Gigabits an Datenströmen aufnimmt. OEMs und Tier1 benötigen dafür adäquate Technologien und eine Werkzeugkette, die skalierbar sein muss.

TEXT: Georg Vogl, Reinhold Greifenstein, beide B-Plus BILDER: B-Plus

Bevor das autonome Fahren real wird, gilt es, das Segment der Assistenzsysteme technologisch sicher umzusetzen. Fahrer vertrauen zunehmend auf Technologien, die sowohl eine leitende Funktion übernehmen, als auch Fahrentscheidungen stützen. Diese neuen Technologien zu beherrschen, wird für Autohersteller und Zulieferer erfolgsentscheidend sein.

Zu den großen Aufgaben auf dem Weg zum autonomen Fahren gehören das sichere, messtechnische Erfassen der Sensordaten und das Optimieren der Steuergerätfunktion anhand von Test- und Absicherungsmethoden dieser Systeme. B-Plus zeigt einen Weg auf, wie eine komplette und durchgängige Fahrerassistenzsystem-Validierungskette (ADAS, Advanced Driver Assistance Systems) aussehen kann. Dazu gehören das Debuggen und Testen von Multisensor-Applikationen, Testszenarien und die schnelle Steuergeräteanbindung zum Erfassen der Sensordaten.

## Datenhandling nach ISO-26262

Es ist wichtig, die funktionale Sicherheit in der Validierungsphase nach der Norm ISO-26262 zu gewährleisten. Dafür müssen Datenströme während der Messung mit sogenannten Data Qualifiers vor Manipulation und Übertragungsfehlern gesichert sein. Gilt es, das Umfeld des Automobils schnell und sicher zu erfassen, sorgt ein zentrales Steuergerät mit entsprechender Rechenleistung für die Datenfusion und trifft Entscheidungen.

Um den Datenstrom abzusichern, müssen Prüfsummen und Botschaftszähler eingesetzt werden. Je nachdem wo genau in der Messkette angesetzt wird, kann die Kette komplett vom Steuergerät bis zum Messdatenrecorder abgesichert werden. Dadurch ist es möglich mit einem Messdatenservice direkt am Steuergerät

anzusetzen. Alternativ können am Messdateninterface Prüfsummen und Botschaftszähler hinzugefügt werden. Dadurch kann der resultierende Datenstrom abgesichert und beim Empfangen, bei der Aufzeichnung und beim Abspielen auf Datenintegrität geprüft werden. Geschieht nun ein Übertragungsfehler in der Werkzeugkette wird das beim Öffnen des Datensatzes angezeigt. Das ist einer der Bausteine für eine erfolgreiche Absicherung nach ISO 26262.

Für die Validierungsphase eines Steuergeräts ist es ratsam, eine Schnittstelle für die Messtechnik zu berücksichtigen, die einen möglichst reibungslosen Übergang von den Entwicklungsmustern und deren Validierungsergebnissen gewährleistet. Für das Loggen von ECU-Rohdaten wird dafür ein gesonderter Messtechnikumsetzer eingesetzt, der es ermöglicht, Daten, wie zum Beispiel CSI-2 (Camera Serial Interface), auszukoppeln, zeitlich zu stempeln, umzuwandeln und schließlich über 10-Gbit-Ethernet in die Messtechnik zu transportieren. Der Einsatz eines Messtechnikumsetzers hat den Vorteil, dass das Steuergerät selbst nur minimale Hard- oder Softwareausstattung braucht, um für die Messtechnik Rohdaten zur Verfügung zu stellen. In der Konsequenz sind zwei Dinge sichergestellt: die verlässliche Übertragung von hohen Bandbreiten aus dem Steuergerät und durch 10-Gbit-Ethernet der verlustlose Transport über längere Distanzen.

Für das Erreichen von kürzeren Validierungszeiten sind leistungsstarke, aufnahmefähige Messtechniklösungen für das Aufzeichnen von Rohdaten unerlässlich. Für die Verarbeitung solcher großen Datenmengen ist, neben einer hohen Logging-Geschwindigkeit, die Skalierbarkeit dieser Systeme, inklusive entsprechender Speicherkapazitäten, nötig. Robuste Systemlösungen trotzen



Abbildung 1: Ein im Testauto verbauter Messtechnik-Rechner „BRICK“ (oben) in Kombination mit dem HPC DATALynx ATX2 (unten)

den wechselnden Umweltbedingungen im Fahrzeug und liefern somit konstant zuverlässige Daten für weitere Validierungsprozesse. Erst wenn diese Datenverarbeitung sicher funktioniert, kann die anschließende Bewertung und Optimierung der Algorithmen erfolgen.

Experten rechnen für die Absicherung eines autonom-agierenden Fahrzeug mit Datenraten von mehr als 60 Gbit/s. Verschiedene vernetzte Systeme und parallel geschaltete Rechner sind in zeitliche Korrelation zu setzen, damit systemübergreifend die Daten zeitsynchron erfasst und verarbeitet werden – eine essentielle Voraussetzung für die nachgelagerte Datenfusion. Diese Synchronität und damit Zuweisbarkeit von Daten erreichen Entwickler systemübergreifend durch Verfahren wie Ethernet Time Synchronization (IEEE1588, 802.1AS), systemintern über Hardware Zeitstempel. In zeitsynchronen Systemen lassen sich Daten, die zu unterschiedlichen Zeitpunkten in unterschiedlichen Systemen entstanden sind, mit einer Genauigkeit von  $\pm 500$  ns direkt in Bezug zueinander bringen.

## Verfahren zur Simulation von Fahrsituationen

Um teure Testfahrten zu minimieren, werden Situationen mithilfe von Simulationen oder Aufzeichnungen reproduzierbar nachgestellt, indem die im Labor entwickelten Funktionen auf Basis von aufgezeichneten Realdaten erprobt werden. Das erspart bei der immer höheren Komplexität von Soft- und Hardware bei anschließenden Testfahrten eine große Anzahl an Fehlermeldungen, welche im Nachgang aufwändig identifiziert und abgestellt werden müssten. Simulationsverfahren können bereits in der Entwicklungsphase beim Optimieren eines Algorithmus unterstützen. Hardware-in-the-Loop (HiL) und Software-in-the-Loop (SiL) sind hierfür gängige Verfahren. Sie basieren auf Rohdaten, die von der Messtechnik eingespeist werden.

Bei Software-in-the-Loop wird ein Teil der zu testenden Software auf einer anderen Hardware, einem Entwicklungsrechner oder Simulationsserver, ausgeführt. Dadurch lassen sich Softwaremodule und Funktionen ohne Echtzeit-Anforderungen prüfen. Anders bei der Reinjektions-Hardware-in-the-Loop: Hier ist es möglich zum Beispiel die Kamera zu ersetzen und die Sensorrohdaten wieder ins Steuergerät einzuspeisen. Um die realitätsnahe Fahrzeugumgebung und die Multibus-Systeme lückenlos nachzubilden, werden die aufgezeichneten Busdaten zeitsynchron zu den Bilddaten abgespielt. Des Weiteren ist die Vorhaltung der Sensorinitialisierung und deren Kommunikation über zum Beispiel I2C von großer Bedeutung, da das Steuergerät bei der Wiedergabe von aufgezeichneten Rohdaten nicht den erwarteten Input, vor allem in der Initialisierungsphase, bekommen würde. Hierbei wird zum Beispiel das „Grey Pattern“, aber auch der aufgezeichnete Bildzähler, mithilfe von Softwaremechanismen vorgehalten und abgeändert, um keine Fehlermeldungen im Steuergerät auszulösen.

Über eine 10-Gbit-Ethernet-Schnittstelle werden die aufgenommenen Rohdaten in das kompakte, clusterfähige HiL-System eingespielt. Dabei ist es für genaue Werte wichtig, die Bilddaten mit den Busdaten zeitsynchron abzuspielen. Ein optimiertes HiL-System bietet dem Entwickler dafür die Möglichkeit, Bilddaten entweder zu „verlangsamen“ oder frameweise zu „beschleunigen“, um hier synchron zum restlichen Fahrzeugbus bleiben zu können. Ein kleines, kompaktes Gehäuse, welches all diese Fähigkeiten vereint und gleichzeitig mit den vielen Datenströmen umgehen kann, ermöglicht das Testen bereits am Entwicklungstisch. Somit werden auftretende Fehler bereits in der frühen Entwicklungsphase erkannt und können noch vor den ersten Fahrzeugtests behoben werden. Das verringert die Kosten für die aufwändigen Testfahrten und ermöglicht, abgesicherte Produkte schneller in Serie zu bringen.



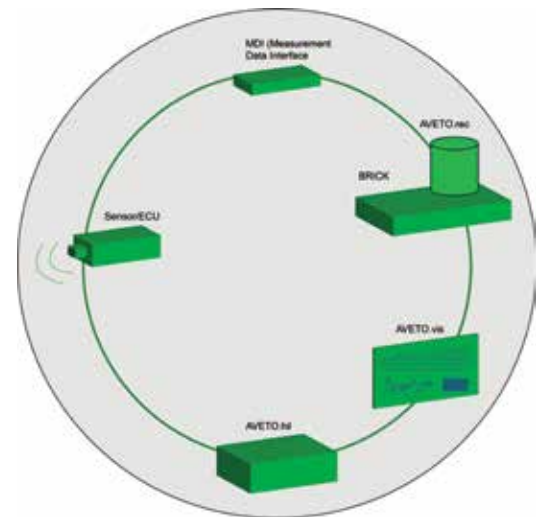


Abbildung 2: Kreislauf von der Datengenerierung durch den Sensor über die Messtechnikaufnahme bis hin zum Reinjektion-Verfahren HiL

Egal ob SiL oder HiL – beide Verfahren setzen eine Datenverfügbarkeit voraus, die aus synthetischen oder aufgezeichneten Daten bestehen. Synthetische Daten, die über ein Modell und einen Datengenerator generierbar sind, decken in der Realität schwer abdeckbare Situationen ab, wie beispielsweise Geisterfahrer auf der Autobahn und das Notbremsverfahren bei Stauende. Zu beachten ist, dass synthetische Daten die Realität nur annähernd darstellen, sodass die Situationen zusätzlich immer mit real eingefahrenen Daten validiert werden müssen.

Liegt eine zeitsynchrone Visualisierung von Bus- und Bilddaten vor, lässt sich mit den Ergebnissen das Verhalten des Steuergeräts genau beobachten und für Testzwecke nutzen. Aktualisierte Codes oder Updates von Algorithmen können ohne Steuergeräte-Hardware getestet werden, was die Entwicklungslaufzeit beschleunigt und vereinfacht. Für das Design gilt es besonderes Augenmerk darauf zu legen, dass solche Systeme eine deterministische Entwicklung unterstützen, da nur so eine Reproduzierbarkeit im Test und in der Absicherung gewährleistet werden kann.

## Daten visualisieren und Funktionen validieren

Einige Kernaspekte einer ADAS-Systemvalidierung sind hier aufgezeigt. Die ständig steigende Komplexität sicherheitskritischer Systeme verschärfen die Ansprüche an das Steuergerät für automatisiertes Fahren. Mit der Validierungstoolkette Aveto unterstützt B-Plus die Validierung von Multi-Sensorsystemen, bestehend aus beispielsweise Kameras, Radarsensoren oder anderen Sensorsystemen. Die Software Aveto.rec ermöglicht das Aufzeichnen der Sensordaten, ist dabei äußerst performant und eine gut ausgearbeitete Schnittstelle zur Hardware (Brick). Anspruchsvolle, messtechnische Aufgaben werden ermöglicht, um die generierten Daten im Anschluss zu validieren. Sehr wichtig ist es hierbei, die Datenintegrität nach ISO 26262-8 sowie die In-

haltsintegrität sicherzustellen. Die komplette Entwicklungskette umfasst das Aufzeichnen der Daten, ein Entwicklungs-Framework, Visualisierungsmöglichkeiten, Schnittstelle zum Abspielen der Daten in Drittanbieter-Frameworks, SiL- und HiL-Features, sowie Entwicklungs- und Validierungswerkzeuge.

## Plattformen erleichtern Funktionsentwicklung

Der Blick auf den Datenverkehr unter den ADAS-Funktionswelten macht deutlich: Bei OEMs und den Tier1-Zulieferern in der Automobilindustrie bleibt es turbulent. Der Validierungsweg zu einem selbstentscheidenden System ist häufig gepflastert mit inselorientierten Einzellösungen. Wagen sie sich an eine komplette Entwicklungskette des Datentransfers für ADAS, so tendieren derzeitige Lösungen zu einer zentralen Entscheidungsplattform, die immer mehr Gigabits an Datenströmen zur Echtzeitverarbeitung aufnimmt. Bestehende Abläufe in der Funktionsentwicklung, gepaart mit dem genannten Datenaufkommen, benötigen dafür adäquate Technologien und eine zuverlässige Werkzeugkette, die für zukunftsorientierte Anforderungen skalierbar sein muss. Themen wie die Datenintegritätsprüfung im Testfahrzeug bei der Datenerfassung, Mechanismen für die Zeitsynchronisierung sowie Sensor-HiL-Systeme bieten die Möglichkeit, die Daten zu beherrschen, wiederzuverwenden und Testprozesse früher zu beginnen. Mit Hardware-Plattformen, die auf Messtechnik und Prototyping im Fahrzeug zugeschnitten sind, bietet B-Plus Aktionsfreiräume in der Funktionsdefinition des automatisierten Fahrens. Validierung, Messtechnik inklusive Betrieb von Software Frameworks für Prototyping und hochparallelen Rechenvorgängen sind mit den Plattformen gewährleistet, die die Komplexität auflösen und die Informationsdichte sicher verarbeiten.

Weitere Informationen zu B-Plus finden Sie im Business-Profil auf Seite 17.

# SOFTWARE-ENGINEERING ANDERS GEDACHT

Die wachsende Systemkomplexität in Fahrzeugen bringt heutige Workflows zwischen Funktions- und Softwareentwicklern, Applikationsingenieuren und Testern an Grenzen. Sie brauchen neue Methoden und Werkzeuge, die mehr als nur Übersicht und Kontrolle im Entwicklungsprozess gewährleisten.

**TEXT:** Markus Behle, Alexander Leonhardi, Alexander Mayer, alle ETAS **BILDER:** ETAS

Wohin Ingenieure bei der technischen Weiterentwicklung moderner Fahrzeuge auch schauen, Software ist zugleich Enabler und Zuverlässigkeitsgarant. Adaptive Fahrwerke und komplexe Hybridantriebe wären ohne Embedded-Software ebenso undenkbar, wie das Einhalten der Schadstofflimits bei künftigen Messungen während der Fahrt (Real Drive Emissions). Auch in aktiven Fahrerassistenzsystemen und ihrer Weiterentwicklung hin zum (teil-)automatisierten Fahren kommt Software eine Schlüsselrolle zu. Autofahrern erleichtern diese Entwicklungen das Fahren und verschaffen ihnen einen hohen Zugewinn an Sicherheit und Komfort. Dagegen bergen sie für die Entwickler der Funktionen und Steuergerätesoftware enorme Herausforderungen. Sie müssen trotz wachsender Komplexität den Durchblick behalten, die Funktionen in den zunehmend vernetzten Fahrzeugsystemen sauber aufsetzen und unter hohem Zeit- und Kostendruck absolut zuverlässige, funktional sichere Software entwickeln.

## Komplexität muss beherrschbar bleiben

Virtualisierung weist den Weg aus dieser Komplexitätsfalle. Mithilfe modellbasierter Methoden können Funktions- und Softwareentwickler parallel arbeiten, wo vorher ein Schritt dem anderen folgen musste. Virtuelle Steuergeräte erlauben ihnen frühzeitiges Erproben neuer Softwarefunktionen im Detail wie auch im virtuellen Gesamtfahrzeug. Erprobungsfahrten in teuren Versuchsträgern können dadurch auf ein Mindestmaß reduziert werden; sie dienen vor allem zur Absicherung der modellbasiert erarbeiteten Systemfunktionen.

Wo Funktions- und Softwareentwicklung, Tests und Applikation so eng verzahnt sind, fallen Fehler früher auf und lassen sich mit weit geringerem Aufwand beheben, als in späteren Phasen des Entwicklungsprozesses. Auch standardisierte Abläufe entlang

von Normen, wie der ISO 26262, tragen zur frühen Reife und Zuverlässigkeit der Embedded-Software bei.

Doch wo vernetzte Fahrzeugsysteme die Komplexität exponentiell ansteigen lassen, ist Virtualisierung kein Selbstläufer. Die Krux liegt darin, dass Entwickler die Grenzen und Zusammenhänge der Systeme schon in einer Phase durchschauen müssen, wo diese noch höchst abstrakt sind. Frühe Simulationen in der Funktionsentwicklung setzen aber voraus, dass Systeme und Funktionen exakt, vollständig und stimmig beschrieben werden können. Liegen unvollständige, fehlerhafte Artefakte zugrunde, ist der modellbasierte Ansatz zahnlos. Dagegen führt er auf kürzestem und effektivstem Weg zu funktional sicherem Steuergeräte-Code, wenn die Annahmen der Entwickler von Anfang an stimmen.

Damit ist die Verantwortung der Funktions- und Softwareentwickler klar umrissen. Um ihr gerecht werden zu können, brauchen sie professionelle Werkzeuge. Diese sollten nicht nur Systemzusammenhänge sichtbar machen und Systemgrenzen plausibilisieren, sondern auch dabei helfen, komplexe Gesamtsysteme in leichter handhabbare Teilbereiche zu zerlegen. Damit das trotz aller Abstraktion gelingt, sind vor allem Kontrollwerkzeuge gefragt, die Lücken und Dopplungen in den Teilsystemen aufspüren. Darüber hinaus sollten die Tools klar strukturierte Dokumentationen und übersichtliche Visualisierungen und Simulationen erlauben, damit sich auch jene Entwickler in der Fülle an Daten, Signalen, Parametern und versteckten Systemzusammenhängen zurechtfinden, die später oder an anderer Stelle zu den Projekten stoßen.

Letztlich geht es also darum, dass Entwickler im modellbasierten Prozess ihre eigenen Annahmen und Definitionen jeder-

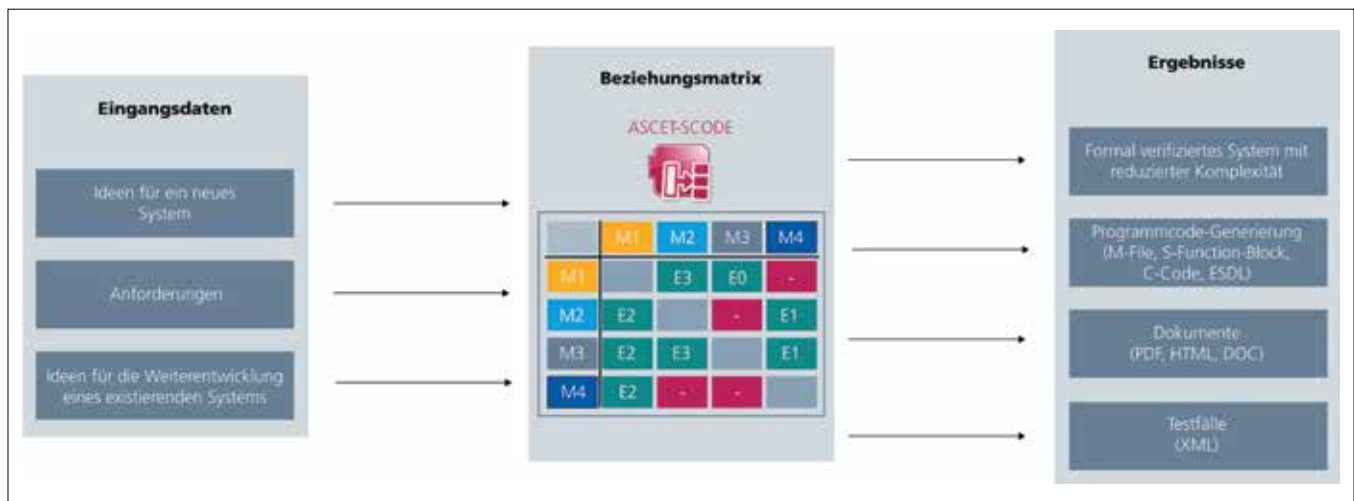


Abbildung 1: Mit der funktionellen Morphologie von Scode-Analyzer werden die Anforderungen von Anfang an klar strukturiert.

zeit überprüfen können, und dass über den gesamten Entwicklungsprozess hinweg ein effizienter Informationsfluss zwischen allen Akteuren gewährleistet ist. Klar ist, dass Werkzeuge, die all dies gewährleisten, nicht im luftleeren Raum genutzt werden. Vielmehr müssen sie sich in bestehende Prozesse einfügen, damit sie die Abläufe nicht zusätzlich verkomplizieren. Neben der Einbindung in die etablierte Eclipse-Plattform ist Kompatibilität mit gängigen Simulationslösungen gefragt.

Mit all diesen Prämissen vor Augen hat Etas nach zehn Jahren Entwicklung in der Bosch-Forschung zwei neue Werkzeuge zur Reife gebracht, die eine völlig neue Methodik in die modellbasierte Software-Entwicklung bringen. Sie bauen auf Erkenntnissen der funktionellen Morphologie auf, welche die Beziehungen zwischen Strukturen und Funktionen morphologischer Systeme untersucht. Im Zuge der Software-Entwicklung hilft diese Methode, um semantische Beschreibungen der Entscheidungspfade einer Software ebenso wie deren mathematische Beziehungen vollautomatisch zu verifizieren.

Dafür geben Entwickler zunächst tabellarisch oder grafisch in entsprechende Masken der integrierten Entwicklungsumgebung ein, wie die Entscheidungspfade des geplanten Systems laut Lastenheft umgesetzt werden sollen. Das Werkzeug Scode-Analyzer prüft die Plausibilität der Beschreibungen und zerlegt das beschriebene System dann in Teilbereiche – sogenannte Modi. Dabei gleicht das Werkzeug Gesamtsystem und Teilbereiche automatisch ab, um sowohl die Vollständigkeit und Plausibilität zu überprüfen als auch nicht benötigte Bereiche zu identifizieren. Auch lassen sich die Modi zueinander in Beziehung setzen.

Allein diese strukturierte, überprüfte Systembeschreibung schafft Übersicht über sehr komplexe Systeme. Zusätzlich ge-

währleistet die automatisierte Überprüfung obendrein, dass das Werkzeug direkt und ebenfalls automatisiert Programmcode aus den semantischen oder grafischen Beschreibungen ableiten kann. Dabei können die Entwickler je nach eingesetzter Simulationslösung wählen, ob das Werkzeug die Artefakte in Form von M-Files für Matlab, S-Function-Blöcken für Simulink oder ESDL-Code (Embedded Software Development Language) generiert. ESDL ist eine von ETAS entworfene Programmiersprache zur Entwicklung von C-Code mit hohen Anforderungen in Bezug auf funktionale Sicherheit und Cyber-Security. Ein Alleinstellungsmerkmal von Scode-Analyzer ist dabei, dass das Werkzeug den Nachweis unterstützt, dass alle Eingangsbedingungen betrachtet wurden. Das ist vor allem bei der Entwicklung von sicherheitskritischen Systemen, zum Beispiel solche entsprechend ISO 26262, ein wichtiger Vorteil.

Scode-Analyzer sichert die modellbasierte Funktionsentwicklung also durch übersichtliche Strukturierung und automatisch qualitätsgesicherten Code ab. Da der Simulations- und der spätere ESDL-Seriencode für Steuergeräte hier auf exakt gleichen Basisdaten aufbauen, ist eine hohe Übereinstimmung zwischen Simulationsmodell und Seriencode gewährleistet. Damit trägt der neue methodische Ansatz wie schon die Programmiersprache ESDL zu einem hohen Maß an funktionaler Sicherheit von Steuergerätesoftware bei. Das ist spätestens dann unabdingbar, wenn Fahrzeuge in Zukunft fahrerlos am Verkehr teilnehmen sollen. Voraussetzung dafür ist ein absolut verlässliches, softwaregesteuertes Zusammenspiel von mehreren Dutzend vernetzter Sensor- und Aktorsysteme, die praktisch in Echtzeit riesige Datenmengen austauschen und verarbeiten müssen. Um dieses Zusammenspiel organisieren und die jeweiligen Fahrzeugfunktionen angemessen priorisieren zu können, sind Überblick und Kontrollfunktionen in der Software-Entwicklung unabdingbar.

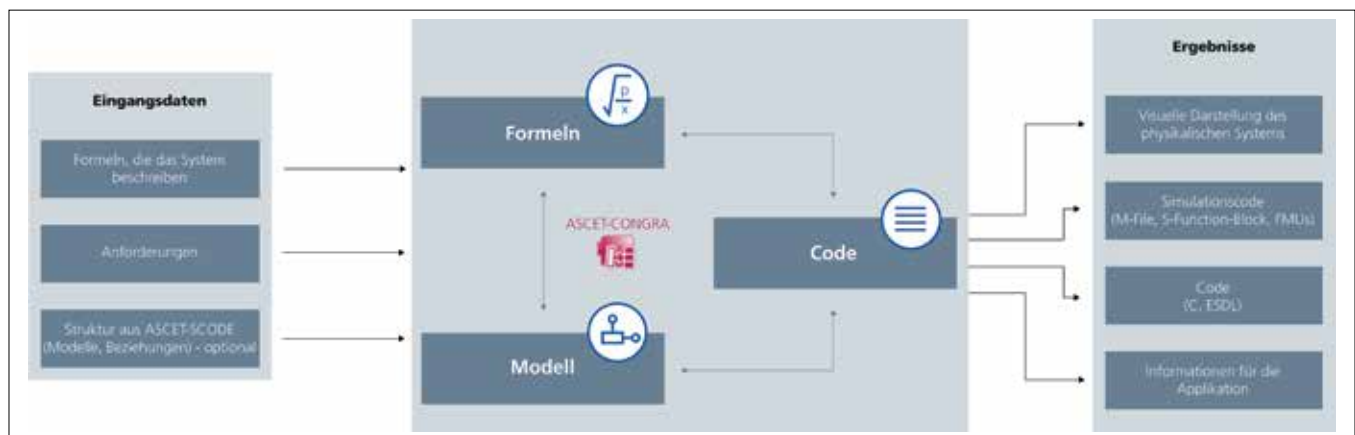


Abbildung 2: Ein Vorteil von Scode-Congra ist, dass die Zusammenhänge in verschiedenen Ansichten und Richtungen betrachtet werden können.

Auch das zweite dafür entwickelte Werkzeug, Scode-Congra, nutzt die Erkenntnisse der funktionellen Morphologie. Hier können Funktionsentwickler Systeme anhand von physikalischen Formeln aus der Literatur beschreiben und sie sich dann als interaktive, wahlweise ungerichtete oder gerichtete Graphen anzeigen lassen. Direkt in der visuellen Darstellung können sie experimentieren und so einfach nachvollziehen, wie veränderte Werte das Systemverhalten beeinflussen. Komplexe Systemzusammenhänge werden dabei ebenso sichtbar wie mangelnde Konsistenz oder Eindeutigkeit der Eingaben. Die eingängige visuelle Aufbereitung ebnet den Weg zu frühzeitigen Sensitivitätsanalysen, was das spätere Kalibrieren erleichtert. Auch Applikationsingenieure erkennen auf Anhieb, mit welchen Stellschrauben sie die Systemfunktionen beeinflussen können und ob dabei an unerwarteter Stelle unerwünschte Nebeneffekte auftreten.

## Der direkte Weg zum sicheren Code

Die Übersetzung exakter, in der Literatur festgehaltener physikalischer Formeln in die übersichtliche visuelle Darstellung macht es Funktions- und Softwareentwicklern auch leichter, ihre jeweiligen Informationen mit Applikations- und Testingenieuren und allen anderen beteiligten Disziplinen zu teilen. Scode-Congra ist außerdem ein Werkzeug, durch das der modellzentrierte Ansatz komplett auf exakten mathematischen Beschreibungen basiert. Das erlaubt es, daraus komplett automatisiert Artefakte für Folgeprozesse abzuleiten. Auch hier besteht die Auswahl zwischen M-File, S-Function-Block oder ESDL-Code.

Exakte Formeln werden also mit dem neuen Werkzeug zur Basis der automatisierten Softwareentwicklung. Funktionsentwickler können ihre Arbeit damit frühzeitig durch exakte Simulation absichern. Applikationsingenieure erhalten ein zuverlässiges Werkzeug für Sensitivitätsanalysen. Software-Entwickler

profitieren von abgesichertem ESDL-Code. Die Arbeit der Testingenieure wird leichter, weil die Software bereits einen hohen Reifegrad erreicht, bevor ihre Tests beginnen.

## Der Komplexität begegnen

Neue methodische Ansätze – in diesem Fall aus der Funktionalen Morphologie – sind nötig, um die modellbasierte Applikationsentwicklung auf die rasant zunehmende Komplexität von Fahrzeugsystemen vorzubereiten. Erstmals bekommen Entwickler mit Scode-Analyzer und Scode-Congra die Möglichkeit, sowohl Artefakte für frühe Simulation als auch Serieneingabe direkt aus rein textuellen Systembeschreibungen abzuleiten – oder ihnen alternativ Beschreibungen mit exakten physikalischen Formeln zugrunde zu legen.

Zudem sichern automatisierte Kontrollen und Plausibilitätsprüfungen die Eingaben der Entwickler ab und machen Fehler sowie falsche Annahmen bereits im Frühstadium der Software-Entwicklung sichtbar. Weiterer Nutzen ergibt sich aus anschaulicher Visualisierung und strukturierter Dokumentation, die jeweils zu vertieftem Systemverständnis und effizientem Informationsfluss in allen Phasen des Entwicklungsprozesses beitragen.

Damit ist ein großer Schritt getan, um der zunehmenden Komplexität in der Entwicklung von Software für moderne Antriebs- und Fahrwerkstechnologien, aktive Fahrerassistenzsysteme und autonome Fahrzeuge zu begegnen. Gut durchdachte, effiziente Werkzeuge sind der Schlüssel, um die hohen Sicherheitsanforderungen an Automotive-Software auch in Zukunft erfüllen zu können.

Weitere Informationen zu ETAS finden Sie im Business-Profil auf Seite 29.

Inhalt der Rubrik

# OPTOELEKTRONIK & DISPLAYS



BILD-QUELLE: ISTOCK, LEBAZELE

**110 Verwandlung eines Power-Moduls**  
Roland Kratz, Würth Elektronik eiSos

---

**112 Berühren auf dreierlei Art**  
Markus Hell, Data Modul

---

# VOM POWER-MODUL ZUM LED-TREIBER

Die Leistungsaufnahme von LEDs steigt stetig. Kompakte LED-Treiber mit hohem LED-Strom und großer Ausgangsleistung lassen sich durch eine Modifikation an spannungsgeregelten Power-Modulen umsetzen.

**TEXT:** Roland Kratz, Würth Elektronik eiSos **BILD:** Würth Elektronik eiSos

Die Lichtleistung und damit die Leistungsaufnahme von LEDs im Beleuchtungsmarkt nimmt stetig zu. Weiße Power LEDs der 1. Generation benötigen nur 350 mA. Die 2. Generation schon 700 mA. Sogar LEDs mit 1050 mA bis 10 A und mehr sind inzwischen erhältlich. LED-Treiber in kompakter Bauweise für hohe Ströme sind am Markt allerdings schwer zu finden und oft genügen sie nicht allen Anforderungen wie: stufenloses Dimmen von 0 bis 100 Prozent, Spannungsbegrenzung bei offenem Ausgang, Power Good Funktion, sequenzielles starten von mehreren LED-Treibern, Soft Start, Synchronisierung der Schaltfrequenz von mehreren LED-Treibern, flickerfreies Licht, LED-Strom-Tracking mit weiteren LED-Treibern für exakt gleichen Strom durch alle LED-Stränge, Dimmen über Analog, PWM und dimmen mit einem Digital-Analog-Konverter.

## Vom Power-Modul zum LED-Treiber

Spannungsgeregelte Schaltregler hingegen sind weit verbreitet, da sie für die Versorgung jeder elektronischen Komponente notwendig sind. Die Realisierung als Power-Modul bietet die Vorteile hoher Integration, kleiner Baugröße, einfachem Design, kurzer Entwicklungszeit und optimale elektromagnetische Verträglichkeit (EMV). Um diese Power-Module als Konstant-Stromquelle verwenden zu können, müssen sie mit einer externen Beschaltung leicht modifiziert werden. Im Folgenden wird am Beispiel eines MagI<sup>3</sup>C-Power-Moduls beschrieben, wie das auf einfache Weise realisiert werden kann.

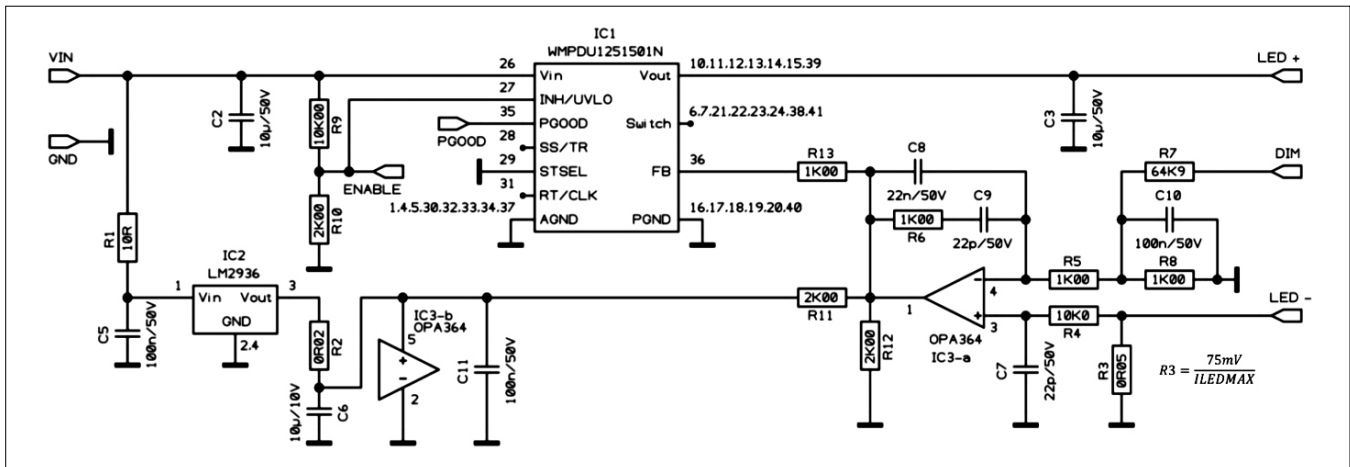
Das MagI<sup>3</sup>C-Power-Modul in der Funktion als Abwärts-wandler im Spannungsregelungsbetrieb bekommt durch den Feedback-Spannungsteiler die Information über die aktuelle

Ausgangsspannung und kann somit auf Ausgangsspannungsänderungen reagieren. Diese Feedbackspannung wird mit der internen Referenz des Power-Moduls verglichen und die Ausgangsspannung wird so eingestellt, dass die Feedbackspannung der internen Referenzspannung entspricht.

Beim Stromregelbetrieb kann der LED-Strom durch einen Widerstand zwischen Masse und Feedback geführt werden. Dieser Widerstand sollte so berechnet sein, dass bei dem gewünschten LED-Strom am Widerstand die gleiche Spannung abfällt, wie die interne Referenzspannung des Moduls. Dabei ist zu beachten, dass die Verlustleistung im Widerstand sehr hoch sein kann. Würde das Referenzdesign so realisiert werden, ergäbe es bei 1,5 A LED-Strom 1,2 W Verlustleistung. Im Referenzdesign beträgt die Verlustleistung aber nur 113 mW.

Das MagI<sup>3</sup>C-Power-Modul 171021501 wird in diesem Beispiel für die Modifizierung zum LED-Treiber genutzt, da es all die erwähnten gewünschten Funktionen unterstützt. Die Spezifikationen dieses Power-Moduls sind  $V_{IN} = 7 - 50 \text{ V}$ ,  $I_{OUT} = 2,5 \text{ A}$ . Für dieses Referenzdesign wurden aufgrund des Ziels einer Realisierung auf einer sehr kleinen Platinen-Fläche  $V_{IN} = 7 - 24 \text{ V}$  und  $I_{OUT} = 10 \text{ mA} - 1,5 \text{ A}$  gewählt. Der Betrieb bis 50 V und 2,5 A ist mit einer weiter unten beschriebenen Modifikation möglich.

Im vorliegenden Schaltplan ist der Feedback-Spannungsteiler zum Einstellen einer konstanten Ausgangsspannung nicht vorhanden, da er für die Funktion als LED-Treiber nicht notwendig ist. Hier hat der Operationsverstärker IC3a Zugriff auf den Feedback-Pin und kann dadurch die Ausgangsspannung

Schaltplan eines LED Treibers mit einem MagI<sup>3</sup>C-Power-Modul 171021501

des MagI<sup>3</sup>C-Power-Moduls beliebig einstellen. Da bei einer Konstantstromregelung die Information des aktuellen LED-Stroms bekannt sein und diese Information mit der internen Spannungsreferenz verglichen werden muss, ist es notwendig die Information des Stroms in eine Spannung zu wandeln.

Dafür wird die LED zwischen den beiden Ausgängen LED+ und LED- angeschlossen. Im Strompfad der LED befindet sich der 50-m $\Omega$ -Widerstand R3, der die Information des aktuellen LED-Stroms in eine Spannung wandelt. Bei einem LED-Strom von 1,5 A ergibt sich eine Spannung am Strommesswiderstand R3 von 75 mV. Diese Spannung über R3 ist der Ist-Wert des LED-Stroms und wird auf den nicht invertierenden Eingang des Operationsverstärkers IC3a geführt und mit der Spannung am invertierenden Eingang verglichen. Die RC-Glieder R4 und C7 dienen als Filter für höhere Frequenzen wie zum Beispiel die Schaltfrequenz des Power-Moduls. Außerdem schützen sie den Operationsverstärker vor zu hohen Spannungen an seinem Eingang, die von - auch absichtlich herbeigeführten - Kurzschlüssen der Ausgänge LED+ und LED- mit kapazitiven Lasten herrühren.

### Externe Steuerspannung am DIM-Eingang nötig

Am DIM-Eingang wird die Steuerspannung beziehungsweise Dimm-Spannung eingestellt. 0 bis 5 V Dimm-Spannung entspricht 0 mA bis 1,5 A LED-Strom. Bei 5 V Dimm-Spannung ergibt sich durch den Spannungsteiler R7 und R8 eine Spannung von ebenfalls 75 mV am invertierenden Eingang des Operationsverstärkers. Der Operationsverstärker wählt nun seine Ausgangsspannung so, dass am nicht invertierenden

Eingang immer die gleiche Spannung anliegt wie der Sollwert am invertierenden Eingang. Der Operationsverstärker ändert seine Ausgangsspannung, um die Spannung zwischen dem invertierenden und dem nicht invertierenden Eingang auf 0 V auszuregulieren. Hierbei ist einfach zu erkennen, dass sich beim Verändern des Sollwertes des LED-Stroms (DIM Eingang) der Istwert des LED-Stroms auf diesen Sollwert einstellt.

Die externe Steuerspannung am DIM-Eingang wird immer benötigt, andernfalls stellt sich automatisch ein LED-Strom von 0 A ein. Möchte der Entwickler nur einen definierten LED-Strom nutzen, so schließt er den DIM-Eingang an eine stabile Spannung an und dimensioniert den Spannungsteiler, sodass die Spannung über R8 der Spannung über R3 beim gewünschten LED-Strom entspricht. Die 3,3-V-Versorgungsspannung des linearen Spannungsreglers IC2 die den OP versorgt, kann ebenfalls für die Einstellung eines festen LED-Stroms genutzt werden, sodass er keine externe Steuerspannung mehr am DIM-Eingang benötigt.

LED-Ströme bis 2,5 A sind mit dem Power-Modul möglich. Dafür sind unter Umständen größere Kupferflächen zur Entwärmung notwendig. 8,33-V-Steuerspannung entsprechen 2,5-A-LED-Strom. Eingangsspannungen bis zu 50 V sind möglich, sofern die Eingangskapazitäten und der lineare Spannungsregler dafür ausgelegt sind. Die Kompensation des Operationsverstärkers muss eventuell auf ein geändertes Layout und geänderte  $V_{IN^-}$ ,  $V_{OUT^-}$  und  $I_{OUT^-}$ -Werte angepasst werden.

Weitere Informationen zu Würth Elektronik eiSos finden Sie im Business-Profil auf Seite 58.

# BERÜHREN AUF DREIERLEI ART

Haptisches Feedback, Steuerung per Gesten oder 3D-Touch sind drei Erweiterungsmöglichkeiten der PCAP-Touch-Technologie. Jede Variante hat Vor- und Nachteile. Das größte Entwicklungspotenzial hat jedoch der 3D-Touch.

**TEXT:** Markus Hell, Data Modul **BILDER:** Data Modul

Der Siegeszug der PCAP-Touch-Technologie (Projected Capacitive) begann in den Nullerjahren im Consumermarkt. Mittlerweile sind Displays mit PCAP-Touch auch in professionellen Produkten angekommen und Bedienkonzepte mit Touchfunktionen in Industrieapplikationen mit Ein-Finger- oder Multi-Touch und Sliden weitestgehend erlernt und Funktionsprinzipien und Designmöglichkeiten erkannt.

Kontinuierlich wird in Entwicklungsabteilungen geforscht, um noch bedarfsgerechtere, applikationsspezifischere und eventuell revolutionäre Touch-Methoden und -Technologien zu entwickeln. Welche aktuellen Erweiterungen und Weiterentwicklungen sind jedoch vielversprechend und ausbaufähig? Für welche Applikationen, in welchen Branchen wären bestimmte spezifische Technologien jeweils sinnvoll, möglich oder sogar notwendig? Und, wie könnten Touch Panels der Zukunft aussehen?

## Eine Technologie trifft den Zeitgeist

Die PCAP-Touch-Technologie ist im Alltag, auch in Industrieprodukten aller Branchen ein vertrauter Bestandteil. Technische Features wie Wasser- und Handschuhbedienung, erweiterter Temperaturbereich, EMV-Konformität und unterschiedliche Aufbaumöglichkeiten für verschiedene Anforderungen (Sito und OGS Touches, Film/Film und Glas Touches) gehören heute zum Lieferumfang eines PCAP-Touch-Bediengeräts. Das technologisch hochspezialisierte Optical Bonding

wird von verschiedenen Anbietern in unterschiedlicher Qualität angeboten. Drei Varianten bedarfsorientierter und mehrwertiger Bedienkonzepte, die auf der bestehenden, projizierend kapazitiven Technologie aufbauen beziehungsweise diese erweitern, stehen aktuell im Fokus.

**PCAP mit haptischen Feedback-Touchpanels** mit haptischer Rückmeldung bestätigen via direkter Krafrückübertragung an den User dessen Interaktion auf dem Touchsensor. Blickkontakt ist dafür nicht zwingend notwendig. Der User erkennt allein durch das spürbare Feedback die Position seines Fingers auf dem Sensor und bekommt somit seine Interaktion bestätigt. Eine solche Erweiterung ist in Applikationen sinnvoll, in denen der Anwender den Fokus auf einem Objekt, einem Patienten oder einer Aktion neben dem Bildschirm haben muss. Einsatzgebiete dafür gibt es unter anderem in der Medizin, im Automotive-Bereich und der Unterhaltungsindustrie. In vielen Applikationen ist eine Touchbedienung ohne Blickkontakt allerdings nicht notwendig. Der Nutzen eines haptischen Feedbacks ist deshalb zunächst überschaubar. Gerätenutzern genügt in der Regel das bloße Berühren der Oberfläche als taktiles Feedback zur Interaktionsbestätigung.

Die Integration dieser Zusatzfunktion in eine bestehende Applikation ist aufwändig und kostenintensiv. Das mechanische Konzept muss dazu komplett angepasst werden, da die taktilen Feedbackgeber und mechanische Aktuatoren wie Vibrationsmotoren, Piezoelemente oder lineare Antriebe integ-



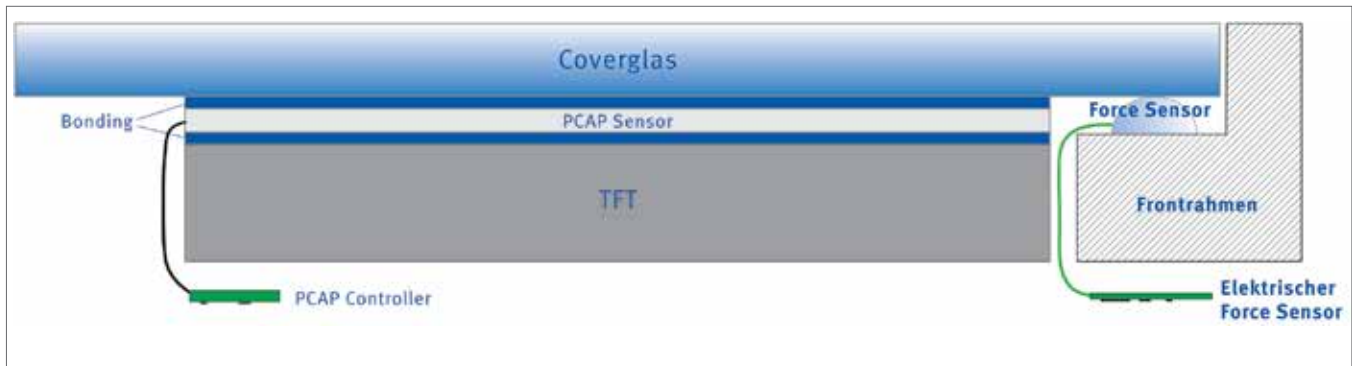


Abbildung 1: Bei einem Force-Touch-Display kann die Krafteinwirkung über einen zusätzlichen Drucksensor (rechts) gemessen werden.

riert werden müssen. Um das Feedback überhaupt zu ermöglichen, muss die Oberfläche schwimmend in das Gehäuse integriert sein, da sonst keine Vibrationen an den User übermittelt werden können. Die bewegte Masse - meist Touch & Coverglas - ist ein zu beachtender Faktor, denn gerade in Industrieanwendungen werden Covergläser von mehr als 2 mm Dicke genutzt, die bewegt werden müssen. Anforderungen an unter anderem Systemstabilität, Lebensdauer, Leistungsaufnahme, Krafteinwirkung auf Verbindungselemente können nicht optimal erfüllt werden.

**Hover Gesture** bezeichnet die berührungsfreie Interaktion durch Gesten in definiertem Raum und über vorgegebene Achsen (X,Y und Z). Die Ermittlung getätigter Gesten erfolgt dabei entweder über ein elektromagnetisches Feld und eine Touchoberfläche oder vollständig kamerabasiert. Das GUI des Displays wird dabei nicht durch Finger verdeckt und die Sicht auf den Bildschirm bleibt frei. Eine Verschmutzung der Oberfläche findet kaum statt und die Interaktion mit dem Touchsensor kann ohne Blickkontakt erfolgen.

Das Nutzerverhalten ist geprägt von vertrauten Bedienkonzepten. An einem Bildschirm greift ein User meist auf erlernte Bedienmuster zurück. Die für den Produkterfolg maßgebliche User Experience ist durch die zu erlernenden Gesten ungewohnt. Um HMI-Systeme auf Gestensteuerung umzustellen, sind zudem umfangreiche Anpassungen im GUI-Design notwendig und die Usability muss neu überdacht werden. Die

Anforderungen an das Sicherheitsmanagement in der Industrie, zum Beispiel Implementierung redundanter Systeme, erfüllt diese Technologie bislang noch nicht. Eine Fehlauflösung durch Fehlerkennung ist möglich. Kamerabasiertes Erkennen von Gesten wurde erfolgreich in Gaming- und Automotive-Applikationen integriert, der Versuch Hover Gesten im Mobilfunkmarkt einzuführen war dagegen wenig erfolgreich.

Das größte Entwicklungspotenzial in der Industrie hat **PCAP mit Force beziehungsweise 3D-Touch**. Das angestrebte Ziel hierbei ist das Erkennen einer Veränderung der Z-Achse und damit der Druckstärke durch Messen der Touchpunktfläche. Darüber hinaus kann eine Krafteinwirkung über zusätzliche Drucksensoren gemessen werden. Speziell bei mobilen Geräten mit dünnen Covergläsern wird so die Oberflächenbiegung des Glases gemessen. Bei Force Touch erfolgt die Interaktion abhängig von der Druckstärke auf der Touchoberfläche, dadurch bieten sich auf dem Interface zusätzliche Bedienmöglichkeiten. Der klassische Rechtsklick auf der Maus kann dann unter Umständen über Erhöhung des Eingabedrucks erfolgen. Wichtiges Detail für die Industrieproduktion ist dabei unter anderem die Redundanz der Signalauswertung. Diese findet bei Applikationen mit Force Touch über den Touchcontroller und die Auswerteelektronik von zum Beispiel Kraftsensoren statt. Eine Auslösung der Gerätefunktion kann - wenn gewünscht - erst erfolgen, wenn beide Signale registriert werden. Was in medizinischen Applikationen eine essentielle Anforderung ist. Diese zweikanalige, redundante Toucherkennung



Abbildung 2: Eine Auslösen der Gerätefunktion kann bei einem Force-Touch-Display erst dann erfolgen, wenn beide Signale registriert werden - eine sinnvolle Ergänzung für die Intensivmedizin.

kann eine sinnvolle Ergänzung etwa in der Intensivmedizin sein. Zumal die PCAP-Bedieneinheit nicht anfällig gegenüber leitenden Flüssigkeiten bleibt, da trotz Elektrodenkurzschlüssen der Touch nicht ohne zusätzlichen Druck auslöst.

Bei der Entwicklung mehrwertiger, industrieller PCAP-Erweiterungen bietet Force Touch Vorteile. Der Münchner Visual Solution Anbieter Data Modul konzentriert sich deshalb intensiv auf die Auswertung mittels der Kraftsensoren, die im Randbereich des Touchsensors integriert sind. Covergläser in der Industrie sind in der Regel zu dick (> als 2 mm) zur Messung einer Oberflächenverbiegung am Touchglas und als hochauflösende Touchsensoren für große Diagonalen (> 15,6 Zoll) schwer zu realisieren.

### Integration erfordert Expertise

Ein bestehendes Paket aus TFT, Touch, Coverglas mit Optical Bonding kann nahezu unverändert als Ausgangslage verwendet werden. Die Erweiterung durch Force Touch erfolgt additiv. Der Industriekunde muss auf bestehende Vorteile der Touch Technologie, wie vollflächiges Schutzglas, nicht verzichten. Allerdings stellt die Erweiterung bestehender Kundenapplikationen eine Herausforderung dar. Die Toucheinheit liefert Touchkoordinaten plus Kraftwerte pro Koordinate zur Auswertung. Sie müssen von der Software interpretiert werden können. Das bedeutet die Berücksichtigung einer entsprechenden Anpassung der Kundensoftware und der graphischen Oberfläche bei der Produktentwicklung beziehungsweise -umrüstung. Force-Touch-Systeme benötigen proprietäre Treiberlösungen. Bislang gibt es keine standardisierten Interfaces; In-sellösungen sind hier eine valide Möglichkeit.

Die PCAP-Touch-Technologie hat via Consumerprodukte Einzug in professionelle Bedienkonzepte gehalten. Dadurch stiegen Erwartungen, Wünsche, Anforderungen und Bedarf der Nutzer an ähnlich geartete Bedienkonzepte in der Industrie. Erfolge und Potenziale aller aktuellen und zukünftigen Weiterentwicklungen werden ausschließlich über Usability und Design definiert.

Für Hover Gesture in Handheld-Geräten und mobilen Geräten gibt es weder im Consumer noch im Industriemarkt nennenswerten Bedarf. PCAP mit haptischem Feedback hat sich als Technologie in der Consumer-Elektronik bisher ebenfalls nicht durchgesetzt und findet sich auch kaum in Industrieanwendungen. In kritischen Bereichen mit hohen Sicherheitskontrollvorgaben wie der Intensivmedizin oder im Lebensmittelsektor sind die Vorteile der Force-Touch-Technologie dagegen evident. Die Redundanzfunktionalität in Kombination mit bewährter PCAP-Touch-Technologie erfüllt grundlegende Anforderungen der Nutzer.

Eine Herausforderung bleibt die Integration von Sensoren zum Messen der mechanischen Kraftaufnahme oder der Touch auslösenden Fläche. Letzteres erfordert spezielle, nicht standardisierte Touchcontroller und hochauflösende Touchsensoren zur Touchflächenmessung, Entwicklungs-Know-how und technologische Forschungsarbeit. Die Marktresonanz wird letztlich zeigen, welche der PCAP-Erweiterungen sich durchsetzen wird. Aussichtsreich bleibt eine Kombination aus mehreren Technologien wie Haptik und Force Sensing.

Weitere Informationen zu Data Modul finden Sie im Business-Profil auf Seite 23.

In der Rubrik

# ELEKTROMECHANIK & VERBINDUNGSTECHNIK

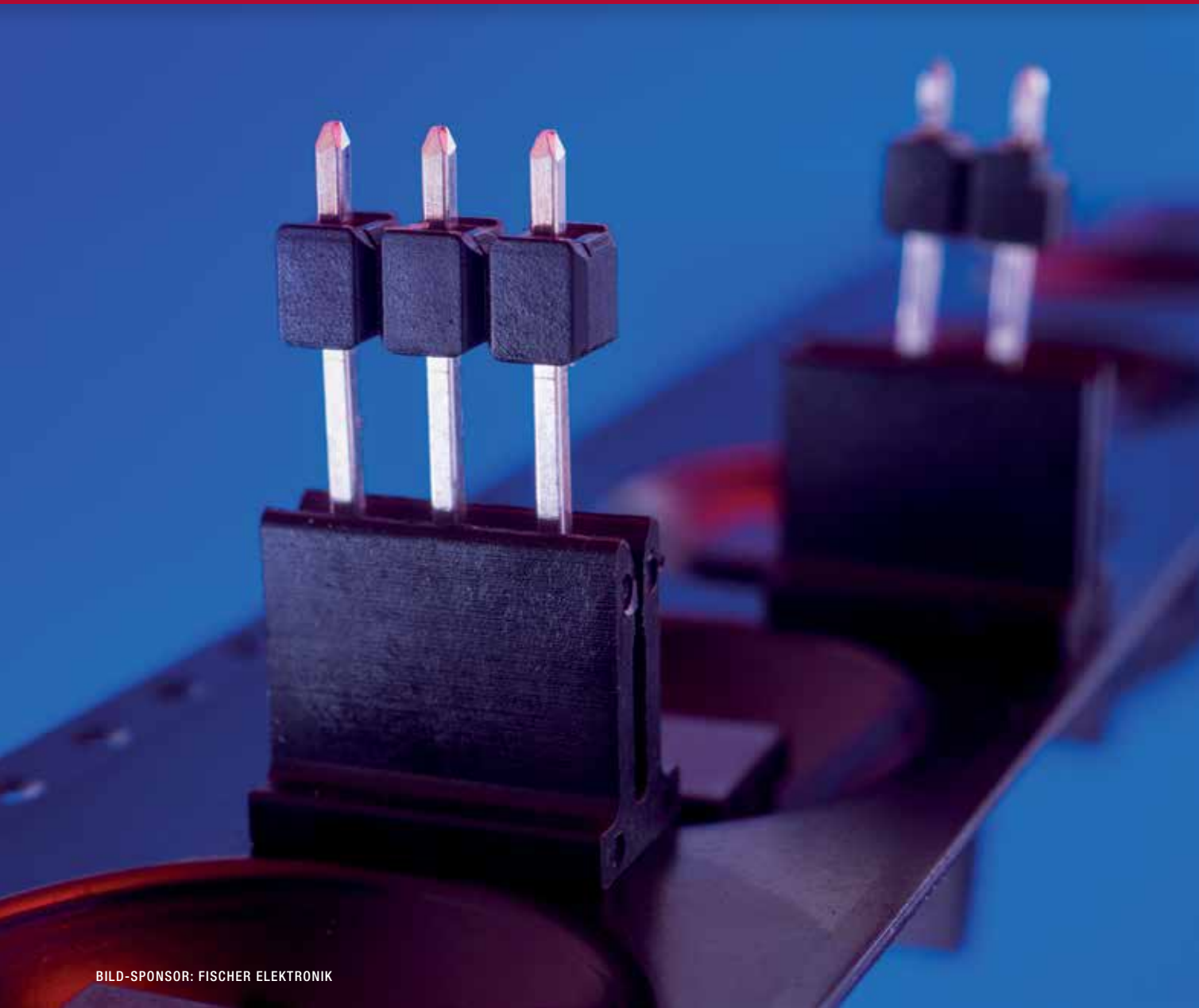


BILD-SPONSOR: FISCHER ELEKTRONIK

**116 Im Rampenlicht**

Fischer Elektronik

**118 Kleinere Raster auf dem Vormarsch**

Thomas Fischer, Fischer Elektronik

**119 Komfortabel stecken und verbinden**

Matthias Schuster, Yamaichi Electronics

**122 Entwärmen auf kleinstem Raum**

Jürgen Harpain, Fischer Elektronik

**125 ID-Modul mit Doppelfunktion**

Ralf Reicks, Harting

**127 Größtmögliche Flexibilität**

Andreas Wöber, TE Connectivity

**130 Herstellungsverfahren mit Vorzügen**

Wilfried Schmitz, CTX Thermal Solutions

**132 Die unverkennbare Hülle**

Fatih Sahin, Fischer Elektronik

**135 Digitalisierung durchs Nadelöhr**

Matthias Fritsche, Jonas Diekmann,  
beide Harting

**138 Musikgenuss ohne Kompromisse**

Jonny McClintock, Qualcomm; Magnus  
Gustavsson, Codico

# IM RAMPENLICHT

Wenn es um eine automatisierte Bestückung von Stift- und Buchsenleisten mittels Gurt und Spule geht, auch Tape & Reel genannt, lohnt sich ein Blick auf die Produkte von Fischer Elektronik. Einen genaueren Eindruck erhalten Sie hier.

TEXT: Fischer Elektronik BILDER: Dominik Gierke

## Verpackungsform Tape & Reel

Zur Vereinfachung der automatisierten Leiterkartenbestückung werden anstelle der altbewährten Stangenmagazine, immer häufiger die sogenannten Blistergurte verwendet. Blistergurte sind je nach Geometrie der unterschiedlichen Stift- und Buchsenleisten, produktspezifisch und toleranzgenau an den Artikel angepasst. Dies gewährleistet eine exakte Positionierung der Bauteile auf der Leiterkarte.

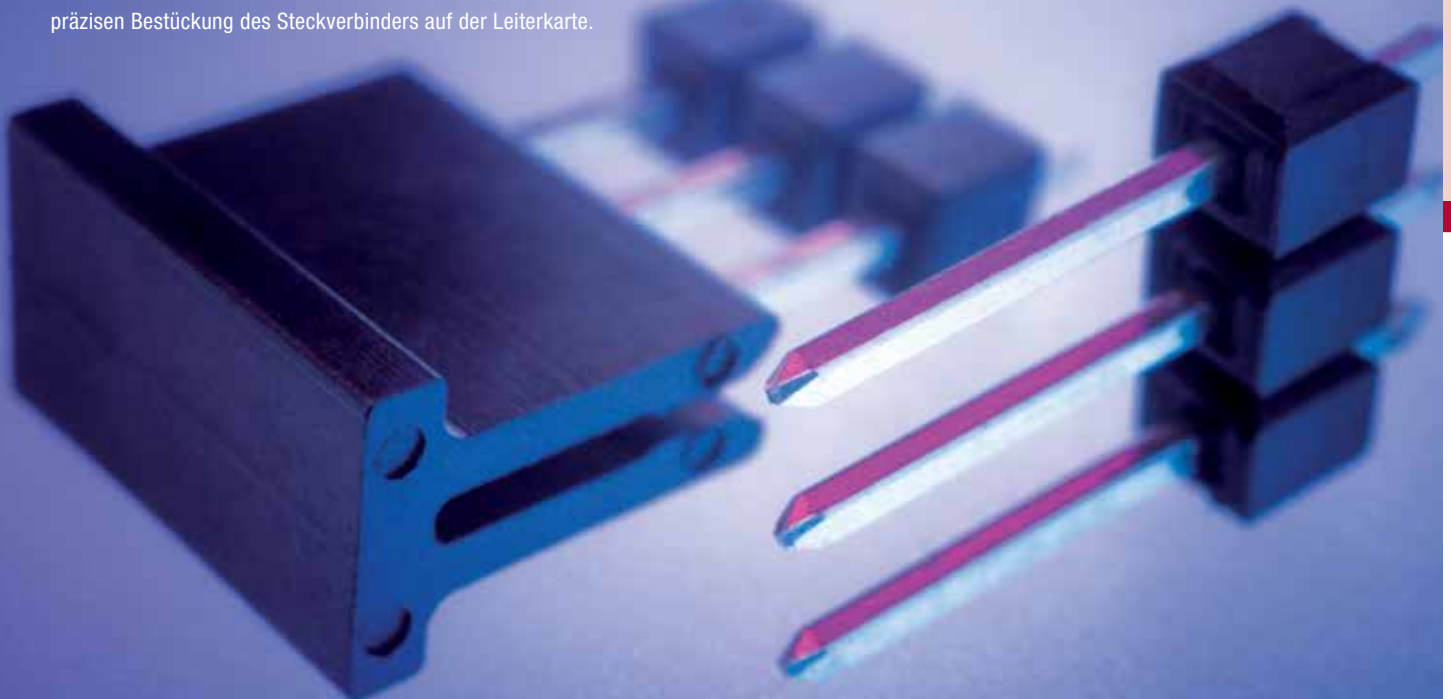
### Zuverlässige Kontaktierung

Auch im Bereich der Steckverbinderentwicklung schreitet der Trend zur Miniaturisierung kontinuierlich voran. Eine große Anzahl an Varianten von SMD-Steckverbindern gestalten diesen Trend erfolgreich mit. Zunehmende Platzprobleme auf der Leiterkarte erfordern ein kompaktes Elektronikdesign mittels funktionsgerechter SMD-Steckverbinder. Gegenüber anderen Ausführungen ermöglichen SMD-Steckverbinder das beidseitige Bestücken der Leiterkarte.



### Automatisierte Bestückung von Steckverbindern

Bei einer automatisierten Bestückung mittels Tape & Reel sind Bestückungshilfen, sowohl bei SMD- als auch THT-Steckverbindern, unerlässlich. Die Bestückungshilfen dienen gleichermaßen der sicheren Entnahme der Steckverbinder aus dem Blistergurt als auch der präzisen Bestückung des Steckverbinders auf der Leiterkarte.



## KLEINERE RASTER AUF DEM VORMARSCH

In der Entwicklung von Steckverbindern schreitet der Kurs zur Miniaturisierung kontinuierlich fort. Auch wird die Automatisierung in diesem Bereich ausgebaut. Diese Trends erfolgreich mitzugestalten, erfordert ein hohes Volumen an Standardprodukten oder ähnliche, auf den Kunden zugeschnittene, Varianten.

Als Kontaktmaterialien stehen Messing, Bronze und auch Berylliumkupfer als erprobte Wertstoffe in der Steckverbinderentwicklung zur Verfügung. Die Materialien werden für den Kontaktquerschnitt genutzt. Von den Herstellern werden auch immer wieder neue Typen im Kunststoffbereich angeboten, die als Isolierkörper verwendet werden. Hierbei wird versucht, die notwendigen Maßreduzierungen bei kleineren Rastern erfolgreich zu gestalten. Gerade der veränderten Erwartung an die Temperaturbeständigkeit von bis zu 260 °C und den kleineren Rastern und Wandstärken gerecht zu werden, ist die große Herausforderung. Ebenfalls muss dabei auch eine oft gewünschte Leistenlänge von 50 bis zu 90 mm berücksichtigt werden.

Bei kleinen Wandstärken eignen sich neben den üblichen hochtemperaturbeständigen Kunststoffen besonders auch die LCP-Kunststoffe sehr gut. Hierbei sind die gängigen Lötverfahren das Wellenlötverfahren (THT), Surface Mount Technology (SMT) und Through Hole Reflow (THR). Sie sind auch für die kleinen Raster ohne Probleme einsetzbar. Im Bereich der Löttemperatur sind sie oberhalb von 280 °C angesiedelt und erzielen darüber hinaus auch eine hohe Dauergebrauchstemperatur von bis zu 160 °C. Die Qualitätsanforderungen an die Steckverbinder sind deutlich gestiegen. Die engere Platzierung zu den benachbarten Bauteilen erfordert eine genaue und gratarme Trennung der Leisten auf unterschiedliche Polzahlen. Dies lässt sich nicht durch Schneiden, sondern mittels eines abtragenden Sägeschnitts erreichen.

Auch die vom Produkt und der Verarbeitung abhängigen Verpackungen, gewinnen immer mehr an Bedeutung. Die modernen Bestückungsautomaten werden so weit wie möglich



Thomas Fischer  
Geschäftsführer  
Fischer Elektronik  
info@fischerelektronik.de

vollautomatisch betrieben. Zuführarbeiten sollen den Automaten nicht in der Leistungsfähigkeit einschränken. Gefragt sind hier vorwiegend Tape-and-Reel-Verpackungen (Gurt- und Spulenverpackungen). Die Gurte haben ein deutlich höheres Stückvolumen gegenüber einem Stangenmagazin. Das wirkt sich direkt auf die Produktivität der Bestückungsautomaten und den damit verbundenen notwendigen Personalbedarf aus. Aufgrund dieser Fakten werden mittlerweile verstärkt Tape-and-Reel-Verpackungen auch für THT-Steckverbinder und damit für die Wellenlöttechnik angefragt und gefertigt.

Neben der rationellen Verarbeitung, sind insbesondere die, die Qualität verbessernden Auswirkungen ein Vorteil einer automatengerechten Verpackung. Durch die zunehmende Miniaturisierung werden die Kontakte und

Anschlüsse immer kleiner und empfindlicher gegenüber Verbiegung und Beschädigung. Bei einer sehr einfachen Verpackung treten immer wieder Reklamationen durch eine Beschädigung der Steckverbinder an Kontakt- und Lötanschlüssen auf. Dieser Effekt tritt bei einer Tape-and-Reel-Verpackung kaum auf.

Der Trend zu den kleineren Rastern wird weiter fortschreiten. Für alle Steckverbinderhersteller ist es daher äußerst wichtig, hier Schritt zu halten. Die unterschiedlichen Ausführungen in dem gängigsten Raster 2,54 mm müssen nach und nach auf die kleineren Raster übertragen werden. Teilweise sind auch angepasste Ausführungen an den kleinen Rastern entsprechend erforderlich. Außerdem ist der automatengerechten Verpackung von vornherein eine hohe Beachtung zu schenken, damit sich der Verkaufserfolg schnell einstellen kann.

# KOMFORTABEL STECKEN UND VERBINDEN

Die Steckverbinderbranche reagiert auf die steigenden Anforderungen in der Industrieelektronik mit neuen Verbindungstechniken. Einer dieser Fortschritte sind zuverlässige Connecting-Alternativen wie M12-Varianten mit integrierter Push-Pull-Technologie.

**TEXT:** Matthias Schuster, Yamaichi Electronics **BILDER:** Yamaichi Electronics

Aufgrund der zunehmenden Digitalisierung und der steigenden Datenraten im Zuge von Industrie 4.0 oder dem Industrial Internet of Things (IIoT) wandelt sich auch die klassische Verbindungstechnik. Steckverbinder müssen heute sowohl Energie als auch Signale und Daten übertragen. Mit dem Trend zur Miniaturisierung werden sie außerdem immer kleiner, müssen aber dennoch robust bleiben und immer höhere Steckzyklen gewährleisten.

Steckverbinder weisen außerdem intelligente Funktionen auf. Industriesteckverbinder sollen schließlich nicht nur Daten übertragen, sondern auch Informationen generieren, die im IIoT weiter verarbeitet werden können. High-Speed Datenraten im GBit/s-Bereich sind vor allem bei der automobilen Verbindungstechnik notwendig, was wiederum ausgeklügelte HF-Konzepte erfordert. Das bedarf leistungsfähiger, flexibler und vor allem kompakter Anschlusslösungen für die dezentralen Automationsteilnehmer – mit dem Trend hin zur leistungsfähigen, flexiblen und kompakten Versorgung der Feldteilnehmer mit Signalen, Daten und Leistung. Für Gerätehersteller, Anlagenbetreiber und Wartungspersonal zählen dabei vor allem Eigenschaften wie Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit und Wirtschaftlichkeit.

## Standard zukunftssicher weiterentwickeln

Die kompakten und gleichzeitig leistungsfähigen Steckverbinder der Baugröße M12 erfüllen diese Anforderungen. Sie

sind seit Jahrzehnten weitgehend als Industriestandard sowohl für Signal- als auch für Datenanwendungen etabliert. Dank ihrer Zuverlässigkeit und der internationalen Standardisierung wurden sie weltweit zum Synonym für die industrielle Feldverkabelung.

Inzwischen gibt es ein durchgängig normiertes Programm zur Signal-, Daten- und Leistungsübertragung. Das macht den M12-Standard zunehmend zu einer Universallösung mit hoher Zukunftssicherheit. Da er sich dank neuer Kodierungen mittlerweile gleichermaßen für die einfache Signal-, Highspeed- sowie die kompakte Leistungsübertragung eignet, kommt er in immer mehr Applikationen zum Einsatz. Er bildet unter anderem die Basis für die nächste Generation des Industrial Ethernets und ist außerdem eine wichtige Schnittstelle für die zunehmende Vernetzung im Sinne von Industrie 4.0 und IIoT.

Die Steckverbinderbranche reagiert auf diese neu entstehenden und vielversprechenden Märkte mit dem forcierten Ausbau ihres Produktangebots an M12-Steckverbindern. Yamaichi Electronics entwickelte zum Beispiel kompakte M12-Varianten mit Push-Pull-Technologie und umging damit gleich mehrere Einsatzhürden für die Industrie mit ihren zunehmend sehr hoch integrierten und raumsparenden Lösungen. Die neuen Varianten sind explizit auf Anwendungen ausgerichtet, bei denen zu wenig Platz zum Verschrauben vorhanden ist und für die bisherige Schnellverriegelungen meis-



Abbildung 1: M12-Steckgesichter lassen sich mit verschiedenen Kodierungen realisieren, womit Highspeed-Datenübertragungen möglich sind.

tens zu groß und zu kostenintensiv gewesen sind. Mussten die Anwender bisher sowieso auf herkömmliche M12-Steckverbinder mit Schraubverschlüssen und deren Vorteile verzichten, können sie nun mit den M12-Push-Pull-Lösungen von der Robustheit und den geringen Kosten eines M12-Steckverbinders profitieren.

Der Push-Pull-Mechanismus ist auch vor dem Hintergrund der zunehmend automatisierten Verarbeitung von Komponenten relevant. Denn wenn das ansonsten übliche Schrauben entfällt und die Verriegelung durch einfaches Stecken erfolgen kann, lassen sich werkzeuglos zu bedienende Steckverbindungen selbst bei beengten Platzverhältnissen schneller, sicherer und nachhaltig montieren. Die Problematik, dass herkömmliche Schraubgewinde des M12 bei beengten Platzverhältnissen unhandlich zu bedienen sind, haben Steckverbinder-Hersteller früh aufgegriffen und mit Lösungen bedient, wie die zahlreichen M12-Steckverbinder-Serien mit Schnellanschluss-Systemen auf dem Markt belegen.

## M12 mit Push-Pull-Verriegelungsmechanik

Yamaichi hat für seinen Lösungsansatz zwei Technologien vereint, indem es das Prinzip der Push-Pull-Verriegelungsmechanik in die M12-Bauformen packte. Die sich daraus ergebenden Push-Pull-Versionen wurden dergestalt integriert und weiterentwickelt, dass diese Form der Verriegelung am Ende nicht größer als eine Standard-Ausführung des M12-Steckers mit Gewinde ist. Bauraum und Platzbedarf unterscheiden sich aus diesem Grund nicht von einem Standard-M12-Stecker.

Das geschah auf Basis des Wissens, das sich das Unternehmen in den vergangenen Jahren ausgehend von seiner Rundsteckverbinderreihe Y-Circ P mit Push-Pull-Verriegelung erarbeitete. Die Y-Circ-P-Steckverbinder sind kürzer und leichter als der Marktstandard und andere vergleichbare Steckverbinder. Abhängig von Steckertyp und -größe beträgt die Längendifferenz bis zu 20 Prozent. Auch bei ihnen stand die Miniatürisierung im Fokus. Schlussendlich kombinierte Yamaichi seine M12-Steckverbinder-Produktfamilie Y-Circ M mit seiner Push-Pull-Serie Y-Circ P und entwickelte daraus die Variante M12-Push-Pull.

Beim neuesten Steckverbinder-Typ mit der Bezeichnung Y-Circ M Push-Pull ersetzt der Push-Pull-Mechanismus aber nicht nur eins zu eins den herkömmlichen Schraubverschluss. Darüber hinaus erfolgt die Verriegelung des M12 automatisch beim Stecken, wozu im Gegensatz zu anderen Marktvarianten nicht einmal eine halbe oder viertel Umdrehung erforderlich ist. Bei dieser Push-Pull-Variante ist das fehlerhafte Stecken, das bei herkömmlichen M12-Steckern zum Beispiel durch ein falsches Drehmoment ein Risiko darstellen kann, so gut wie ausgeschlossen.

Die Steckverbinder eignen sich insbesondere für Applikationen, bei denen wenig Platz zur Verfügung steht oder sich das Verschrauben aufgrund der Zugänglichkeit zur Schnittstelle als problematisch erweist - wie etwa in der Automatisierungstechnik und im Anlagenbau. Sie ermöglichen höhere Steckzyklen im Vergleich zu herkömmlichen Schraubverschlüssen. Noch entscheidender ist das schnelle, einfache und zuverlässige





Abbildung 2: Beim Steckverbindertyp Y-Circ M Push-Pull erfolgt die Verriegelung des M12-Steckers automatisch beim Stecken.

ge Stecken und Entriegeln in engen und prekären Räumen und Umgebungen.

### Reserven bis 10 GBit/s

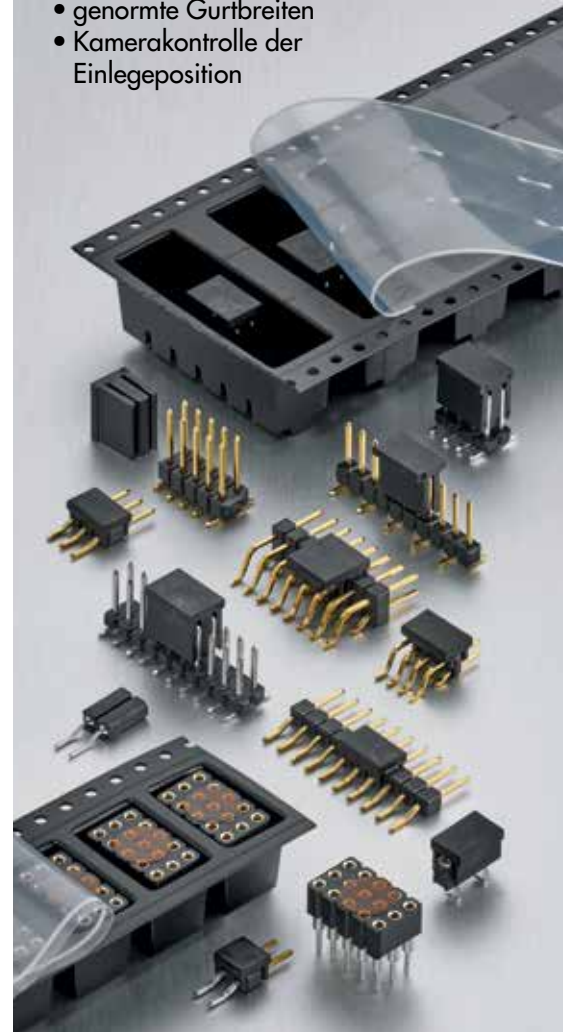
Der Hersteller hat im selben Zuge für Rückwärtskompatibilität gesorgt. Die Schnellverriegelung ist in den aktuellen Entwicklungen in den Kabelsteckverbinder integriert. Jedoch erst in Verbindung mit der entsprechenden Buchse ist die Nutzung des Push-Pull-Mechanismus möglich. Diese Buchse ist so ausgelegt, dass sie zusätzlich auch jeden Standard-M12-Stecker mit Gewinde aufnimmt. Das Konzentrieren auf die Rückwärtskompatibilität vermied Kompromisse wie zum Beispiel in puncto Robustheit im Feld, Größe und Kosten, die bei einer Kompatibilität in beiden Richtungen ansonsten notwendig gewesen wären.

Die Isolatoren und Kontakte des M12-Push-Pull-Steckverbinders, der in gerader sowie gewinkelter Form verfügbar ist, entsprechen dem Standard IEC 61076-2-101/109. Das Design erlaubt eine Wasserdichtigkeit bis mindestens IP65/67. Derzeit lassen sich M12-Steckgesichter mit A-Kodierung (fünf- und achtpolig) sowie B-, D- und X-Kodierung umsetzen. Damit sind Highspeed-Datenübertragungen bis zu 10 GBit/s möglich, die auch für künftige Datenübertragungsaufgaben in Industrie- und Data-Networking-Applikationen ausreichend Reserven bieten.

Weitere Informationen zu Yamaichi Electronics finden Sie im Business-Profil auf Seite 59.

## Steckverbinder in „Tape & Reel“-Verpackung

- automatisches Bestücken mittels „Pick and Place“-Verfahren
- Stift- und Buchsenleisten mit Bestückungshilfen
- genormte Gurtbreiten
- Kamerakontrolle der Einlegeposition



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

# ENTWÄRMEN AUF KLEINSTEM RAUM

Elektronische Bauelemente wie Leistungshalbleiter oder Prozessoren sind in der industriellen Welt Arbeitstiere. Für die Betriebssicherheit und Lebensdauer dieser Komponenten ist ein effektives und besonders effizientes thermisches Management unabdingbar.

**TEXT:** Jürgen Harpain, Fischer Elektronik **BILDER:** Fischer Elektronik

Der Einsatz elektronischer Bauteile in einem vom Hersteller nicht spezifizierten Temperaturbereich führt zwangsläufig zu Fehlfunktionen oder sogar zur Zerstörung des Bauteils. Die Entwicklung von Elektronikanwendungen, bringt daher nicht nur die Auswahl passender Bauteile und Leiterkarten mit sich, sondern muss ebenfalls effiziente Entwärmungskonzepte beinhalten. Diese müssen die als Verluste entstehenden Wärmemengen effizient vom Bauteil an die Umgebung abführen. Dafür kommen oft klassische Strangkühlkörper aus Aluminium zum Einsatz.

Strangkühlkörper werden im Extrusionsverfahren hergestellt und funktionieren nach dem physikalischen Wirkprinzip der freien, natürlichen Konvektion, die durch den zweiten Hauptsatz der Thermodynamik definiert wird. Aluminium-Strangkühlkörper aus der am häufigsten eingesetzten Legierung EN AW 6060 besitzen eine sehr gute Wärmeleitfähigkeit. Jedoch müssen in der Applikation zur Entwärmung der elektronischen Bauteile die Kühlkörper mit den Bauteilen optimal verbunden sein, um deren thermische Energie aufzunehmen und über die Oberfläche an die Umgebungsluft abzugeben. Kühlkörper brauchen allerdings Platz. Im schlimmsten Fall kann die Größe des benötigten Kühlkörpers ein kompaktes Elektronikdesign sogar verhindern.

## Lüfteraggregate statt freie Konvektion

Oftmals sind es in kundenspezifischen Applikationen Restriktionen in Richtung Größe, Volumen und Gewicht des

entsprechenden Kühlkörpers, die gegen eine Entwärmung mittels der freien Konvektion sprechen. Klein, kompakt und leistungsstark soll nach Kundenwunsch das thermische Management ausgelegt sein. Hier kommen Luft-unterstützende Konzepte zum Entwärmen von elektronischen Bauteilen und Komponenten zum Einsatz - sogenannte Lüfteraggregate. Diese können in verschiedenartigen Aufbauten realisiert werden. Neben Segment-, Kühlkörper-, Hohlrippen- und Hochleistungslüfteraggregaten sind besonders die kompakten Miniaturlüfteraggregate zum Entwärmen erwähnenswert.

Das Wirkprinzip der erzwungenen Konvektion ist allerdings nur dann angebracht, wenn nicht einfach vorhandene Kühlkörper zur freien Konvektion durch Lüftermotoren in ihrer Leistungsfähigkeit verbessert werden. Einfach einen Kühlkörper mit einem Lüftermotor zu versehen, steigert zwar die Wärmeableitung je nach Luftgeschwindigkeit und Luftvolumen um bis zu fünfzig Prozent. Ist aber letztendlich nur ein Behelf, da die zur Verfügung stehende Luftmenge nicht gerichtet ist und somit nur eine geringe Oberfläche als effektive Wärmetauschfläche zur Verfügung steht.

Miniaturlüfteraggregate sind in ihrem Aufbau und in der Geometrie der Wärmetauschflächen sowie der inneren Kanalstruktur auf den jeweiligen Lüftermotor und dessen Spezifika abgestimmt. Der Grundaufbau der einzelnen Querschnitte besteht aus einem umlaufenden rechteckigen Basisrahmen in einer Materialstärke abhängig von der Größe von 2,5 bis 4,5 mm. Der Rahmen dient dabei gleichzeitig als Bauteilmonta-



Abbildung 1: Kompakte und effiziente Miniaturlüfteraggregate mit kundenspezifischer CNC-Bearbeitung liefern eine gute thermische Leistung, auch auf der Leiterkarte.

gefläche. Zur besseren Wärmeableitung der Verlustwärme des Bauteils in die innere geschlossene Kanalgeometrie, besitzen die jeweiligen vier Montageflächen zusätzlich eine nach Innen liegende Kühlrippenstruktur. Die filigrane Rippenstruktur im Innenbereich nimmt die abgegebene Wärme vom Bauteil über die Halbleitermontagefläche auf und leitet diese an die innere Luft der Kammerstruktur ab. Dadurch sind ein besserer Wärmeübergang sowie eine gute Leistungsfähigkeit hinsichtlich der Wärmeableitung auf kleinstem Einbauraum gegeben.

Im Profil mittels Strangpressverfahren integrierte Befestigungslöcher, ermöglichen eine einfache und schnelle Montage der jeweiligen zum Querschnitt passenden Lüftermotoren. Die angepassten Axiallüftermotoren mit einem doppelten Kugellagersystem, welche stets die Luft in die Hohlkammerstruktur hineinblasen, befördern nun die im Kanal erwärmte Luft auf der anderen, offenen Seite des Miniaturlüfteraggregats nach draußen. Als weitere Option können die Lüftermotoren mit einem zusätzlichen Impulsausgang zur Ansteuerung, zum Beispiel einer Alarmgeberschaltung oder Überwachung der Rotordrehzahl, ausgestattet werden. Das höhere Geräuschniveau aufgrund der eingesetzten Lüftermotoren kann in vielen Fällen durch geeignete Maßnahmen wie Vorkammern, Drehzahlsteuerung oder Gestaltung der Einbaumgebung entzerrt werden.

### Bauteilmontage leicht gemacht

Die Miniaturlüfteraggregate gibt es als Einkammersystem in drei verschiedenen Abmessungen bis 50 mm x 50 mm oder

als Doppelkammersystem ebenfalls in drei Abmessungen bis zu 100,5 mm x 50 mm. Die kompakten Varianten ermöglichen einen direkten Einsatz beziehungsweise Verbau auf der Leiterkarte. Zum Befestigen auf der Leiterkarte können dafür eingebrachte Gewindebohrungen oder spezielle Befestigungswinkel an den Stirnseiten verwendet werden. Auch eine Lötbefestigung mittels einschraubbarer Lötstifte ist für das komplette Lüfteraggregat gegeben.

Die vier umlaufenden, seitlichen Halbleitermontageflächen, besitzen durch das Strangpressen eine Ebenheit von 0,1 mm, was in Anbetracht der Komplexität und Schwierigkeit dieser Hohlkammerprofile einen guten Wert darstellt. Für den Endanwender ergibt sich hierdurch ein Vorteil, da die so entstandenen Halbleitermontageflächen nicht mehr zusätzlich beziehungsweise nachträglich plangefräst werden müssen. Die Befestigung der unterschiedlichen Halbleiter erfolgt entweder über die klassische Schraubmontage oder ein spezielles Einrastsystem mittels Einrast-Transistorhaltefeder.

Die Schraubmontage bedarf einer zusätzlichen mechanischen CNC-Bearbeitung, in der unterschiedliche Gewindetypen und -tiefen, aber auch Ausfräsungen jeglicher Form nach kundenspezifischen Zeichnungsvorgaben eingebracht werden. Vorsicht ist allerdings geboten, wenn Gewinde benötigt werden, dessen Gewindetiefe größer ist, als die zur Verfügung stehende Materialstärke der Halbleitermontagefläche. Hierbei wird folglich in die innenliegende Rippenstruktur gebohrt, welches einen ungewünschten Grat an den einzelnen



Abbildung 2: Verschiedenartige Einrast-Transistorhaltefedern gewährleisten einen guten Anpressdruck und damit sicheren Halt der elektronischen Bauelemente.

Kühlrippen hervorrufen kann. Um eine eventuelle Kontaktierung von Aluminiumspänen mit der Elektronik im Betrieb zu vermeiden, kommt ein speziell entwickeltes Entgratwerkzeug zum Einsatz. Dadurch wird sämtliche Gratbildung, auch im inneren Bereich, abgestochen beziehungsweise entfernt und vermieden.

Alternative Ausführungen der Miniaturlüfteraggregate der Serie LAM K von Fischer Elektronik enthalten in den seitlichen Halbleitermontageflächen eine spezielle Nutgeometrie. Sie gewährleistet mittels besonderer Einrast-Transistorhaltefedern eine sichere und schnelle Montage unterschiedlicher elektronischer Komponenten. Die Befestigung der Bauteile mittels verschiedener Federklammergeometrien und des dadurch erreichten Anpressdruck, liefert gleichfalls einen besonders guten Wärmeübergang zwischen dem Bauteil und dem Kühlelement.

Die universellen Einrast-Transistorhaltefedern THFU 1-7 sind für die Transistorbauformen TO 218, TO 220, TO 247, TO 264 und diverse SIP-Multiwatt sowie lochlose Leistungstransistoren geeignet. Grundsätzlich können Kunden zwischen zwei Montagearten unterscheiden. Bei der ersten Montageart wird die Einrast-Transistorhaltefeder in die dafür vorgesehene Nut des Profils eingelegt und anschließend wird der Transistor unter die Feder eingeschoben. In der zweiten Montagevariante wird der Transistor auf die Montagefläche gelegt und in einem zweiten Schritt die gewünschte Einrast-Transistorhal-

tefeder in die vorgesehene Nut des Profils eingedrückt. Nach der Montage hält die Feder unverrückbar in ihrer Position und fixiert mit hohem Anpressdruck den Transistor auf der Montagefläche. Die Feder bleibt in ihrer Position in Längsrichtung unverschiebbar - ein Herausfallen in Querrichtung ist somit nicht möglich.

### Gefragt sind Miniaturlüfteraggregate

Die aufgezeigten Miniaturlüfteraggregate als thermisches Management und zur Lösung der Entwärmungsproblematik von elektronischen Bauteilen, besonders auf der Leiterkarte, sind mittlerweile in allen Bereichen der industriellen Leistungselektronik anzutreffen. Die Erfordernisse des thermischen Managements müssen immer wieder neu auf Trends in der Elektronik abgestimmt werden. Besonders die schnellen Entwicklungszyklen, zunehmende Produktvielfalt, geringer werdende Produktionsmengen und zunehmende Produktkomplexität lassen wenig Zeit für individuelle Lösungen. Daher sind Standard-Miniaturlüfteraggregate mehr und mehr gefragt, weshalb die Angebote umfangreich und differenziert sind. Aufgrund der Wettbewerbsproduktentwicklungen und den größer werdenden Leistungsdichten, stehen für den Anwender Auswahlkriterien wie Preis-Leistung und Kompaktheit im Vordergrund.

Weitere Informationen zu Fischer Elektronik finden Sie im Business-Profil auf Seite 30.

# ID-MODUL MIT DOPPELFUNKTION

Produktionsanlagen müssen heute modular und skalierbar aufgebaut sein. Voraussetzung dafür ist, dass Komponenten identifizierbar und somit austauschbar sind und Daten gespeichert werden können. Steckverbinder mit einer CAN-Bus-Schnittstelle erfüllen diese Anforderungen.

TEXT: Ralf Reicks, Harting BILD: Harting

Der Maschinenbau verfolgt zurzeit zwei Strategien, um industrielle Fertigungen effizienter zu gestalten: Er baut die Maschinen und Anlagen zugleich modular und skalierbar auf. Dabei steht er im Kontext der Industrie 4.0 vor einigen Herausforderungen. Maschineneinheiten in modularen Anlagen sind häufig mit der gleichen standardisierten Schnittstelle ausgestattet, um je nach Bedarf in einer Anwendung Leistung, Daten und Signale zu übertragen. Werden für neue Anwendungen Maschineneinheiten eingebaut, muss sichergestellt sein, dass die übergeordnete Steuerung diese erkennt. Dazu müssen Informationen zu den neuen Einheiten vorliegen und kommuniziert werden. Um Fehler zu vermeiden, darf die Maschine nur bei korrekter Anordnung und Konfiguration der Einheiten wieder anlaufen.

Weiterhin besteht häufig die Notwendigkeit, maschinenrelevante Daten nicht nur im übergeordneten System zu speichern, sondern auch in der Maschineneinheit oder dem zugehörigen Steckverbinder. An einem sogenannten Service Point ist es möglich, Informationen über den aktuellen Status, zum Beispiel Informationen über den technischen Zustand, und aktuelle Konfigurationen auszulesen. Prozessdaten und Informationen über den technischen Zustand einer Maschineneinheit können mithilfe von Condition-Monitoring-Systemen erfasst und für die vorausschauende Wartung verwendet werden. Neben einer optimierten Maschinenleistung steigt dadurch auch die Verfügbarkeit der Maschinen und die Stillstandszeiten verringern sich.

Gegenwärtig erfüllen Produktionsanlagen Anforderungen hinsichtlich Modularität und Skalierbarkeit, indem sie über Bussysteme oder Industrial-Ethernet-basierte Subsysteme in einem Netzwerk eingebunden sind. Diese Systeme minimieren

den Verdrahtungsaufwand und sorgen dafür, dass sich weitere Komponenten leicht integrieren lassen. Der CAN-Bus ist hier zum Beispiel ein Bussystem, das sich in vielen unterschiedlichen Fertigungsanlagen für Steuerungsaufgaben etabliert hat. Besonders gern wird er in der Verpackungs- und Druckindustrie eingesetzt. Das ist auf seine hohe Störsicherheit, große Zuverlässigkeit und die niedrigen Anschaltkosten je Busknoten zurückzuführen.

## Identifikation von Maschineneinheiten

Eine einfache Möglichkeit, maschinenrelevante Daten zu speichern, kann beispielsweise über eine Komponente innerhalb der Maschineneinheit erfolgen - zum Beispiel über einen CAN-basierten dynamischen Servo-Antrieb. Die Maschineneinheiten lassen sich dabei sowohl über den Speicher des CAN-Antriebs als auch mechanisch über eine Steckverbinder-Codierung identifizieren.

Die mechanische Kodierung widerspricht jedoch dem Bemühen um Standardisierung bei Industrie-Steckverbindern und spricht somit gegen hergebrachte Lösungen zur Identifikation. Der erhöhte Kodier-Aufwand konterkariert zusätzlich das Bemühen um Standardisierung. Auch wenn Speicher einzelner Komponenten in einer Maschineneinheit die Identifikations- und Datenspeicherfunktionen übernehmen, ist das nur eine suboptimale Lösung. Beim Austausch von Komponenten besteht dann die Gefahr, dass Daten ungesichert verloren gehen.

Bei Maschinen und Geräten, die ohnehin mithilfe von Steckverbindern versorgt werden, liegt es deshalb nahe, die



Abbildung 1: Erstmals im Steckverbinder  
- Identifikations- und Speicheroption mit  
Feldbusanschluss (oben rechts)

Identifikation in die Schnittstelle zu integrieren. Hierfür ist in der Industrie das Han-Modular-System verbreitet. Das System kann flexibel bestückt werden und stellt dadurch eine einfache Möglichkeit dar, ein Modul mit zusätzlichen Funktionalitäten auszustatten. Ein ID-Modul mit CANopen-Kommunikation hilft festzustellen, ob sich die Einheit am richtigen Steckplatz befindet. Es verhindert dadurch eine fehlerhafte Konfiguration. Informationen wie zum Beispiel das Baujahr, der letzte Revisionsstand und weitere Parameter der Maschineneinheit können ebenfalls gespeichert und für eine vorausschauende Wartung der Maschine genutzt werden. Das ID-Modul hat in diesem Fall eine Doppelfunktion: Es fungiert als Identifikationsinstrument und Datenspeicher.

Das obligatorische Objektverzeichnis des ID-Moduls als CAN-Teilnehmer hält neben einer ausreichenden Anzahl von Integer- und Real-Datentypen auch String-Objekte für Fließtext bereit. Der generisch erzeugte Datenbereich bietet wiederum die Option, Datenblätter, Bedienungsanleitungen und anderes bis zu einer Größe von 10 MB abzuspeichern.

Durch den Einsatz eines Moduls mit CAN-Bus-Schnittstelle und Speicherfunktion werden alle Daten direkt im Steckverbinder für eine Maschineneinheit gespeichert. Ein zusätzlicher Nutzen für den Kunden liegt darin, dass fehlerhaftes Stecken erkannt und korrigiert wird. Darüber hinaus bleibt genug Speicherplatz für untergeordnete, bereichsrelevante Zusatzinformationen. Neben den technischen Daten und den Angaben zur Konfiguration der Maschineneinheit können Daten aus der Zustandsüberwachung bereitgestellt und für die vorausschauende Instandhaltung verwendet werden. Ist die Maschineneinheit einmal nicht im Einsatz, kann am Service Point überprüft wer-

den, ob alle beteiligten Komponenten im Rahmen der Toleranzen funktionieren. Der Zustand wird im ID-Modul gespeichert und kann am Service Point abgefragt werden.

### Intelligente Schnittstellen identifizieren besser

Beide Konzepte, sowohl die Identifikation über CAN-Antriebe als auch die Identifikation über Steckverbinder-Module, bieten die Möglichkeit, eine Maschineneinheit zu identifizieren und bereichsrelevante Daten abzuspeichern. Die Nutzung des internen Speichers einer Komponente der Maschineneinheit ist aber nicht immer realisierbar und birgt die Gefahr des Datenverlusts. Eine mechanische Codierung zur Identifikation ist oft nicht gewollt und unter dem Gesichtspunkt der Modularität und Skalierbarkeit unvorteilhaft.

Eine intelligente Schnittstelle wie das Han-Modular-CAN-ID-Modul bringt dem gegenüber echten Mehrwert: Ein kleines Modul schlägt sozusagen zwei Fliegen mit einer Klappe - Identifikation und Datenspeicherung. Die Doppelfunktion des ID-Moduls ebnet den Weg für die Individualisierung von Maschineneinheiten.

Über den Systemaufbau mit Netzwerk- und Prozessormodulen hinaus plant Harting neben dem Modul für CAN-Netzwerke weitere smarte Modul-Varianten, die mit industriellen Ethernet-Netzwerken kommunizieren und sich damit als echte Industrie-4.0-Komponenten in die Fertigungsanlagen integrieren lassen.

Weitere Informationen zu Harting finden Sie im Business-Profil auf Seite 35.

# GRÖSSTMÖGLICHE FLEXIBILITÄT

Von der festen Verdrahtung über Steckverbinder führt der Weg der Verbindungstechnik zu kontaktloser Übertragen von Energie und Daten. Kontaktlose Verbindungstechnik ist verschleißfrei und macht besonders Robotik-Anwendungen flexibler.

**TEXT:** Andreas Wöber, TE Connectivity **BILDER:** TE Connectivity

In der Fabrik wird zurzeit vorwiegend klassische Verbindungstechnologie wie Steckverbinder, Schleifringe und Kabelschleppen eingesetzt, um Roboter mit Energie zu versorgen und an die Datenkommunikation anzubinden. Weil dafür stets ein mechanischer Kontakt erforderlich ist, verschleifen diese Komponenten aufgrund der extrem hohen, durch die Anwendungen und die Umgebung bedingten Beanspruchung relativ schnell. Deshalb hat der Verbindungstechnikhersteller TE Connectivity die Ariso-Technologieplattform entwickelt, mit der sich Daten und Energie kontaktlos übertragen lassen.

## Mechanische Kontakte verschleifen

Steckverbinder ermöglichen im Unterschied zu einer festen Verdrahtung Verbindungen, die leicht wieder getrennt werden können. Das erleichtert sowohl die Reparatur und Wartung von Maschinen als auch deren Modernisierung. Die Leistungsfähigkeit der Verbindungen hängt jedoch von den speziellen Anforderungen der jeweiligen Anwendung ab. Bei der Übertragung von Energie kann etwa die Joulesche Erwärmung, die sich proportional zum Widerstand eines Steckverbinders verhält, zu einer Erhöhung der Betriebstemperatur führen und so dessen Eigenschaften beeinträchtigen. Weitere wichtige Kriterien für eine zuverlässige Energieübertragung sind die Höhe und Stabilität des Kontaktwiderstands. In explosionsgefährdeten Umgebungen dürfen außerdem keine Störlichtbögen auftreten.

Bei der Datenübertragung konzentrieren sich die Anforderungen auf einen reibungslosen Informationsfluss. Das erfordert bei elektronischen Systemen mit hohen Datenraten möglicherweise Impedanz-gesteuerte Steckverbinder und ein besonderes

Augenmerk auf das Signal-Rausch-Verhältnis. Die Höhe des erforderlichen Widerstands hängt maßgeblich von den Geräten ab, die in einer Schaltung miteinander verbunden werden sollen. Bei vielen kann jedoch ein hoher Widerstand von mehreren Hundert  $m\Omega$  toleriert werden.

Weil Steckverbinder Energie und Daten über einen mechanischen Kontakt übertragen, verschleifen sie zwangsläufig. Eine Ursache ist Korrosion, die in verschiedenen Formen auftreten kann. Im Grunde handelt es sich dabei um eine chemische Verschlechterung des Metalls der Kontakte. Die häufigste Form ist Rost beziehungsweise Eisenoxid. Außerdem gibt es auch galvanische Korrosion, die auftritt, wenn zwei unterschiedliche Metalle in einem Elektrolyt miteinander verbunden werden. Eine andere Ursache für den Verschleiß besteht darin, dass mechanische Steckverbinder nur eine begrenzte Anzahl von Steckzyklen aushalten, und zwar unabhängig davon, wie robust sie konstruiert sind.

## Kapazitive und induktive Übertragung

Kontaktlose Verbindungstechnologie wie Ariso ist dagegen nahezu verschleißfrei und bietet zudem größtmögliche Flexibilität. Sie besteht aus zwei sogenannten Kopplern, die in einem Abstand von bis zu 7 mm positioniert werden können. Dadurch lassen sich Daten und Energie beispielsweise auch durch Flüssigkeiten oder Wände übertragen, was mit mechanischen Steckverbindern nicht möglich ist. Außerdem müssen die beiden Koppler nicht exakt zentriert sein, sondern können sich auch leicht versetzt gegenüberstehen oder in einem Winkel von bis zu 30°. Ferner besteht keine Gefahr, dass es zu Störlichtbögen kommt, die in



Abbildung 1: Die Koppler der kontaktlosen Verbindungstechnologie Ariso können in einem Abstand von bis zu 7 mm positioniert werden.

Umgebungen mit Gasen oder Stäuben schnell zu einer Explosion führen können.

Grundsätzlich gibt es zwei Methoden Energie und Daten kontaktlos zu übertragen: die kapazitive und die induktive Übertragung. Bei der Energieübertragung hat die kapazitive Methode den Vorteil, dass sie durch Metall hindurchgeht und elektromagnetischer Störung (Electromagnetic Interference, EMI) widersteht. Jedoch ermöglicht sie nur eine geringe Leistungsdichte und besitzt nur eine kurze Reichweite. Hier bietet die induktive Methode Vorteile, die bereits in zahlreichen Produkt- und Technologielösungen erprobt ist. Obwohl Metall für diese Methode eine physikalisch unüberwindliche Hürde darstellt, ist sie der effektivere Ansatz, auf dem auch die Koppler der Ariso-Technologieplattform beruhen.

Beide Methoden können grundsätzlich auch für die kontaktlose Datenübertragung verwendet werden. Für eine kapazitive Übertragung spricht die hohe EMI-Resistenz. Jedoch muss die Fläche der Koppler vergleichsweise groß sein, zudem unterstützt die induktive Methode nur niedrige Datenraten. Deshalb übertragen die Ariso-Koppler die Daten per Funk im 2,4-GHz-Band. Da nur im Nahfeldbereich gesendet wird, kommt es zu keinen Interferenzen mit Verfahren wie WLAN oder Bluetooth, die auf derselben Frequenz arbeiten.

Die Koppler haben vorne jeweils eine Antenne und eine Spule, die mit einer Leiterplatte verbunden sind. Ihr Gehäuse ist aus Messing und hat für die elektromagnetische Induktion eine Kunststoffkappe, die innen komplett vergossen ist. Dadurch sind die Koppler, die Schutzart IP67 besitzen und Temperaturen von -20 bis 55 °C widerstehen, 100-prozentig dicht. Raue Umge-

bungsbedingungen wie Feuchtigkeit, Staub und Vibrationen können ihre Leistungsfähigkeit deshalb nicht beeinträchtigen.

### Vielfältige Verbindungsmöglichkeiten

Da kontaktlose Verbindungstechnologie teurer ist als Steckverbinder, eignet sie sich insbesondere für Anwendungen, in denen diese an ihre Grenzen stoßen, etwa hinsichtlich Steckzyklen und Umgebungsbedingungen, oder wenn sonst eine komplexe Verkabelung erforderlich wäre. Außerdem lassen sich mit dieser Technologie auch neue Einsatzszenarien umsetzen. Dazu gehören die bereits erwähnten Verbindungen durch Wände und Flüssigkeiten hindurch oder sogenannte On-the-Fly-Verbindungen, bei denen ein Koppler stationär und andere mobil installiert sind und der Kontakt immer durch das gerade gegenüberliegende Paar hergestellt wird.

Eine typische Anwendung für kontaktlose Verbindungstechnologie sind Roboter, die zunehmend in Produktionsprozessen eingesetzt werden, die immer komplexer geworden sind und hohe Präzision erfordern. Bisher werden Roboter vorwiegend über Schleifringe angebunden, die zusammen mit der sogenannten Bürste einen Gleitkontakt bilden. Da diese Komponenten aufgrund der ständigen Bewegungen jedoch stark beansprucht werden, verschleißten sie relativ schnell und müssen häufig ausgetauscht werden, was zu höheren Stillstandszeiten und damit zu einer niedrigeren Produktivität führt.

Außerdem schränkt klassische Verbindungstechnologie die Bewegungsmöglichkeiten von Robotern ein. Beispielsweise erreichen Kabelschleppen nur eine 270-Grad-Rotation. Das heißt, ein Roboterarm, der wieder auf seine Ausgangsposition fahren soll,





Abbildung 2: Bei Robotik-Anwendungen können mit kontaktloser Verbindungstechnologie sowohl Schleifringe als auch komplexe Verkabelungen ersetzt werden.

muss noch einmal die gesamte Drehbewegung rückwärts ausführen. Dagegen ermöglicht kontaktlose Verbindungstechnologie eine 360°-Rotation, was für schnellere und wirtschaftlichere Produktionsprozesse sorgt. Außerdem lassen sich mit dieser Technologie Sensoren flexibler positionieren, etwa für eine Krafrückkopplung von elektrischen Greifern, wodurch Roboter empfindliche Gegenstände sozusagen sanft anfassen können.

## Daten und Energie kontaktlos übertragen

Kontaktlose Verbindungstechnologie kann überall dort eingesetzt werden, wo extrem zuverlässige und langlebige Lösungen erforderlich sind, um Daten und Energie zu übertragen. Ein

Beispiel dafür sind Robotik-Anwendungen, in denen sie sowohl Schleifringe als auch komplexe Verkabelungen ersetzen kann. Außerdem erlaubt diese Technologie auch dort Verbindungen, wo das bisher nicht möglich war, was Konstrukteuren neue Wege für das Design von Maschinen eröffnet. Die vorliegenden Erfahrungen zeigen, dass die Total Cost of Ownership (Gesamtbetriebskosten) im Vergleich zu klassischer Verbindungstechnologie schon in den ersten Monaten durch weniger Ausfallzeiten, geringere Wartungskosten und höhere Leistung reduziert werden können.

Weitere Informationen zu TE Connectivity finden Sie im Business-Profil auf Seite 52.



**REDEXPERT.** Die einzigartige Online-Plattform von Würth Elektronik zur Auswahl elektronischer und elektromechanischer Bauelemente.

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

- Weltweit genauestes AC-Verlustmodell für Speicherinduktivitäten
- Filtermöglichkeit für über 20 elektrische und mechanische Merkmale
- Simulation der Induktivität im DC/DC-Wandler
- Vergleichbarkeit anhand interaktiver Messkurven (Induktivität/Strom und Erwärmung/DC-Strom)
- Verfügbar in sieben Sprachen
- Messwertbasierte Online-Plattform
- Kein Login notwendig
- Integrierte kostenlose Musterbestellung
- Direkter Zugriff auf Produktdatenblatt

#REDEXPERT

*WE speed up  
the future*

# HERSTELLUNGSVERFAHREN MIT VORZÜGEN

Mit dem Fließpressverfahren hergestellte kalt fließgepresste Kühlkörper eignen sich aufgrund ihrer Eigenschaften für die Kühlung von Hochleistungs-LEDs. Sie können aber auch in vielen anderen Anwendungen kleinere Druckgusskühlkörper aus Aluminium ersetzen.

**TEXT:** Wilfried Schmitz, CTX Thermal Solutions **BILDER:** CTX Thermal Solutions

Eigenschaften wie hohe Wärmeleitfähigkeit und -verteilung sowie eine präzise verarbeitete Oberfläche sind entscheidend für die effiziente Kühlwirkung eines Kühlkörpers. Kalt fließgepresste Kühlkörper haben bei all diesen Anforderungen gute Werte. Zum Beispiel ist ihre Kühlleistung 200 Prozent höher als die von gleichdimensionierten Druckgusskühlkörpern und 100 Prozent höher als die von extrudierten Kühlkörpern. Damit sind kalt fließgepresste Kühlkörper derzeit die beste Kühllösung für Hochleistungs-LED-Leuchten. Wobei dem Design kaum Grenzen gesetzt sind und auch andere Anwendungen in Betracht kommen.

Hergestellt werden die Kühlkörper mit dem formgebenden Verfahren des Fließpressens. Verwendet wird es vor allem zum Verarbeiten von Reinaluminium (AL1070/AL1050), aber auch von Reinkupfer (CU1100/CU1020). Ein flacher Metallrohling, der in etwa das gleiche Volumen wie das fertige Produkt besitzt, wird beim Fließpress-Verfahren bei Raumtemperatur unter hohem Druck zum Fließen gebracht. Das Material füllt dann sukzessive alle Hohlräume des Formwerkzeugs aus. Obwohl typischerweise rund und symmetrisch aufgebaut, sind auch individuell geformte Fließpressteile herstellbar.

Insgesamt haben Fließpressteile zahlreiche positive Eigenschaften. Ihre Materialstruktur ist homogen und dicht, da der spezielle Umformprozess die Bildung von Luftblasen und Lunkern sowie den Einschluss von Fremdkörpern verhindert. Als Konsequenz des homogenen und dichten Gefüges ist die thermische Leitfähigkeit des fertigen Produkts höher als die des

Rohmaterials. Oberflächenqualität und Formgenauigkeit sind so hoch, dass eine mechanische Nachbehandlung nur in ganz wenigen Anwendungsfällen erforderlich ist.

## Hohe Gestaltungsfreiheit für viele Anwendungen

Aufgrund dieser Charakteristiken eignet sich das Verfahren des Fließpressens für die Herstellung von leistungsstarken Stift-Kühlkörpern für Hochleistungs-LEDs. Überdies können kalt fließgepresste Kühlkörper in vielen Anwendungen kleinere Druckgusskühlkörper aus Aluminium ersetzen.

Das Verfahren des Fließpressens bietet sich besonders für die Produktion kleiner projektspezifischer Serien an. Der Formgebung der Stifte und Rippen sind hierbei kaum gestalterische Grenzen gesetzt: Von zylindrischen Stiften über dünne Lamellen bis hin zu quadratischen Stab- oder hexagonalen Säulenformen ist alles möglich. Die Dicke der Kühlstifte kann dabei bis zu 0,7 mm betragen, bei einer Minimaldistanz zwischen den einzelnen Stiften von 1 mm. Die dünnen und dicht gesetzten Rippen vergrößern die kühlende Oberfläche und unterstützen damit die Konvektion. Da sich die Luft in kalt fließgepressten Kühlkörpern zudem in drei Richtungen, statt nur in zwei Dimensionen wie in extrudierten Kühlkörpern mit langen Kühlrippen, bewegt, ist ihre Kühlleistung höher als bei diesen.

Auch für die Kühlkörperform besteht ein großer Spielraum. Darüber hinaus ist die Kombination mit Heatpipes

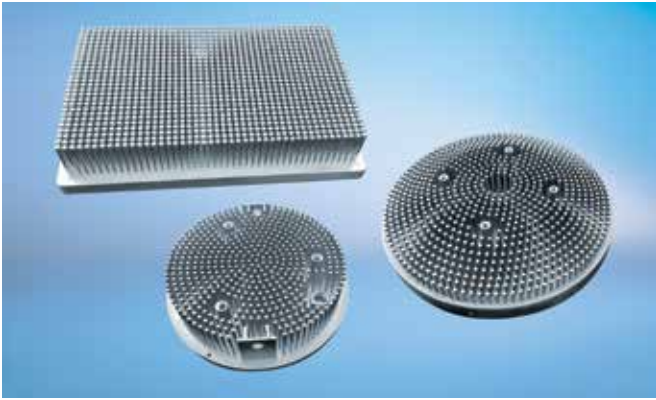


Abbildung 1: Bei kalt fließgepressten Kühlkörpern gibt es bei der Formgebung der Stifte und Rippen kaum gestalterische Grenzen.

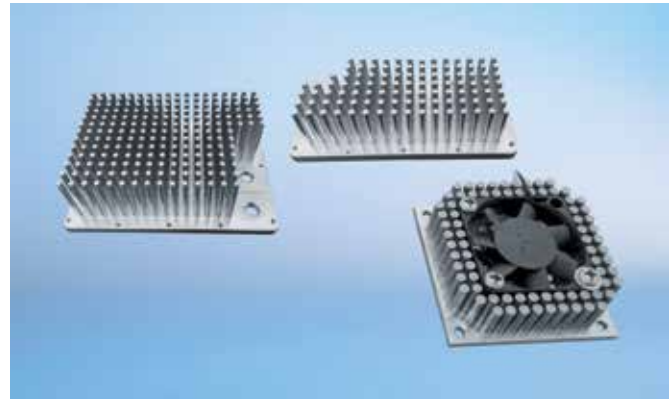


Abbildung 2: Auch Aussparungen im Stiftbett sind bei kalt fließgepressten Kühlkörpern möglich. In diese können beispielsweise Lüfter eingebaut werden.

ebenso möglich, wie das Aufbringen einer Kupferplatte auf dem Aluminium Kühlkörper. Beide Optionen begünstigen einen kontrollierten Wärmetransport.

Außerdem können die Basis und Stifte des Kühlkörpers entsprechend des zu kühlenden elektronischen Bauteils geformt werden. Auf diese Weise wird der Kontakt zwischen Bauteil und Kühlkörper optimiert. Da das Fließpressen zu einer hochpräzisen Formgebung führt, gelangt die Wärme des zu kühlenden elektronischen Bauteils direkt ohne jeden Mediator und damit ohne zusätzlichen Widerstand in die Kühlrippen. Dadurch zeichnen sich fließgepresste Kühlkörper beispielsweise gegenüber Druckgusskühlkörpern sowie gefrästen und gelöteten Kühlkörpern aus, bei denen durch das Herstellungsbeziehungsweise Fügeverfahren Lücken oder eine Luftschicht zwischen Bauteil und Kühlkörper und damit ein höherer thermischer Widerstand nicht gänzlich ausgeschlossen werden können.

Neben der Formtreue haben die fließgepressten Kühlkörper auch eine glatte Oberfläche. Diese kann durch Anodisieren wahlweise silber, schwarz, rot oder weiß gefärbt oder auch elektrolytisch vernickelt werden – ohne Einschränkungen der Kühlleistung.

### Geringere Kosten trotz teurerem Aluminium

Im Fließpress-Verfahren produzierte Kühlkörper bestehen wie erwähnt aus reinem Aluminium oder Kupfer. Ihre thermi-

sche Leitfähigkeit ist mit 226 W/mK höher als jene von Druckgusskühlkörpern aus Aluminium mit 96 W/mK und extrudierten Kühlkörpern aus Aluminium mit 155 bis 200 W/mK. Bei gleichem Kühlkörper-Design und -Volumen besitzt ein kalt fließgepresster Kühlkörper daher eine höhere Kühlleistung als ein Druckguss- oder ein extrudierter Kühlkörper aus Aluminium. Er ist beispielsweise in der Lage, eine 5-W-LED-Leuchte zu kühlen, währenddessen ein Druckgusskühlkörper aus Aluminium gleichen Designs lediglich eine 3-W-LED entwärmen kann.

Kalt fließgepresste Kühlkörper können deshalb kleiner dimensioniert werden als Druckguss- oder extrudierte Kühlkörper aus Aluminium. Daher können auch die LED-Lampen und das Zubehör kleiner ausgelegt werden, was zu Kosteneinsparungen führt.

Darüber hinaus ist ein kalt fließgepresster Kühlkörper aus Aluminium zweimal leichter als ein Druckgusskühlkörper aus dem gleichen Metall. Da außerdem die Werkzeugkosten ungefähr 10 bis 20 Prozent unter denen des Druckgussverfahrens liegen, sind kaltfließgepresste Kühlkörper für LEDs trotz des Einsatzes des teureren reinen Aluminiums insgesamt um 20 Prozent günstiger als herkömmliche Druckgusskühlkörper aus Aluminium, die bisher für den gleichen Zweck verwendet werden.

Weitere Informationen zu CTX Thermal Solutions finden Sie im Business-Profil auf Seite 22.

# DIE UNVERKENNBARE HÜLLE

Manchmal sind es geringe Stückzahlen, manchmal aber auch fehlende Zeit, die Kunden zu einer Standardlösung greifen lassen. Dennoch ist es möglich, aus einem Standardgehäuse, eine individuell auf die Bedürfnisse angepasste Lösung mit Wiedererkennungswert zu machen.

**TEXT:** Fatih Sahin, Fischer Elektronik **BILDER:** Fischer Elektronik

Gehäuse sind aus unserem Alltag nicht wegzudenken. Nahezu jede Elektronik bedarf einer Hülle; und diese Hülle hat nicht nur die Aufgabe zu schützen. Sie muss gut aussehen, sich gut anfühlen und möglichst individuell sein. Gehäusehersteller haben sich auf diese Bedürfnisse angepasst. Auf Basis von Standardgehäusen werden aus einer Hand, auf Kundenwunsch angepasste Gehäuselösungen angeboten. Etwa 80 Prozent der Gehäuse bei Fischer Elektronik verlassen das Unternehmen mit einer kundenspezifischen Bearbeitung.

## Die perfekte Basis

Der wichtigste Anspruch auch an ein angepasstes Gehäuse ist, dass die Elektronik darin ausreichend Platz findet. Dabei spielen Aufbauart und Werkstoff eine wichtige Rolle. Gehäusehersteller bieten eine breite Palette an Gehäusen in unterschiedlichen Größen und Werkstoffen an. Diese Gehäuse lassen sich auf unterschiedlichste Art und Weise aufbauen. Der Aufbau spielt bei der Implementierung der Elektronik eine wichtige Rolle, da diese oft nur eine bestimmte Aufbaufolge erlaubt.

Um mit einer Lösung möglichst vielen Kunden dienen zu können, legen Hersteller ihre Gehäuse universell aus. Das bedeutet, zu der verbauten Elektronik haben sie passende Durchbrüche für zum Beispiel Ein- und Ausgänge oder Verbindungselemente für die Leiterkartenmontage, die nachträglich eingebracht werden. Auch optisch sind die Gehäuse oft schlicht und unauffällig ausgelegt, um dem Kunden die Freiheit für die Individualisierung zu geben. Dem Kunden stehen

für diese und andere Bearbeitungen, basierend auf den fertigungstechnischen Möglichkeiten des Herstellers, oft mehrere Optionen zur Auswahl.

Von Hersteller zu Hersteller unterscheiden sich die fertigungstechnischen Möglichkeiten. Das liegt vor allem daran, dass jeder Gehäusebauer sich auf bestimmte Gehäusesorten wie Kunststoffgehäuse oder Aluminiumgehäuse spezialisiert hat. Dementsprechend lassen sich zum Beispiel Durchbrüche für Ein- und Ausgänge oder Displays auf verschiedene Art und Weise ins Gehäuse einbringen.

## Fräsen, Lasern, Stanzen

Das Fräsen ist ein spannendes Fertigungsverfahren beim dem mittels eines Fräasers eine beliebige Kontur in das Werkstück geschnitten wird. Das oft bei dekorativ anspruchsvollen Teilen eingesetzte Fräsen hat den Vorteil, dass sich damit beliebige Konturen in nahezu alle Gehäuseteile und Gehäusewerkstoffe einbringen lassen. Auch dreidimensionale Ausfräsungen für Displays oder Knöpfe lassen sich mit Leichtigkeit erledigen. Saubere Schnittkanten und ein hohes Maß an Genauigkeit sind das Ergebnis. Nachteilig sind hier Zwangsradien in Konturrecken. Auch Geringe Stückzahlen sind wegen hohen Einrichtkosten und Maschinenstundensätzen meist mit hohen Kosten verbunden.

Das Laserschneiden wird dort eingesetzt, wo komplexe Konturen eine präzise und schnelle Verarbeitung erfordern. Schmale Schnittfugen und hohe Präzision werden mit dem La-



Abbildung 1: Standardgehäuse, wie hier im Bild, lassen sich mit unterschiedlichen Methoden individuell gestalten.

ser erzielt. Eine breite Palette an Materialien können nahezu gratfrei geschnitten werden.

Eine kostengünstige Alternative zum Fräsen oder Lasern ist das Stanzen. Beim Stanzen wird das Material nach dem Scherverfahren durch einen Stempel und eine Matrize von zum Beispiel der Blechtafel getrennt. Moderne Maschinen können mehrere Stempelgeometrien kombinieren, um so die gewünschte Kontur auszustanzen. Dieses Verfahren wird auch Nibbeln genannt. Wie bei einem Locher wird beim Nibbeln Stück für Stück Material aus der Blechtafel getrennt. Neben Nibbeln können diese Maschinen auch prägen, signieren, biegen und Gewinde formen. Nachteilig sind hier die sogenannten Nibbelkanten. Diese entstehen an den Überlappungen der Stanzen und sind mit dem bloßen Auge zu erkennen. Bei dekorativ anspruchsvollen Teilen sollte daher auf das Stanzen verzichtet werden.

Viele Gehäuse bieten dem Kunden unterschiedliche Montagemöglichkeit für die Platine oder andere Bauteile. Hierzu zählen Führungsnuten, Nuten

für Vierkantmuttern oder Gewindebohrungen. Falls aber dennoch die Montage der Bauteile im Gehäuse auf Antrieb nicht möglich ist, können mittels Füge oder Schweißtechnik zusätzliche Gewindebolzen oder Muttern angebracht werden.

### Verschiedene Methoden für hohen Wiedererkennungswert

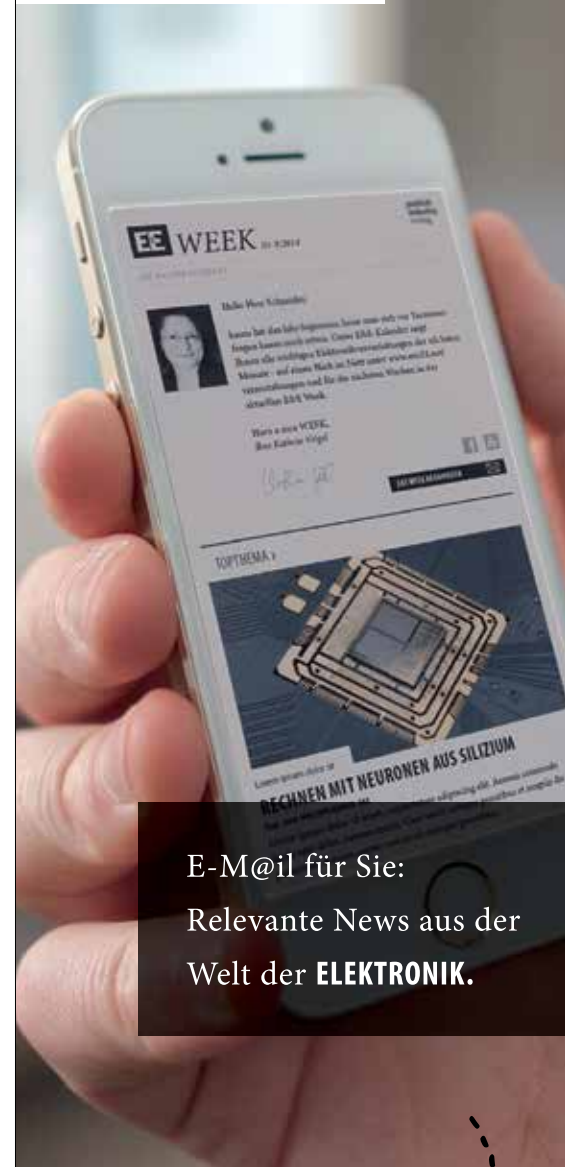
Farbkonzepte oder aussagekräftige Logos steigern den Wiedererkennungswert des Endproduktes auf dem Markt. Visuelle sowohl als auch haptische Reize sind entscheidend für den ersten Eindruck. Dieser entsteht oft bereits in der ersten Sekunde und ist für den Kauf besonders wichtig.

Bei der farblichen Gestaltung von Kunststoffgehäusen gibt es mehrere Möglichkeiten. Eine ist, das Kunststoffgranulat vor dem Spritzgießen mit einem Masterbatch einzufärben. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, das Gehäuse nachträglich zu lackieren. Das nachträgliche Lackieren ist mit zusätzlichem Aufwand verbunden, da die Kunststoffteile mit speziellen Haftvermittlern vorbe-

JEDE  
WOCHE  
NEU

E&amp;E WEEK

DIE WOCHE KOMPAKT



E-M@il für Sie:  
Relevante News aus der  
Welt der **ELEKTRONIK**.

### E&E WEEK-NEWSLETTER:

Wöchentlich mittwochs mit den wichtigsten Meldungen – für Sie ausgesucht von unserer Redaktion.

Jetzt kostenfrei registrieren unter:  
[www.INDUSTR.COM/EuE/Newsletter](http://www.INDUSTR.COM/EuE/Newsletter)

E&amp;E WEEK ABONNIEREN





Abbildung 2: Die Basis der individuell aufgebauten Kombigehäuse sind Standardgehäuse.

handelt werden müssen. Die Lackschicht dient neben der Ästhetik auch als Witterungsschutz.

Blankes Aluminium ist sehr berührungsempfindlich und neigt dazu, schnell zu korrodieren. Um diesen natürlichen Prozess entgegen zu wirken, werden Aluminiumgehäuse eloxiert. Durch das Eloxieren wird auf der Metalloberfläche eine künstliche Oxidschicht aufgebaut, die sich mit speziellen Eloxalfarben gut einfärben lässt. Dadurch können Aluminiumgehäuse auch nach Wunsch eingefärbt werden. Nach dem Verdichtungsprozess ist die Eloxalschicht widerstandsfähiger als das darunter liegende Aluminium.

Beim Lackieren von Metallgehäusen wird zwischen Nasslackieren und Pulverbeschichten unterschieden. Beim Nasslackieren wird die Farbe in flüssiger Form auf das Teil gesprüht. Vorteile sind hier, dass mehrschichtig Farbe aufgetragen werden kann und die Auswahl an Farben und Lacken sehr groß ist. Zum Pulverbeschichten müssen die zu lackierenden Flächen eine elektrisch leitende Oberfläche aufweisen. Aluminiumgehäuse werden vor dem Pulverbeschichten mit einer elektrisch leitenden Konversionsschicht versehen. Beim Lackieren wird ein elektrostatisch aufgeladener Pulverlack auf das Teil gesprüht. Die Pulverpartikel werden von der Gehäuseoberfläche angezogen und bleiben daran haften. Die Festigkeit wird durch das Einbrennen des Lackes bei etwa 150 °C erreicht. Die Beschichtung ist gegen mechanische Belastungen und UV-Licht widerstandsfähig. Im Vergleich zum Nasslackieren ist Pulverbeschichten umweltfreundlicher, da keine Löse- und Verdünnungsmittel zum Einsatz kommen.

Bei Kunststoffgehäusen ist die Oberflächenstruktur im Spritzwerkzeug festgelegt. Der Werkzeugbauer arbeitet hierzu die gewünschte Struktur ins Werkzeug. Bei Gehäusen aus Metall ist der Hersteller in dieser Hinsicht flexibler, da die Oberflächenbearbeitung oft am Ende der Fertigungskette steht. Durch zum Beispiel Glasperlenstrahlen oder Schleifen wird auf den gewünschten Flächen eine gleichmäßige Struktur eingearbeitet. Das verbessert nicht nur die optische sondern auch die haptische Wahrnehmung.

Für die Beschriftung der Ein- und Ausgänge an den Gehäusedurchbrüchen oder zum Aufbringen des Firmenlogos bieten sich unterschiedliche Druckmethoden an. Darunter ist das Siebdruckverfahren bei geringer Farbzahl ein gängiges Verfahren. Bei 3D-Logos kommt Digitaldruck zum Einsatz. Auch das Gravieren mittels Laser ist eine Methode die bei der individuellen Gehäusegestaltung oft verwendet wird.

### Kooperation erspart Überraschungen

Die Möglichkeiten zur Individualisierung von Gehäusen sind vielfältig. Eine frühzeitige Kooperation mit dem Gehäusebauer ist wichtig, um nachträgliche Überraschungen und damit verbundene Änderungsmaßnahmen zu vermeiden. Neben der kostenlosen Beratung bieten Gehäusehersteller auch 3D-Modelle, mit denen sich im Vorfeld die Baugruppen im CAD-System aufbauen und testen lassen.

Weitere Informationen zu Fischer Elektronik finden Sie im Business-Profil auf Seite 30.

# DIGITALISIERUNG DURCHS NADELÖHR

Sensoren und Geräte werden immer kleiner und müssen gleichzeitig fit für die Digitalisierung sein. Das können sie allerdings nur, wenn das Nadelöhr Verbindungstechnik den Trend mitmacht. Eine neue industrietaugliche Ethernet-Schnittstelle erfüllt nun alle diese Anforderungen.

TEXT: Matthias Fritsche, Jonas Diekmann, beide Harting BILD: Harting

Egal ob einer die Schlagworte wie Industrie 4.0, Internet of Things (IoT), Industrial Internet of Things (IIoT) oder Digitalisierung bemüht – ohne Ethernet-Verbindung geht nichts mehr in unserer vernetzten Welt. Funk ist eine Lösung, allerdings nur für die Übertragung einer von zwei wichtigen Lebensadern, der Daten. Neben einer Datenautobahn benötigen aber alle Geräte auch eine Stromversorgung. Es bietet sich deshalb an, die Datenverbindung via PoE (Power over Ethernet) oder PoDL (Power over Data Lines) sowohl für die Daten als auch für die Stromversorgung zu verwenden.

Ingenieure sollten aus der Not eine Tugend machen. Wenn die Verbindung über Kabel und Steckverbinder notwendig ist, sollten sie hier alles technisch Mögliche herausholen. Eine weitere Herausforderung besteht darin, dass Geräte und Sensoren in Industrie und Automation immer mehr schrumpfen und bisherige Modelle und Größen in der Anschlusstechnik schon bald an ihre Grenzen stoßen.

## Industrietaugliche Ethernet-Schnittstelle

Ohne die entsprechenden Datenautobahnen aus Kabeln und Steckverbindern ist jedes noch so neue und leistungsstarke Gerät arbeitsunfähig. Die Verbindungstechnik ist damit ein wesentliches Element jedes Gerätes und ein detaillierter Blick auf diese Dateninterfaces, insbesondere auf neue Schnittstellen, ist mehr als sinnvoll. Als Ethernet Interfaces sind heute nicht nur der allgegenwärtige RJ45, den es auch in diversen industrietauglichen Varianten gibt, sondern auch der M12 D- und X-kodiert im Einsatz. Mit der zukünftig steigenden An-

zahl an vernetzten Geräten und Anlagen, sowie den gleichzeitig immer kleineren Baugrößen dieser Geräte, werden kleinere und gleichzeitig robustere Ethernet-Schnittstellen benötigt.

Platz sparen, ist das momentane Credo bei Geräteherstellern. Problematisch wird es allerdings, wenn die Verbindungstechnik diesem Miniaturisierungsstreben im Weg steht. Wenn zum Beispiel die Buchse bisheriger Standardsteckverbinder den größten Teil des Gehäuses belegt. Natürlich ist ein einzelner M12 oder auch ein einzelner RJ45 nicht groß, aber Kamerasysteme in der Größe einer Streichholzschachtel machen klar, dass das „Klein“ von gestern einfach nicht mehr klein genug ist. In Anwendungen mit vielen Schnittstellen addieren sich wenige Millimeter Platzersparnis schnell zu mehreren Zentimetern pro Gerät. Bei Einheiten aus mehreren Geräten können sich diese Zentimeter wiederum zu Einsparungen von mehreren Metern aufsummieren. Diese Rechnung kann beliebig fortgesetzt werden.

Was kommt als neuer Standard, der diese Anforderungen erfüllt, in Frage? Mit dem ix Industrial, als Alternative zum RJ45, ist eine neue Datenschnittstelle geschaffen worden, die diesen Anforderungen gerecht wird. Geräteseitig spart der ix Industrial 70 Prozent Platz zum Vorgänger ein. Gleichzeitig ist er robuster als sein Vorgänger und damit eine wirklich industrietaugliche Schnittstelle mit Potenzial, eine neue Standard-schnittstelle zu werden.

Schnelles Ethernet über eine kleine Schnittstelle wird in Kamerasystemen und auch in Switchen, WLAN Access Points,

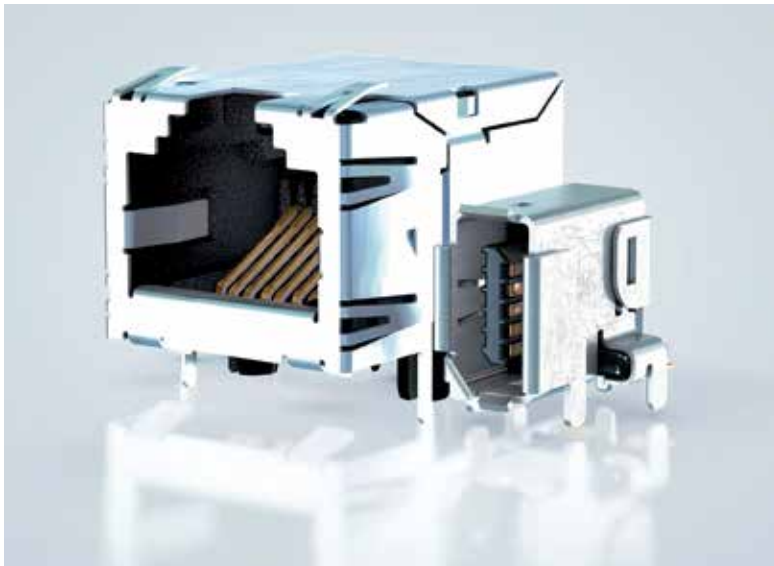


Abbildung 1: Die Datenschnittstelle ix Industrial rechts spart 70 Prozent Platz gegenüber dem RJ45.

Routern und anderen Netzwerkkomponenten benötigt. Auch in Bahnfahrzeugen und Bussen im öffentlichen Personenverkehr können Displays und Passagierinformationssysteme über die ix-Schnittstelle gleichzeitig mit Daten und via PoE/PoE+ auch mit Power versorgt werden. Insgesamt können die Endgeräte durch den verringerten Bauraum der Buchse leichter verkleinert werden, da miniaturisierte Buchsen und Stecker eine höhere Packungsdichte ermöglichen.

In der aufrechten und gewinkelten Buchse liegt das Rastermaß zwischen den Buchsen bei 10 Millimetern. Da sowohl Komponenten als auch die Gehäuse der Systeme stetig schrumpfen, ist auch der Platz für die Verkabelung begrenzt. Für die Geräteverkabelung verwendet Harting flexible und dünne Systemkabel mit kleinem Biegeradius, die den Einbau in miniaturisierte Gehäuse ermöglichen. Sie sind beidseitig mit dem ix-Steckgesicht oder gemischt mit ix- und RJ45-Steckverbinder ausgeführt. Die dritte Variante ist auf einer Seite mit einem X-kodierten M12 versehen. Insbesondere mit den gemischten Systemkabeln von ix- auf RJ45-Steckgesicht ist eine schrittweise Integration von Geräten mit dem neuen ix-Steckgesicht in bestehende Verkabelungen umsetzbar.

Klein, miniaturisiert, platzsparend: All das klingt eher nach filigraner Technik denn nach einer Lösung für industrielle Anwendungen. Das wird dem ix Industrial allerdings nicht gerecht. Während sich die Nutzer des bisherigen RJ45 oft mit gebrochenen Verrasthebeln und Kontaktproblemen herumärgern mussten, ist die neue Lösung kleiner und trotz-

dem robuster ausgelegt - eben voll industrietauglich. Die geräteseitige Buchse aus Metall wird fest über fünf THR-Pins mit der Leiterplatte verbunden, während der Stecker ebenfalls ein stabiles Gehäuse mit Zugentlastung und festem Schirmcrimp besitzt. Verbunden und gesichert werden beide Komponenten über zwei Metallhaken, die mit einem Klick einrasten und Vibrationen widerstehen. Auch nach der hohen Zahl von 5.000 Steckvorgängen liegen alle relevanten Parameter wie Übergangs- und Isolationswiderstand, Spannungsfestigkeit sowie die Steck- und Ziehkräfte innerhalb der zulässigen Grenzwerte. Dadurch können auch ohne Probleme die Anforderungen der Bahnnorm 50155 an Schock- und Vibrationsfestigkeit erfüllt werden.

### Steckverbinder für hohe Übertragungsraten

Auch hohe Übertragungsraten spielen eine Rolle in der Zeit von immer mehr größeren Datenmengen. Deshalb ist der ix Industrial für Kat.6<sub>A</sub> ausgelegt und für 10 GBit/s einsetzbar. Eine hochfrequente Übertragung ist stets dem Problem von Störeinflüssen ausgesetzt. Vom Kabelschirm bis zur Verbindungsstelle ist deshalb ein konsequentes 360°-Schirmungskonzept umgesetzt. Der Kabelschirm wird direkt am Steckverbindergehäuse verpresst und hat damit eine robuste Zugentlastung und eine durchgehende Schirmübergabe.

Eine besondere Herausforderung ist es, in dieser kleinen Bauform mit sehr nah beieinanderliegenden Kontakten, das Übersprechen zwischen den einzelnen Datenpaaren wirksam



zu minimieren. Dazu ist zwischen den beiden Kontaktreihen in der Buchse ein Schirmblech versteckt, das das Übersprechen zwischen den beiden gegenüberliegenden Kontaktreihen wirksam verhindert. Weiterhin besitzt der neue ix Industrial nicht 8, sondern 10 Kontakte. In jeder Kontaktreihe dient der mittige Kontakt als Abschirmung zwischen den beiden Adernpaaren. Dazu wird dieser Mittelkontakt auf der Leiterplatte mit dem Massepotential verbunden. Durch das Schirmblech und die geerdeten Kontakte ergibt sich in der Anordnung der signalführenden Kontakte eine ähnliche Anordnung wie bei einem X-kodierten M12-Rundsteckverbinder. Jedes Adernpaar liegt gut gegen seine Nachbarn abgeschirmt in einem eigenen Kabel- beziehungsweise Steckverbinderquadranten. Diese Maßnahme schützt wirksam gegen Übersprechen und sorgt für die nötige Daten-Performance.

Die Übertragungseigenschaften wurden im firmeneigenen akkreditierten Prüflabor verifiziert. Der verwendete Messaufbau besteht aus einer Testleiterplatte für die ix-Buchse und einem konfektionierten ix-Steckverbinder, dessen Adernpaare mit dem Harting BCCTF-40-GHz-Messadapter an die Messtechnik angeschlossen waren. Gemessen wurden alle Netzwerkparameter bis 2 GHz.

## Ethernet-Anschluss im Feld

Früher waren Geräte in der Feldebene, die einen direkten Ethernet-Anschluss brauchten, eher die Ausnahme. In Zeiten der Digitalisierung allerdings rückt Ethernet immer weiter ins Feld und bis an jeden kleinsten Sensor heran. Um auch hier eine passende geschützte Schnittstelle nach IP67-Standard für Ethernet zur Verfügung zu haben, waren M12-Steckverbinder bisher das Mittel der Wahl. Aber auch hier ergibt sich das gleiche Phänomen: Sensoren, Aktoren und Geräte schrumpfen immer weiter und die Buchsen, die es im Gehäuse unterzubringen gilt, müssen ebenfalls kleiner werden. Zusammen mit

der Profibus Nutzerorganisation PNO hat Harting aktiv den Standard für den D-kodierten M8-Steckverbinder als passende Lösung für Feldanwendungen vorangetrieben. 30 Prozent Platzerparnis scheinen auf den ersten Blick nicht besonders viel, aber gerade an oben genanntem Beispiel wird deutlich, wie viel Platz gespart werden kann, wenn es viele Buchsen unterzubringen gilt. Robustheit ist der heimliche zweite Vorname aller Rundsteckverbinder. Um diesem Aspekt gerecht zu werden, ist die M8-Buchse über THT-Pins fest mit der Leiterplatte verbunden und kann so auch bei aller Miniaturisierung den harten Ansprüchen industrieller Anwendungen standhalten.

Um nicht Gefahr zu laufen, eine Nischenlösung hervorzubringen, setzt Harting sich aktiv in Normengremien ein, um branchenweite Standards voranzutreiben. Die D-kodierte M8-Schnittstelle für die Ethernet-Anbindung von Morgen ist deshalb nach PAS IEC 61076-2-114 genormt. Neben einer Datenrate von Cat.5 können bis zu 4 A bei 50 V übertragen werden. Zudem ist die Schnittstelle natürlich auch PoE fähig. Deshalb ist das Gros der Geräte nicht auf eine zusätzliche Spannungsquelle angewiesen, sondern kann über eine kleine Schnittstelle mit allen notwendigen Lebensadern Power und Daten versorgt werden.

Entwickler von Geräten aller Art mit Ethernet-Anschluss, sowie Planer und Installateure von industriellen Datennetzwerken sollten sich diese miniaturisierte Lösung genauso ansehen, wie Verantwortliche aus den Bereichen Automation, Gebäudeautomation und vor allem auch Transport - seien es Anwendungen in Bahn, Schiff oder Bus. Ix Industrial und M8 D-kodiert sind besonders bei diesen hochbelasteten Einsatzfällen die richtigen Schnittstellen für Passagierinformationssysteme und Bordnetzwerke.

Weitere Informationen zu Harting finden Sie im Business-Profil auf Seite 35.

# MUSIKGENUSS OHNE KOMPROMISSE

Bluetooth ist eine verbreitete Drahtlosverbindung für Audio-Anwendungen. Die Kombination des A2DP-Protokolls und eines frame-basierten Codecs führte bis dato zu einer übermäßigen Latenz und einer Tonqualität, die unter jener der CD liegt. Mit dem Codec aptX ist beides nun Geschichte.

**TEXT:** Jonny McClintock, Qualcomm; Magnus Gustavsson, Codico **BILD:** Fotolia, Spectral-Design

Bluetooth wurde vor 15 Jahren eingeführt und hat sich als einfache Drahtlosverbindung für eine breite Palette an tragbaren Geräten erwiesen. Bluetooth wird kontinuierlich weiterentwickelt und wurde seit dessen Ersteinführung vielen Verbesserungen unterzogen, um höhere Bandbreiten und neue Fähigkeiten wie Stereoton zu ermöglichen.

Standard-Bluetooth-Stereo verwendet zur Tonkomprimierung A2DP (Advanced Audio Distribution Profile) mit einer paketierten Struktur sowie frame-basierte Audiocodecs. Der im Bluetooth eingesetzte Standard-SBC-Codec ist zwar sehr flexibel. Zahlreiche Implementierungen liefern jedoch eine Tonqualität, die weit unter jener der CD liegt. Durch den Einsatz von SBC mit A2DP kann es auch zu langen Systemlatenzen mit Verzögerungen von über 200 ms und Jitter bis zu 50 ms kommen. Standard-Bluetooth-Implementierungen neigen daher dazu, eine suboptimale Audioleistung sowohl bei der Audioqualität als auch bei den Latenzen - bei Anwendungen, die eine Synchronisation von Ton und Bild erfordern - zu liefern.

Im Jahre 2009 wurde die aptX-Audiotechnologie, inzwischen ein Produkt von Qualcomm Technologies, erstmals der Unterhaltungselektronikindustrie für den Einsatz in Bluetooth-Stereokopfhörern und -Lautsprechern vorgestellt. Beim aptX-Codec handelt es sich um einen zu SBC alternativen Codec, der durchgängig eine der CD ähnliche Audioqualität liefern kann und von vielen Hochleistungs-Bluetoothgeräten unterstützt wird. aptX wird in Kopfhörern, Headsets, Tonan-

lagen in Autos und Home-Entertainment-Systemen von über 320 Audiomarken eingesetzt. Qualcomm betreibt ein Interoperabilitätsprogramm, um eine sichere Konnektivität zwischen aptX-zertifizierten Produkten sicherzustellen.

Der aptX-Codec wurde für eine Reihe professioneller Audioanwendungen wie Film, Musik, Rundfunk und Postproduktion weiter optimiert. Diese Optimierungen finden nun Eingang in Bluetooth-Audioanwendungen und führen zu einer CD-äquivalenten oder höheren Tonqualität und einem verbesserten Hörerlebnis. Gegenüber den bisherigen Möglichkeiten der Bluetooth-A2DP-Konnektivität, bietet die in diesem Artikel beschriebene Lösung eine bessere Klangtreue.

## Herausforderungen von Bluetooth

Die Bluetooth Special Interest Group (SIG) führte A2DP als Protokoll zur Übertragung von Stereoton ein, um Nutzern den drahtlosen Genuss von Stereomusik zu ermöglichen. Die Freiheit der drahtlosen Konnektivität war allerdings bisher immer mit einer geringeren Klangleistung, einer höheren Latenz und geringeren Batterielebensdauer verbunden. Einzeln betrachtet wird jeder dieser Nachteile, je nach Anwendung, von einigen Nutzern lediglich als Unannehmlichkeit empfunden. Zusammen reichen diese Schwächen jedoch aus, um trotz der allgegenwärtigen Präsenz von Bluetooth eine breite Marktakzeptanz zu verhindern. Abhilfe schafft hier der aptX-Codec. Er arbeitet mit einem fixen Kompressionsverhältnis-Algorithmus.



**Abbildung 1:** aptX ist ein alternativer Codec zu dem Standard-Codec SBC für Bluetooth, der eine deutlich bessere Tonqualität liefert.

mus, sodass jede Implementierung die gleiche Audioqualität garantiert. Dabei setzt der Codec kein Frame-Format ein und arbeitet daher effizient mit der paketierten Struktur von A2DP zusammen.

Der ursprüngliche 16-Bit aptX-Codec wurde in Bluetooth eingeführt, um die Schwächen von SBC auszumerzen, was auf zweierlei Wegen erreicht wurde: 1) Der aptX-Codec bietet eine durchgängige Audioleistung und basiert auf einem fixen 4:1-Kompressionsverhältnis. Dadurch wird sichergestellt, dass es zu keiner Variabilität in der Audioleistung kommt, wenn der Entwickler Source- und Sink-Geräte verschiedener Hersteller kombiniert. 2) Qualcomm Technologies betreibt ein Interoperabilitätsprogramm, bei dem jedes Produkt mit aptX einer Reihe von Leistungskontrollen unterzogen wird, bei denen nicht nur die Klangintegrität der Geräte, sondern auch die RF-Robustheit und der Verbindungs- und Pairing-Prozess geprüft werden. Zusammen trägt dies zu einem verbesserten gesamten Bluetooth-Erlebnis für den Konsumenten bei.

Das mit aptX angegangene Hauptproblem bezog sich auf die variable Qualität von SBC, welches dann gute Klangleistungen lieferte, wenn die Frequenzganggrenze von etwas über 15 bis 20 kHz reichte, je nach Bit-Pool, der im Bluetooth-Sourcegerät verwendet wurde. Genau diese Variabilität wirkte sich auf die Audioleistung des Sink-Geräts aus und resultierte in einer schwankenden Audioqualität beim Konsumenten. In den Anfangsjahren von Bluetooth wurde SBC in den meisten

Source-Geräten bei einem 32-Bit-Pool implementiert, was der geringsten Audioleistung entsprach und daher ein insgesamt schwaches Konsumentenerlebnis zur Folge hatte. Hier sollte betont werden, dass sogar bei einem Bit-Pool von 58 der SBC-Codec auf der Basis von ITU-R BS-1116-1 schlechter abschnitt als der aptX-Codec.

Die Salford University in Manchester hat die Audioqualität des Standard-Bluetooth-SBC bei 328 kbit/s (Bit-Pool 52) und jene des aptX bei 354 kbit/s von einer Testgruppe von 30 Zuhörern bewerten lassen. Zur wahrnehmungsgestützten Bewertung der Audioqualität nutzen sie den PEAQ-Algorithmus. Die Ergebnisse zeigten, dass aptX um einen Faktor von 2,5 besser abschnitt als die beste Implementierung von SBC bei einem Bit-Pool 58. Die vielen Nutzer von Hochleistungs-Audiogeräten, die aptX unterstützen, wissen diese Vorteile zu schätzen.

Der aptX-Codec bietet zwei Vorteile gegenüber anderen A2DP-Codecs: er verfügt über eine geringe Codec-Verzögerung von 1,9 ms und benutzt kein Frame-Format, was ebenso wichtig ist. Daher können die Bluetooth-Pakete effizient befüllt werden, ohne dass es zu einem Wartezustand bei der Dekodierung kommen muss. Als Algorithmus mit einer fixen Kompressionsrate bietet aptX darüber hinaus stets die gleiche Bitrate. Somit kann die gleiche Audioqualität mit sämtlichen aptX-Implementierungen garantiert werden. Durch diese Kombination von Funktionalitäten kann aptX eine End-to-End-Latenz von 40 ms bieten und dabei eine professionelle

Audioleistung und -Robustheit garantieren. Der Wert von 40 ms entspricht den von der Europäische Rundfunkunion (EBU) verlangten Kriterien für die Lippensynchronität.

## Audioqualität besser als CD

Um das Klangerlebnis noch weiter zu steigern, bietet Qualcomm nun aptX HD, der vorwiegend auf „Enhanced aptX 24 Bit“ basiert - einem Codec, der im professionellen Audiobereich in Film, Musik, Rundfunk, und Postproduktion stark eingesetzt wird. Zu den Nutzern von Enhanced aptX 24 Bit zählen unter anderem die Skywalker Ranch von George Lucas, die BBC und die japanische NHK. Der aptX-HD-Codec bietet eine Wortbreite von 24 Bit und eine Abtastfrequenz von 48 kHz. Angesichts der Marktanforderungen für High-Resolution-Audio wurde der aptX-HD-Codec für eine Audioqualität konzipiert, die besser als die der CD sein sollte.

Qualcomm hat kürzlich ein Forschungsprogramm gemeinsam mit der Salford University initiiert, um zu zeigen, dass aptX HD wirklich eine bessere Audioqualität erzeugt wie die CD. Zu diesem Zweck wurden mehrere Musikstücke in Auftrag gegeben und in einem Aufnahmestudio erzeugt, bei denen das Original mit 24 Bit bei 96 kHz gesampelt wurde. Dieser Content wurde anschließend zweierlei verarbeitet: Erstens auf 44,1 kHz, 16 Bit, das heißt auf CD-Qualität herunter gesampelt und zweitens einem Kodierungs-/Dekodierungszyklus mit aptX HD unterzogen, um eine Version mit 48 kHz und 24 Bit zu erzeugen. Die drei Versionen Original 96/24, CD 44,1/16 Bit und aptX HD 48/24 wurden dann bei Hörtests der Salford University eingesetzt.

Die Ergebnisse deuteten darauf hin, dass 50 Prozent der Zuhörer keinen erkennbaren Unterschied zwischen aptX HD und dem Originalcontent mit 96/24 ausmachen konnten, aber sehr wohl einen Unterschied zwischen der CD-Qualität und dem 96/24 Bit-Originalcontent feststellten. Ausgehend davon konnten die Forscher darauf schließen, dass aptX HD seinen

Anspruch zu erreicht. In Verbindung mit der CSR8675-Plattform, die eine 24-Bit-Audioarchitektur verwendet, liefert aptX HD einen Frequenzgang von über 22 kHz und ein Signal-Rausch-Verhältnis von 129 dB - somit kann aptX HD eine bessere Klangtreue als frühere Möglichkeiten der Bluetooth-Konnektivität garantieren.

Diese Entwicklungen haben teilweise oder gänzlich die Probleme der Audioleistung, Latenz und Batterielebensdauer beseitigt, die mit Bluetooth-Verbindungen einhergehen. aptX und aptX HD führen zu einer Verbesserung der Audioqualität von Bluetooth-Stereo. Die aptX Low Latency verringert die End-to-End-Latenz und erfüllt dabei die Branchenanforderungen für Lippensynchronität sowohl bei drahtlosen Ton- als auch bei Bildanwendungen. Bluetooth Smart, das ursprünglich für selten genutzte Anwendungen mit geringen Datenraten wie HID (Human Interface Devices wie Tastaturen, Mäuse und andere Eingabegeräte) und Wearables konzipiert wurde, hat sich inzwischen verbreitet. Bluetooth Smart kann nun in Verbindung mit A2DP für den Transport nichtkritischer Befehle und Updates eingesetzt werden, die früher normalerweise über höhere Bitraten und rechenintensivere Protokolle übertragen wurden.

## Weg mit den Kabeln

Kann der Konsument nun in den Genuss aller Vorteile der kabelgebundenen Qualität kommen, jedoch ohne Kabel? Zu Beginn, als A2DP auf den Markt kam, mussten Experten das verneinen. Durch die Einführung von aptX und anschließend aptX HD, durch die Verwendung des Interoperabilitätsprogramms von Qualcomm, die Verbesserung der Silikonplattformen und die Vorteile von Bluetooth Smart, hat A2DP jedoch den Weg zu einem kabellosen Genuss ohne Kompromiss bereits geebnet.

Weitere Informationen zu Codico finden Sie im Business-Profil auf Seite 19.

In der Rubrik

# STROMVERSORGUNG & LEISTUNGSELEKTRONIK

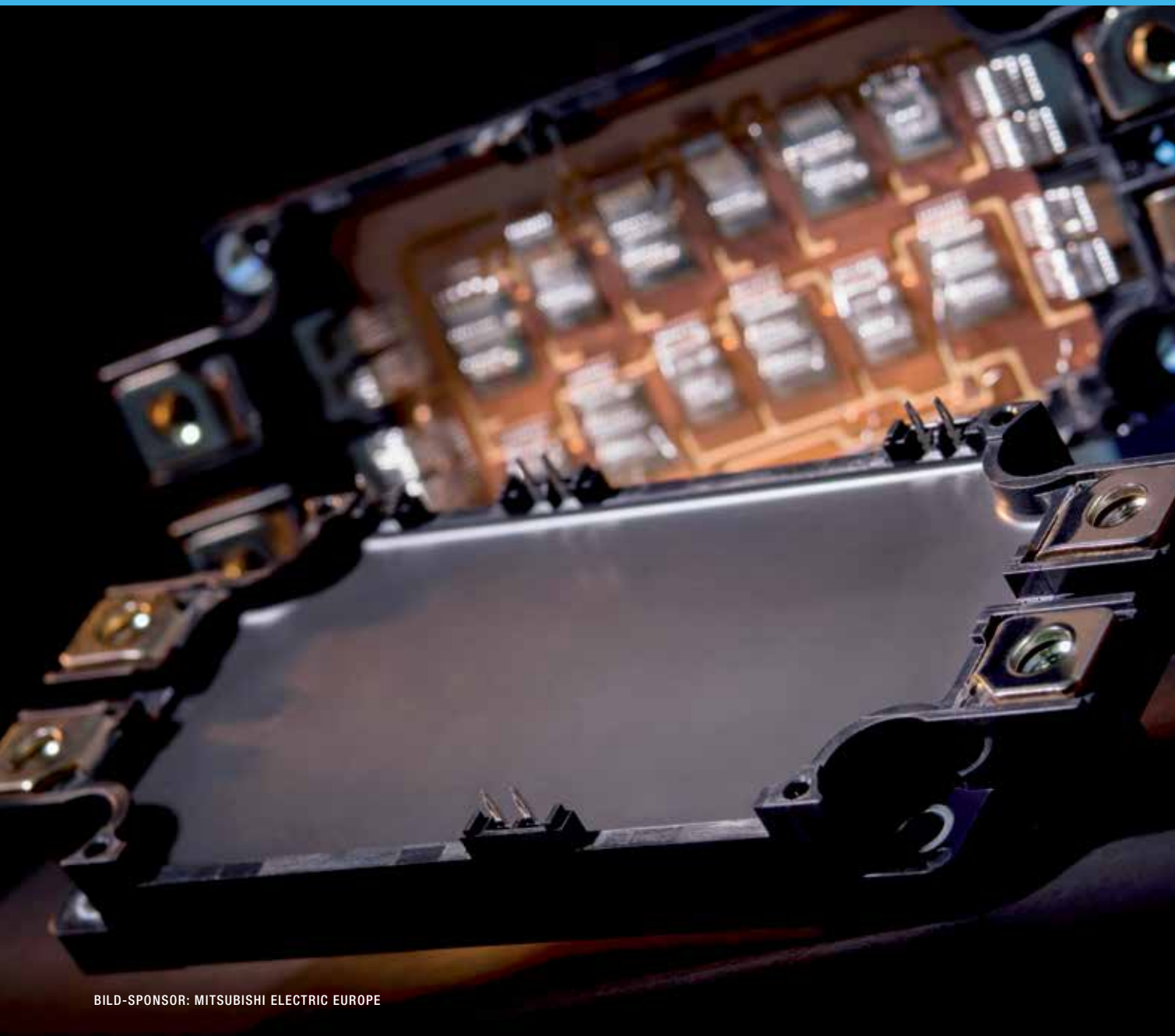


BILD-SPONSOR: MITSUBISHI ELECTRIC EUROPE

**142 Im Rampenlicht**  
Mitsubishi Electric Europe

**144 Adé Schaltschrank**  
Michael Peters, MTM Power Messtechnik

**148 Digitalisierung der 4-20-mA-Schleife**  
Reinhard Zimmermann, Recom Power

**151 Qualität der Versorgungsspannung**  
Thomas Rottach, Rohde & Schwarz

**154 Der Reihe nach bedienen**  
Mirko Bernacchi, Mouser Electronics

# IM RAMPENLICHT

Die Leistungshalbleitermodule von Mitsubishi Electric Europe sind für ein sehr breites Spektrum an Anwendungen ausgelegt. Sie kommen unter anderem in der Bahntechnik, in Industrieapplikationen, Windkraftanlagen und Elektro- und Hybridfahrzeugen zum Einsatz. Besonders zeichnen sie sich durch ihre hohe Zuverlässigkeit und die eigens entwickelte Gehäuseteknologie aus.

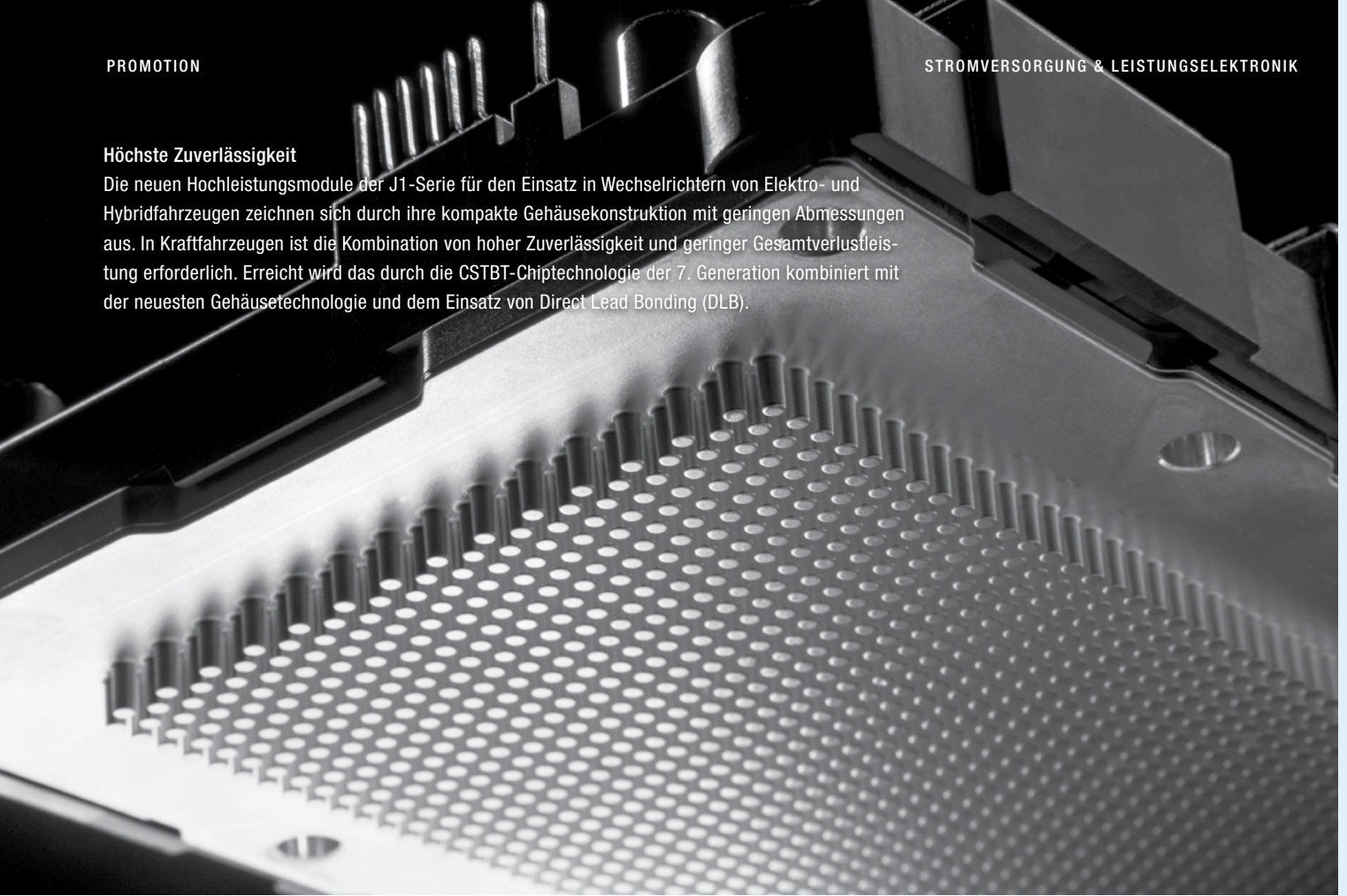
TEXT: Mitsubishi Electric Europe BILDER: Dominik Gierke

## Niederinduktiver Aufbau

Die LV100 Leistungshalbleitermodule im neuen Standardgehäuse sind für den Einsatz in der Bahntechnik, in Windkraftanlagen, in Mittelspannungsantrieben sowie in allgemeinen industriellen Drehstromanwendungen ausgelegt. Ihr besonderes Merkmal ist der niederinduktive Aufbau, der den Einsatz von schnellen SiC-Leistungshalbleitern ermöglicht. Der Verzicht auf die Lotschicht zwischen der Isolationskeramik und der Bodenplatte durch die Metal-Casting-Direct-Bonding-Technologie (MCB) ermöglicht eine außergewöhnlich hohe thermische Leitfähigkeit. Die Halbbrückenmodule mit Nennwerten von 1,7 kV mit 900 A bis 3,3 kV mit 750 A ermöglichen eine nutzerfreundliche, skalierbare Systemkonfiguration und damit eine flexible und sehr gute Systemauslegung.

### Höchste Zuverlässigkeit

Die neuen Hochleistungsmodule der J1-Serie für den Einsatz in Wechselrichtern von Elektro- und Hybridfahrzeugen zeichnen sich durch ihre kompakte Gehäusekonstruktion mit geringen Abmessungen aus. In Kraftfahrzeugen ist die Kombination von hoher Zuverlässigkeit und geringer Gesamtverlustleistung erforderlich. Erreicht wird das durch die CSTBT-Chiptechnologie der 7. Generation kombiniert mit der neuesten Gehäusetechnologie und dem Einsatz von Direct Lead Bonding (DLB).



### Kompakte Vielfalt

Die IPMs der G1-Baureihe mit CSTBT-Chips der 7. Generation sind in drei Gehäusevarianten erhältlich. Universalwechselrichter, Servo-Umrichter, Aufzüge und sonstige Industrieapplikationen können von den niedrigen Verlustleistungen und einer hohen Funktionalität und Zuverlässigkeit der neuen Module profitieren. Der Entwicklungsprozess der Kunden wird durch bereits integrierte Schutzfunktionen und Gate-Treiber vereinfacht. Zudem konnte dank der zweistufigen Änderung der Schaltgeschwindigkeit die Abstimmung zwischen dynamischen Verlusten und elektromagnetischen Störungen deutlich verbessert werden.



# ADÉ SCHALTSCHRANK

Schaltnetzteile sind bisher hauptsächlich in Schaltschränken verbaut. Elektronikkomponenten in rauen Bedingungen müssen aber auch dezentral mit Strom versorgt werden können. Externe Netzteile mit IP67-Schutzart sind durch das thermoselektive Vakuumvergussverfahren möglich.

**TEXT:** Michael Peters, MTM Power Messtechnik **BILDER:** MTM Power Messtechnik

Moderne Automatisierungslösungen erfordern eine stabile und zuverlässige Stromversorgung aller eingebundenen Bestandteile wie Sensorik, Aktorik und HMI-Komponenten. Für die Versorgung werden deshalb heute fast ausschließlich stabilisierte Schaltnetzteile mit unterschiedlichen Spannungsebenen und Leistungsklassen verwendet. Diese modernen Stromversorgungen für industrielle Automatisierungslösungen waren bisher klassische Einbaugeräte und nicht Stand-Alone verwendbar.

Die Anforderungen an Brandschutz, Schutz gegen Berührung und elektrischen Schlag sowie der Schutz gegen Umwelteinflüsse müssen durch den Anwender mittels Einbau in eine schützende Umhüllung gewährleistet werden. Typischerweise werden zum Erfüllen dieser Anforderungen die Stromversorgungen in die Schutzfunktionen erfüllende Schaltschränke und Schaltkästen installiert. Innerhalb dieser Gefäßsysteme dominiert heute die Montage der Stromversorgungen auf DIN-Schienen.

## Automatisierungslösungen mit Einbaunetzteilen

Bei der dezentralen Automatisierung muss die erforderliche Steuerspannung entweder von Einbaunetzteilen aus zentralen Schaltschränken über längere Distanzen zum Verbraucher geführt werden oder über dezentral montierte Schaltkästen. Im ersten Fall zwingt der Spannungsabfall über längere Leitungen entweder zum Verwenden größerer Kabel-

querschnitte oder zum Einsatz zusätzlicher DC/DC-Wandler. Einbaunetzteile in dezentralen Schaltkästen mit hohen Schutzartanforderungen erfordern hingegen ein aufwändiges thermisches Management, da gerade bei Anwendungen mit Spritzwasserschutz eine einfache Kühlung nicht möglich ist. Die Eigenerwärmung der Einbaunetzteile führt zwangsläufig dazu, dass sich die Temperatur im Gehäuse erhöht und sich damit die Lebensdauer der Netzteile verringert. Die Gehäuse mit einer entsprechenden Anschlussmöglichkeit verursachen zusätzliche Kosten, die durch die Montage des Einbaunetzteils noch erhöht werden.

## Stromversorgung in Rugged Environments

Abhängig von den Umweltbedingungen am Anwendungs-ort und der jeweiligen Applikation sind unterschiedliche IP-Schutzgrade erforderlich. Gerade in Rugged Environments ist der Schutz gegen Schmutz, Feuchtigkeit durch eindringendes Wasser oder Betauung, leitfähige Stäube oder aber auch Insekten essentiell. Die IP-Schutzgrade nach EN 60529-1 beschreiben den Schutz einer Komponente oder eines Systems gegen das Eindringen fester Körper und Wasser. Wobei die erste Ziffer den Schutz gegen Festkörper und die zweite Ziffer den Schutz gegen Wasser angibt.

Natürlich ist der Gedanke naheliegend, dafür konventionelle Netzteile einfach in ein geeignetes Gerätegehäuse einzubauen und dieses entsprechend der geforderten IP-Klassifizie-





Erwarten Sie  
mehr als den  
Standard.

Leistungsmodule für industrielle Anwendungen sind heutzutage größtenteils standardisiert. Liefersicherheit gehört zu den wichtigsten an sie gestellten Anforderungen. Standardmodule von SEMIKRON erfüllen diese Anforderung, bieten aber darüber hinaus weit mehr.

Mit unserer Löt-, Sinter und Bond-Technologie erreichen unsere Standardmodule völlig neue Niveaus der Leistungsdichte und Zuverlässigkeit. Durch integrierte Strommesshunts, Plug & Play-Treiber und voraufgetragene Wärmeleitmaterialien wird die Zahl der Komponenten im System verringert. Weiterhin sinken die Systemkosten und es verkürzen sich die Entwicklungszeit und damit die Zeit bis zur Markteinführung.

#### Leistungsmodule

Systeme

Leistungselektronische Baugruppen

## SEMIx<sup>®</sup> 6

Das neueste Industrie-Standardmodul

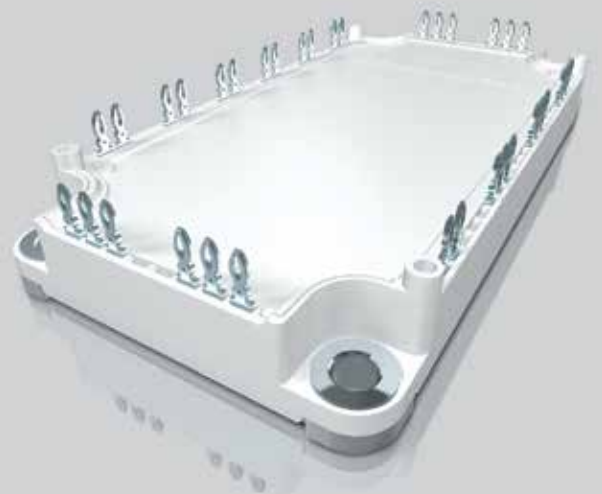




Abbildung 1: Durch die Kapselung der Elektronik mittels thermoselektivem Vakuumverguss wird die Schutzart der Stromversorgung durch die Anschlussstecker definiert.

zung abzudichten. Dieser Ansatz vernachlässigt aber die beim Betrieb von Netzteilen zwangsläufig auftretende Verlustleistung in Form von Wärme. In geschlossenen Gehäusen kommt es zu Wärmestaus und Ausbildung von Hotspots, da die ruhende Luft wie ein thermischer Isolator wirkt. Ausfälle aufgrund zu hoher Bauteiltemperaturen sind die logische Folge. Beseitigen lässt sich dieses Problem üblicherweise nur durch eine sehr aufwändige und teure thermische Ankopplung aller Hot Spots und temperaturempfindlichen Bauteile mittels Wärmebrücken oder durch den Einsatz von Lüftern.

### Thermoselektiver Vakuumverguss

MTM Power als Hersteller von industriellen Stromversorgungen kann auf eine lange Erfahrung in der Entwicklung und Produktion von elektronischen Stromversorgungen für Rugged Environments zurückgreifen. Bahn- und Flurförderfahrzeugtechnik zählen zu den Kernmärkten. Die verwendete Technologie des thermoselektiven Vakuumvergusses der Netzteile und DC/DC-Wandler erzeugt einen „Cemented Joint“ zwischen Elektronik und Vergussmasse. Der Term Cemented Joint kommt aus dem Zulassungsverfahren für die elektrische Sicherheit und beschreibt die normativ geprüfte dauerhafte und unlösbare Kapselung. Alterung, Hitze, Kälte, schnelle Temperaturwechsel oder andere Umwelteinflüsse dürfen unter keinen Umständen zu Ablösungen, Rissbildungen oder Lufteinschlüssen führen.

Die thermische Ankopplung aller Bauelemente durch das Vergussmaterial an die Gehäuseoberfläche beziehungsweise Base Plate vermeidet die Ausbildung von Hotspots und garantiert kostengünstig eine weitgehend homogene Temperaturverteilung im Netzteil. Durch hohe Wirkungsgrade und Verwenden geeigneter Gehäusematerialien wird ein Überschreiten der normativen Vorgaben für berührbare Oberflächen garantiert. Im Gegensatz zu Teilen im Schaltschrank sind die Grenzwerte „On-Machine“ niedriger, da die Teile durch das Bedienpersonal berührt werden können. Als einen Nebeneffekt der verwendeten Technologie haben derartige gekapselte Stromversorgungen von Haus aus einen sehr hohen Schutzgrad. Die bestimmende Komponente ist letztendlich nur noch das Interface nach außen zur Kontaktierung der entsprechenden Spannungen und Signale.

Das Verwenden geeigneter Steckverbinder mit hohen IP-Schutzgraden, wie zum Beispiel IP67, an den gekapselten Stromversorgungen schafft Netzteile, die sich dezentral direkt bei der Last montieren lassen. Der Einbau in einem Schaltschrank oder Schaltkasten ist dafür nicht mehr notwendig. Schutz gegen die möglichen Risiken wie elektrischer Schlag, Brand beziehungsweise Verbrennung, mechanische Beschädigung oder Umwelteinflüsse sind durch die Stromversorgung selbst sichergestellt. Eine Kühlung der Geräte erfolgt durch thermische Ankopplung mittels BPC-Technologie (Base-Plate-Cooling) an den Maschinenkörper.



Abbildung 2: Die Isolationseigenschaften des beim thermoselektiven Vakuumpressen verwendeten Vergussharzes erlauben Ausführungen mit hohen Überspannungskategorien.

## On-Machine-Stromversorgungen

IP67-Stromversorgungen müssen nicht in ein traditionelles Schaltschranksystem eingebaut werden. Die Stromversorgung kann On-Machine, also im direkten Bereich des Anwenders, ohne zusätzliche Komponenten als Stand-Alone-Lösung ihre Funktion bereitstellen.

Hinter dem Begriff On-Machine verbirgt sich eine Design-Idee, die Steuerungskomponenten aus dem Schaltschrank heraus näher an die Anwendung bringt. Dadurch wird die Anzahl der Komponenten im Schaltschrank reduziert und der Aufwand für die Verkabelung verringert. Dezentral angeordnete Steuerungskomponenten erleichtern den Aufwand bei Instandhaltungsarbeiten und ermöglichen eine gezielte Wartung einzelner Fertigungsabschnitte, ohne dass eine komplette Fertigungslinie abgestellt werden muss. Allein durch den geringeren Aufwand bei Installation und Wartung lassen sich durch diese Design-Idee die Kosten um bis zu 30 Prozent reduzieren.

In der Automatisierungstechnik ermöglichen externe Netzteile mit Schutzgrad IP67 dem Anwender die einfache und schnelle Plug-and-Play-Versorgung von Steuerungskomponenten ohne weitere Maßnahmen auch in besonders rauen Umgebungen, in denen hohe Staub- oder Schmutzbelastungen auftreten. Damit lassen sich Spannungsabfälle von Kleinspannungen durch lange Leitungslängen in ausgedehnten Anlagen

vermeiden. Das Bilden von Clustern wird erleichtert und dadurch der flexible Einsatz modularer Strukturen ermöglicht. Größeren Verbrauchern, wie zum Beispiel Conveyer-Antrieben, kann ein eigenes separates Netzteil zugeordnet werden. Durch Verwenden moderner vertauschungssicherer Stecksysteme und vorkonfektionierter Leitungen reduziert sich der Montageaufwand; Kosten für Schaltschränke oder -kästen werden eingespart. Der Anschluss der Stromversorgungen kann bei vorgefertigten Installationen auch ohne Fachpersonal erfolgen.

Ausgangsspannungen lassen sich optional als Limited Power Source nach EN/UL60950-1 beziehungsweise NEC Class II ausführen. Damit versorgte Komponenten unterliegen geringeren Anforderungen an Brandschutz und elektrische Sicherheit und bringen dem Anwender dadurch Kostenvorteile bei der Auswahl der einzusetzenden Komponenten im Feld. Gleichzeitig erfüllen die IP67-Stromversorgungen automatisch durch ihre mechanische Konstruktion die gängigen Schock- und Vibrationsanforderungen, die sogar den Einsatz von AC-Standardgeräten im Bahnbereich auf Schienenfahrzeugen ermöglichen. Die Isolationseigenschaften des verwendeten Vergussharzes erlauben zusätzlich kompakte Ausführungen auch mit hohen Überspannungskategorien wie OV3 oder OV4.

Weitere Informationen zu MTM Power Messtechnik finden Sie im Business-Profil auf Seite 43.

## DIGITALISIERUNG DER 4-20-mA-SCHLEIFE

Nicht jeder analoge Standard muss einem Digitalen weichen. Es gibt auch Lösungen, die beides verbinden. Zum Beispiel einen Strom-Booster, der den verfügbaren Strom der 4-20-mA-Schnittstelle fast verdreifacht auf 10 mA. Genug, um die intelligente Transmitter-Elektronik zu versorgen.

**TEXT:** Reinhard Zimmermann, Recom Power **BILDER:** Recom Power

Vermutlich gibt es in der Technik heute nur noch sehr wenige Standards, die sich über drei Ingenieur-Generationen gehalten haben. Einer ist die analoge 4-20-mA-Stromschnittstelle, die in hunderttausenden Fabrikanlagen eingesetzt wird. Für die Prozess- und Regeltechnik ist sie das Maß der Dinge. Eine Ablösung ist nicht in Sicht. Das ist auch nicht nötig. Schließlich können auf der analogen Schiene parallel auch digitale Datenpakete übertragen werden. Dadurch ist die Tür offen für den Einsatz smarter Sensoren, für Controller-Chips, DSPs und Displays. Deshalb wird der 4-20-mA-Standard auch die nächste Generation von Ingenieuren überdauern.

### Grundlagen der 4-20-mA-Schleife

Egal welche physikalischen Größen überwacht werden sollen - ob Temperatur, Viskosität, Durchfluss, Füllstand, Druck, Feuchte oder andere - immer basiert die Verbindung zwischen Sensor und Empfänger auf einer simplen Zweidraht-Technik. Per Definition entsprechen dabei 4-mA-Strom immer dem Wert 0 Prozent und 20 mA dem Wert 100 Prozent. Da die Signale als eingeprägte Ströme übertragen werden und nicht als Spannungspegel, können die Leitungen nahezu beliebig lang sein. Jedenfalls solange, wie die Spannung an der Quelle hoch genug ist, 20 mA durch die Schleife zu treiben.

Stromsignale haben dabei den großen Vorteil, unempfindlich zu sein gegen die im industriellen Umfeld üblichen Stör-

quellen. Deshalb können Signalleitungen mit Versorgungsleitungen gebündelt werden. Das vereinfacht die Verkabelung großer Anlagen zum Beispiel in der Petrochemie, wo Sensoren oft mehrere hundert Meter entfernt sein können. Da systembedingt immer ein Strom von mindestens 4 mA fließen muss, ist die Störüberwachung automatisch inbegriffen. Denn wenn kein Strom fließt, ist entweder der Sensor defekt oder die Leitung ist unterbrochen. Allerdings verfügt das Konzept auch über einige Schwachpunkte. Beispielsweise stört die Tatsache gewaltig, dass jeder einzelne Sensor über ein eigenes Kabel angeschlossen sein muss.

Hier sorgt die Digitaltechnik für den entscheidenden Durchbruch. Denn in modernen Versionen der 4-20-mA-Schleife werden die Daten mehrerer Sensoren mittels DSP (digitaler Signalprozessor) aufbereitet und als frequenzmoduliertes Impulsbündel über eine einzelne, analoge Leitung geschickt. Hierzu sind zwei Hart-Modems (Highway Addressable Remote Transducer) erforderlich, die die digitalen Datenpakete auf der Transmitter-Seite dem analogen Signal überlagern und auf der Empfängerseite wieder sauber auskoppeln. Auf diese Weise lassen sich weitere Sensoren integrieren, ohne dass zusätzliche Schleifenkabel verlegt werden müssen. Nicht zuletzt deshalb ist die Hart-Technologie heute das mit Abstand am häufigsten eingesetzte Datenprotokoll in der Prozessindustrie. Sie hat entscheidend dazu beigetragen, die 4-20-mA-Schleife zukunftssicher zu machen.

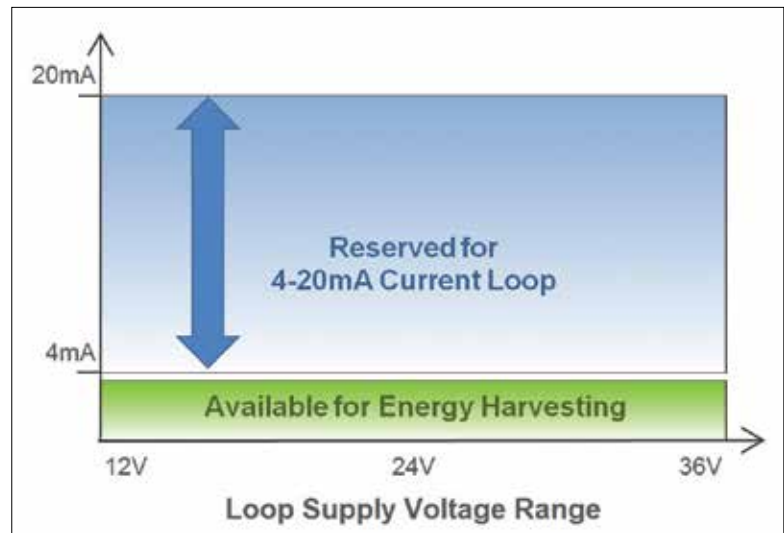


Abbildung 1: Der Strom unterhalb der 4-mA-Schwelle (grüner Bereich) kann für die Versorgung der Transmitter-Elektronik genutzt werden.

Allerdings braucht die Transmitter-Elektronik mehr Strom als die Sensoren aus analogen Tagen. Nicht viel – aber mehr als aus der Schleife mittels Linearregler zu gewinnen ist. Das reicht zwar in der Regel aus, um Operationsverstärker zu versorgen oder Brücken zu kompensieren. Kommen aber DSPs, Modems und Displays ins Spiel, ist die zulässige Grenze von <math><4\text{ mA}</math> schnell überschritten.

### Smarte Sensoren benötigen mehr Strom

Wenn an der Messstelle eine Stromversorgung verfügbar ist, stellt das kein Problem dar. Sollen Transmitter aber remote, also weit weg von der Leitstelle, zum Beispiel an einem Druckbehälter, installiert werden, ist der Aufwand entsprechend groß. Wesentlich einfacher und preisgünstiger ist es deshalb, wenn auch die Transmitter-Elektronik aus der Schleife versorgt werden kann.

Grundsätzlich bietet sich als Lösung der Einsatz von Schaltreglern an. Als echte Leistungswandler sind sie in der Lage, höhere Spannungen am Eingang in höhere Ströme am Ausgang zu wandeln. Sie machen also genau das, was erforderlich ist, um aus der 4-20-mA-Schleife mehr Strom zu gewinnen, als es das systembedingte Limit von <math><4\text{ mA}</math> eigentlich erlaubt.

Allerdings sind Schaltregler bislang ausnahmslos für weit höhere Ströme ausgelegt worden. Ihr Eigenverbrauch im Leer-

lauf liegt bereits deutlich jenseits der 4-mA-Schwelle. Es gibt außerdem eine weitere, fast unüberwindlich erscheinende Hürde. Schaltregler führen Energie in gepulster Form vom Eingang zum Ausgang. Anders als Linearregler entnehmen sie der Energiequelle Stromspitzen, die je nach Belastung erheblich über dem Mittelwert liegen können. Für die Belastung der 4-20-mA-Schleife sind aber genau diese Spitzenwerte relevant. Denn jedes auch nur kurzzeitige Überschreiten des Limits würde den Messwert verfälschen. Deshalb lassen sich bei diesem Konzept nie 100 Prozent der potenziell verfügbaren Energie nutzen.

Den Ingenieuren von Recom ist es gelungen, eine neue Schaltregler-Topologie zu entwickeln, die den Leerlaufstrom auf erstaunlich niedrige Werte um  $100\ \mu\text{A}$  reduziert. Außerdem konnte der Eingangskreis des Strom-Boosters so gestaltet werden, dass sich die Amplituden der Stromimpulse gegenseitig weitgehend neutralisieren. Dadurch können effektiv  $3,6\text{ mA}$  des Schleifenstroms genutzt werden, ohne die 4-mA-Schwelle zu tangieren! Durch eine auf knapp unter  $50\text{ kHz}$  begrenzte Schaltfrequenz und entsprechend sorgfältige Filterung konnten außerdem Restwelligkeit und Rauschen auf Werte unter  $30\text{ mVpp}$  (Milli-Volt Peak-to-Peak) gesenkt werden. Die am Ausgang verfügbaren  $10\text{ mA}$  genügen in der Regel, die zusätzlichen Elektronikkomponenten wie DSP, Hart-Modem oder Display, ausreichend mit Energie aus der Schleife zu versorgen. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass es die Technologie



Abbildung 2: Der Low-Power-Schaltregler R-420-1.8/PL nutzt 3,6 mA der 4-20-mA-Schleife, um die Transmitter-Elektronik mit Strömen bis 10 mA zu versorgen.

erlaubt, die Ausgangsspannung durch einen externen Widerstand im Bereich zwischen 1,8 und 5 V zu programmieren. Anwender können also mit demselben Bauteil unterschiedliche Aufgaben lösen.

### Mehr Anwendungsmöglichkeiten

Die Tatsache, dass der neue, R420-1.8/PL genannte, Schaltregler am Ausgang dreimal mehr Power verfügbar macht als bislang verfügbare Linearregler, eröffnet eine Vielzahl zusätzlicher Anwendungsmöglichkeiten bei der Digitalisierung der

4-20-mA-Schleife. Zum Beispiel können die Daten zweier Drucksensoren mittels DSP vor Ort zu einem Differenzdruck kombiniert und als Einzelwert an die Zentrale geleitet werden. Den nötigen Strom liefert der R420-1.8/PL. Auch wenn Prozessparameter wie Temperatur oder Feuchte vor Ort auf einem Display ablesbar sein sollen, werden ein paar zusätzliche mA gebraucht. In all diesen Fällen kann der Low-Power-Schaltregler R420-1.8/PL die ideale Lösung sein.

Weitere Informationen zu Recom Power finden Sie im Business-Profil auf Seite 45.



#### LESETIPP

**Wo können alle Fachbeiträge aus dem E&E-Kompodium kostenfrei heruntergeladen werden?**

www.INDUSTR.com/EuE – Das E&E Web-Magazin bietet alle Beiträge des aktuellen Kompodiums und alle Artikel der E&E-Fachmedien sowie viele zusätzliche Informationen zum kostenlosen Download an.

publish  
industry  
verlag

# QUALITÄT DER VERSORGUNGSSPANNUNG

Der Trend, Elektronikschaltungen mit immer höheren Datenraten auf immer kleineren Chips zu platzieren und gleichzeitig den Leistungsverbrauch zu senken, stellt Entwicklungsingenieure vor große Herausforderungen. Zudem wird das Thema Power-Integrität zunehmend wichtiger.

**TEXT:** Thomas Rottach, Rohde & Schwarz **BILDER:** Rohde & Schwarz

Zunehmend höhere Datenraten treiben die Anforderungen an die Qualität der Takt- und Datensignale nach oben. Um einen geringen Leistungsverbrauch zu erlangen, werden Chipsätze mit immer geringeren Versorgungsspannungen eingesetzt. Die Versorgungsspannung selbst muss störungsfrei sein und immer engere Toleranzlimits einhalten, damit die von Chipsätzen generierten Signale die hohen Signalintegritätsanforderungen erfüllen können. Dadurch bekommt das Thema Power-Integrität immer mehr Gewicht.

Bei der Power-Integrität geht es darum, eine hohe Qualität der Versorgungsspannung sicherzustellen. Die Versorgungsspannungen von elektronischen Schaltungen bestehen fast ausschließlich aus Gleichspannungen (DC). Für die Qualitätsmessung kommt in der Regel ein Oszilloskop mit entsprechendem Zubehör zum Einsatz, welches in der Lage ist, Versorgungsspannungen hochaufgelöst und mit geringem Eigenrauschen darzustellen. DC-Versorgungsspannungen sollten idealerweise konstant und störungsfrei sein. In der Realität jedoch weisen sie eine gewisse Welligkeit und überlagertes Rauschen auf. Um zu verstehen, wie das entsteht, bedarf es eines Blicks in den Aufbau des Versorgungsspannungsnetzwerks.

Typischerweise liefert die Quelle eines Versorgungsspannungsnetzwerks, wie beispielsweise ein AC/DC-Netzteil oder eine Batterie, die sogenannte Bordspannung. Diese Spannung ist eine Gleichspannung und liegt zum Beispiel bei 5 oder 12 V. Von dieser Grundversorgung aus werden alle aktiven Bauteile mit den notwendigen Spannungen und Strömen versorgt. Allerdings benötigen unterschiedliche Bauteile unterschiedliche Spannungen, sodass zehn bis 20 verschiedene Spannungspegel

keine Seltenheit sind. Für den Entwickler bedeutet das, dass er die gegebene Bordspannung für jede Komponente anpassen muss. In der Regel werden dazu sehr effektive Schaltregler eingesetzt. Ein Nachteil der Schaltwandler gegenüber den weniger effektiven Linearreglern ist, dass die DC-Spannung durch die Regelung verunreinigt wird und auf dem DC-Signal überlagerte periodische Störungen entstehen. Diese werden Restwelligkeit oder Ripple genannt.

Beim Umsetzen der Spannungspegel entstehen aber nicht nur Ripple sondern auch zufällige, nicht periodisch auftretende Abweichungen, die allgemein unter dem Oberbegriff Rauschen zusammengefasst werden. Den größten Anteil davon machen das Schaltrauschen der Spannungsquelle und das von den Schaltströmen der versorgten Schaltung verursachte Rauschen aus. Hinzu kommen das thermische Rauschen und Störungen von benachbarten Schaltungen.

Zu den Störungen beziehungsweise Abweichungen, die durch die Schaltregelung und den Aufbau entstehen, muss auch das dynamische Verhalten untersucht werden. Plötzliche Änderungen des Laststromes, hervorgerufen zum Beispiel durch einen Zustandswechsel eines Mikrocontrollers vom Ruhe- in den Betriebsmodus, bewirken einen kurzzeitigen Einbruch der Versorgungsspannung. Dieser Einbruch darf, ebenso wie Ripple und das Rauschen, vom Hersteller vorgegebene Grenzen nicht überschreiten und muss in absehbarer Zeit wieder geregelt sein. Eine weitere, wichtige Kenngröße von Spannungsversorgungen ist die DC-Genauigkeit. Dafür sind zwei Parameter relevant. Zum einen der absolute Spannungspegel und zum anderen die Langzeitstabilität dieses Pegels.



Abbildung 1: Spannungs-Ripple und die hochgenaue Messung der DC-Spannung mittels eines Probe-Meters (16-Bit ADC)

Um sicherzustellen, dass sich alle beschriebenen Parameter innerhalb der vorgegebenen Grenzen befinden, ist es bereits während des Entwicklungsprozesses wichtig, diese mittels geeigneter Messtechnik zu verifizieren.

### Messtechnische Herausforderung steigt

Die Anforderungen an die messtechnische Bestimmung von Rauschen, Restwelligkeit, dynamischem Verhalten und der DC-Genauigkeit sind in den vergangenen Jahren stark gestiegen. Die steigende Integrationsdichte der Chips, die resultierenden kleineren Abmessungen und das Designziel eines geringeren Leistungsverbrauchs sind Gründe dafür, dass die Versorgungsspannungspiegel der Komponenten sinken. Parallel wurden durch die Chiphersteller ebenfalls die erlaubten Toleranzen für Restwelligkeit und Rauschen reduziert. Diese Entwicklung führt dazu, dass die zu messenden Störsignale immer kleinere Pegel aufweisen. Damit steigt die messtechnische Herausforderung an das Messsystem, bestehend aus Oszilloskop und Tastkopf, da das Eigenrauschen des Messsystems häufig ähnliche Größenordnungen aufweist wie das zu messende Störsignal. Das Rauschen überlagert das zu messende Signal und führt dazu, dass das Ergebnis schlechter dargestellt wird, als es tatsächlich ist. Unter Umständen kann das dazu führen, dass eine Toleranzverletzung erkannt wird, obwohl diese nicht vorhanden ist.

Hinzu kommt, dass am Oszilloskop oft ein nicht ausreichender Spannungs-Offset eingestellt wird und damit nicht die optimale, vertikale Auflösung am Oszilloskop ausgenutzt wird.

Das hat zur Folge, dass die Messunsicherheit weiter ansteigt. Ein Lösungsweg kann sein, den AC-Modus des Oszilloskops zu verwenden oder einen DC-Blocker einzufügen. Allerdings hat das zur Folge, dass die Information des Gleichspannungsanteils verloren geht und ein möglicher langsamer Drift nicht erkannt wird. Um am Ende der Messung sicher zu sein, dass die DC-Spannung inklusive Drift, Ripple und Rauschen innerhalb der spezifizierten Toleranz bleibt, ist es daher essentiell, ein hochwertiges Messsystem zu verwenden.

### Signalanalyse im Frequenzbereich

Die meisten für diese Art der Messung angebotenen Lösungen basieren darauf, ein Oszilloskop zusammen mit Spezialtastköpfen zu verwenden. Die Tastköpfe sind meist aktiv, haben ein Tastverhältnis von 1:1 und ein kleines Eigenrauschen. Zur Kompensation des DC-Spannungspegels besitzen sie eine eingebaute Offset-Spannungsquelle. Die einstellbare Offsetspannung kann bis zu  $\pm 60$  V groß sein. Die Bandbreite der aktuell am Markt befindlichen Tastköpfe ist 2 GHz oder größer. Damit können auch hochfrequente, eingekoppelte Störungen von benachbarten Signalen, wie einer 5-Gbit-Datenleitung oder eines 2,4-GHz-WiFi-Signals, erfasst werden. Diese eingekoppelten Signale haben in der Regel kleine Pegel und es ist so gut wie unmöglich, sie im Zeitbereichssignal zu finden oder gar zu analysieren. Hier bietet die Analyse im Frequenzbereich einen Vorteil. Mit Hilfe der FFT-Funktion (Fast Fourier Transformation) des Oszilloskops können die Störungen gut erkannt werden und durch Analyse der Frequenz kann oft die Quelle der Störung lokalisiert werden.



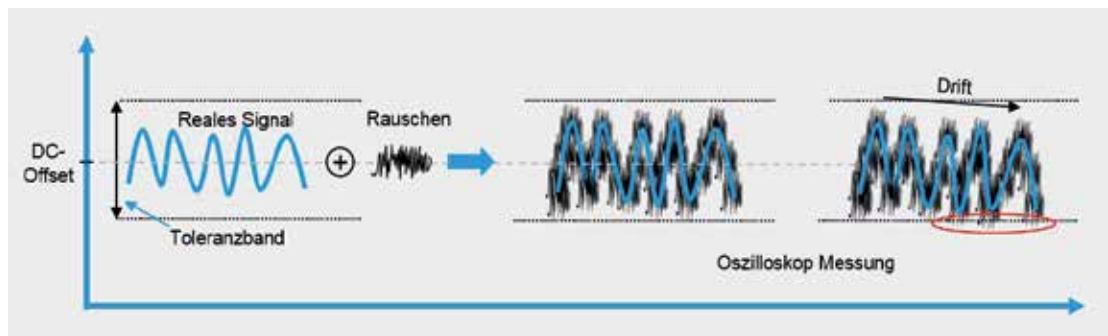


Abbildung 2: Der DC-Offset muss inklusive Rauschen und Drift innerhalb des Toleranzbandes sein, was sich nur mit einem hochwertigen Messsystem ermitteln lässt.

Neben der Analyse des Signals bezüglich Restwelligkeit und Rauschen verbergen sich auch hinter dem Vermessen der DC-Genauigkeit einige Herausforderungen. Die enger werdenden Toleranzen erfordern eine genaue Bestimmung des absoluten DC-Pegels. Die Schwierigkeit für die Messung mit dem Oszilloskop ist darin begründet, dass das mit dem Tastkopf abgegriffene Signal im Oszilloskop meist mit 8 Bit gewandelt wird. Zum Beispiel ergibt sich bei einer vertikalen Einstellung von 200 mV pro Einteilung und einer 8-Bit-Wandlung eine Genauigkeit von 6,25 mV. Bei einem Toleranzband von beispielsweise 30 mV bedeutet das, dass der Anwender mehr als 20 Prozent Unsicherheit einkalkulieren muss.

Die ideale Lösung hierfür bietet ein Tastkopf mit integriertem Spannungsmesser (Abbildung 2). Das integrierte Voltmeter basiert auf einem 16-Bit-Wandler. Damit kann der Spannungswert um 256-mal genauer bestimmt werden, als mit einem Tastkopf ohne dieses Feature.

## Einfluss von Rauschen und Ripple

Bei Nichteinhalten der vorgegebenen Pegel und Toleranzen, kann die Funktion des ganzen Systems beeinträchtigt werden. Ein einfaches Beispiel hierfür ist ein Mikrocontroller, der sich aufgrund eines zu tiefen und langen Spannungseinbruchs beim Lastwechsel zurücksetzt und neu startet. Dieses Fehlverhalten ist offensichtlich und lässt sich relativ leicht zurückverfolgen und beheben. Anders verhält es sich, wenn nicht sofort das System abstürzt, sondern nur die Qualität der Signale schlechter wird und Fehler sporadisch auftreten. Eine mo-

derne elektronische Schaltung enthält eine Reihe von aktiven Komponenten, welche bei unzureichender Versorgungsspannung Ursache für Schwierigkeiten sein können.

Spannungsgeregelte Oszillatoren (VCO) sind zentrale und wichtige Komponenten. Sie unterliegen hohen Anforderungen und haben genauso hohe Ansprüche an die Qualität der Spannungsversorgung. Eine zu hohe Restwelligkeit oder Rauschen auf der Spannung verursacht ein erhöhtes Phasenrauschen am Ausgangssignal. Integriert in einen PLL (Phase Locked Loop) oder einen Taktgenerator pflanzt sich diese Störung weiter fort und führt dadurch zu einem erhöhten Jitter des Taktsignals oder einer Instabilität des PLL. Wird zum Beispiel ein Analog-Digital-Wandler (ADC) mit diesem von Jitter behafteten Takt versorgt, können bei der Wandlung Bitfehler entstehen. Als Folge davon werden Sensorwerte falsch konvertiert und verarbeitet.

Die Beispiele zeigen, dass ein enger Zusammenhang zwischen Signal- und Power-Integrität besteht. Daher kann eine ungenügende Betrachtung des Themenkomplexes Power-Integrität oder ungenaue Messungen der Grund für Schwierigkeiten der Signal-Integrität sein. Ein zeitaufwändiges und teures Re-Design sowie Verzögerungen bei der Markteinführung sind die Folge. Deshalb sollte dieser Aspekt bedacht und entsprechende Verifikationsmessungen mit höchster Sorgfalt durchgeführt werden.

Weitere Informationen zu Rohde & Schwarz finden Sie im Business-Profil auf Seite 46.

## DER REIHE NACH BEDIENEN

Systems-on-Chip, Field Programmable Gate Arrays und Embedded-Module in der richtigen Reihenfolge mit unterschiedlichen Spannungen zu versorgen, kann kompliziert sein. Es gibt jedoch verschiedene Methoden, die diese Aufgabe mit Sequenzierungstechnologie vereinfachen.

**TEXT:** Mirko Bernacchi, Mouser Electronics **BILDER:** Mouser Electronics

Aktuelle, auf Prozessoren basierende, Embedded-Systeme benötigen unterschiedliche Spannungsniveaus zur selben Zeit. Die Spannungsleitungen führen nicht nur verschiedene Spannungen, sondern müssen auch in einer bestimmten Reihenfolge eingeschaltet werden. Der Prozessorkern, die dazugehörigen Peripheriefunktionen, die I/O-Busse, wie LVDS, I2C, SPI, und die Speicher müssen der Reihe nach bedient werden. Durch Sequenzierung wird das Risiko eines hohen Einschaltstroms, der empfindliche Elemente eines Subsystems während des Einschaltens beschädigen könnte, umgangen.

Die zunehmende Integration bedeutet, dass immer mehr Funktionen eines Embedded-Systems auf einen SoC-Baustein (System-on-Chip) gepackt werden, um Platz auf dem Board zu sparen und die Zahl der Bauteile zu reduzieren. Solche SoCs brauchen mehrere Strom-Zuleitungen auf entsprechenden Pins, die jeweils passende Spannungen führen. Dasselbe trifft auch auf programmierbare Logikbausteine zu, wobei große Field Programmable Gate Arrays (FPGAs) oft sogar noch höhere Leistungsanforderungen besitzen. Tatsächlich erfordern auch andere Bauelemente häufig komplexe Spannungsverteilung, beispielsweise diskrete Bauelemente wie MOSFETs und IGBTs, Sensoren wie CMOS-Bildsensoren und Magnetometer oder Aktoren wie Motortreiber und LED-Treiber.

### Zeitbasierter Ansatz

Selbst ein relativ einfaches Embedded-System kann eine erhebliche Anzahl an Stromschienen beinhalten - zur Zeit sind

mehr als zehn üblich. Um die korrekte Reihenfolge zu gewährleisten, ist einige Entwicklungsarbeit nötig, denn bevor Leistungsregler, die an anderen Spannungsschienen hängen, aktiviert werden, muss die von einem bestimmten Regler gelieferte Ausgangsleistung ein vorgegebenes Niveau erreichen. Von dem Grundsatz ausgehend, dass der erwartete Wert auf einer Stromschiene in einer vorgegebenen Zeitspanne erreicht wird, und weil Zeitmessung einfacher ist als Spannungsmessung, ist ein zeitbasierter Ansatz oft effektiver.

Die Zeit zwischen der Versorgung verschiedener Stromschienen ist üblicherweise zwar sehr kurz, sie beträgt nur einige Millisekunden, kann aber auch viel länger sein, sogar einige Sekunden. Ein elektromagnetisches Bauteil, wie zum Beispiel ein Heizelement, muss seine optimale Temperatur erreichen, bevor nachfolgende Elemente des Systems aktiviert werden. Muss zudem der Hauptprozessor kalibriert werden, kostet das Zeit. Der Entwickler muss mit beiden Szenarien umgehen können.

Diskrete Spannungswandler haben jeweils einen Enable-Pin und Power-Good-Ausgänge. Mit Hilfe des Power-Good-Signals lässt sich sicherstellen, dass der nächste Wandler im System erst dann startet, wenn das Signal des vorherigen Wandlers stabil ist und dessen Ausgangsspannung also einen angemessenen Wert erreicht hat. Fehlen einem oder mehreren Wandlern der Enable-Input, lässt sich die Sequenzierung auch mittels eines vom Einschaltsignal gesteuerten MOSFETs steuern, der in Serie mit dem Output geschaltet ist.

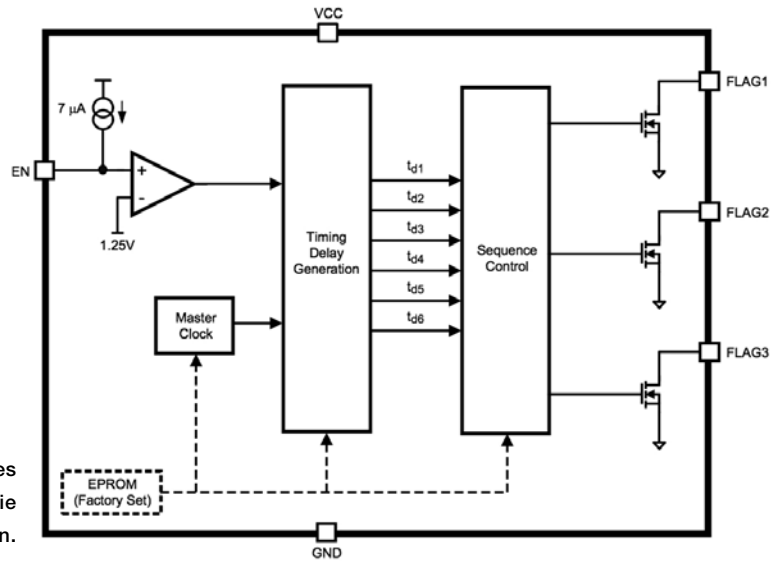


Abbildung 1: Funktionsblockdiagramm des LM3880 von Texas Instruments, der für die Stromsequenzierung spezifiziert werden kann.

Ist der Zugriff auf ein Power-Good-Signal nicht möglich, könnte ein zusätzlicher Schaltkreis nötig sein. Damit kann die Ausgangsspannung eines Leistungswandlers abgetastet werden, um ein Enable-Signal für einen anderen Wandler zu erzeugen. Alternativ kann ein Zeitgeber eingesetzt werden. In beiden Fällen sind jedoch viele Bauteile notwendig, was hohe Kosten, erhebliche PCB-Platzanforderungen und zusätzliche Entwicklungsressourcen erzeugt. Außerdem können Probleme entstehen, wenn diskrete Bauelemente beim Ausschalten des Systems eine umgekehrte Sequenz liefern. Wirkungsvoller

ist eine integrierte Stromsequenzierung oder eine auf einem PMIC (Power Management IC) basierende Lösung.

### Stromsequenzierung

Mit seiner unkomplizierten Implementierung kann das LM3880 von Texas Instruments für die Stromsequenzierung spezifiziert werden, wobei der Abschaltprozess des Gerätes die umgekehrte Reihenfolge und das gleiche Zeitintervall hat wie beim Einschalten. Dank seiner drei Open-Drain-Ausgangs-



#### Sie suchen:

- Spezielle Bauform und mechanische Beschaffenheit
- Spezielle elektrische Eigenschaften und integrierte Funktionen
- Spezielle Konformität und Sicherheitszulassung

**AC/DC Schaltnetzteile und DC/DC Wandler, für jede Anforderung die passende Stromversorgung.**

#### Wir bieten:

- Kostenlose Beratung und Konzeption vor Ort
- Kurzfristige Lieferung von Prototypen
- Kostengünstige Serienproduktion
- Sicherheitszertifikate und Konformitätsbescheinigungen
- Produktionsüberwachung und Qualitätsmanagement

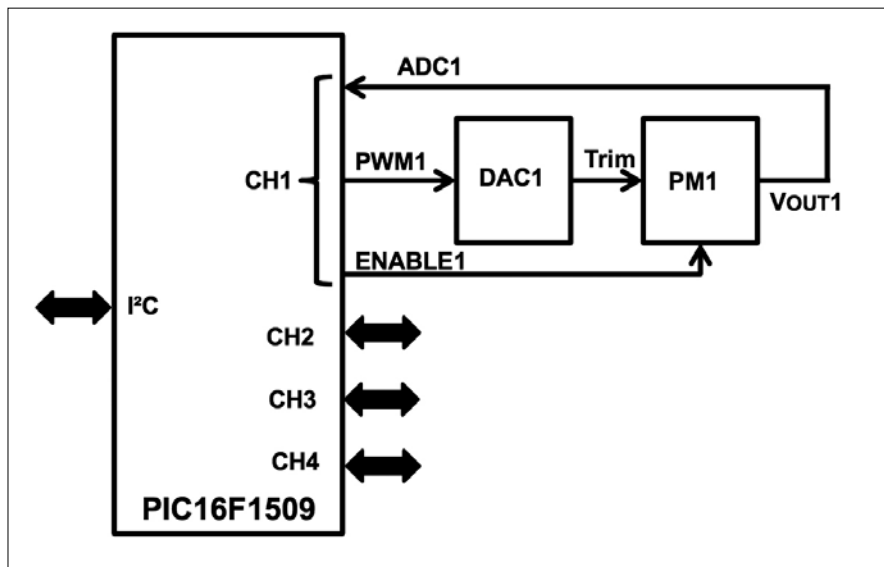


Abbildung 2: Funktionsblockdiagramm des PIC16F1509 von Microchip, der die flexible Sequenzierung mehrerer Spannungsschienen unterstützt.

gnale, die beim Einschalten alle auf „Low“ gehalten werden, kann es Enable-Signale für bis zu drei Spannungsschienen erzeugen. Da sich zwei Sequencer-ICs hintereinander schalten lassen, sind so sechs aufeinander abgestimmte Versorgungsschienen möglich. Der PMIC hat seinen eigenen Enable-Präzisions-Input. Dieser ist an einen internen Komparator mit 1,25 V Referenzspannung angeschlossen. Damit kann die Einschaltsequenz beginnen, sobald ein Logiksignal empfangen wurde oder, wenn eine andere Versorgungsschiene ein vorher festgelegtes Spannungsniveau erreicht. Eine Verzögerung wird mit einem an den Enable-Eingang angeschlossenem Kondensator erreicht.

Ist das Enable-Signal stabil, wird der erste Outputmarker nach einer festgelegten Verzögerung, die während der Produktion in das EPROM (Erasable Programmable Read-only Memory) programmiert wurde, aktiviert. Die gleiche Zeitspanne vergeht, bevor der zweite Marker gesetzt wird, was sich auch vor dem dritten Marker wiederholt. Es stehen sechs voreingestellte Timingeinstellungen zwischen 2 und 120 ms zur Verfügung.

### Timing über PMBus-Schnittstellen

Der Überwachungsbaustein MAX16029 von Maxim enthält ebenfalls eine über den Kondensator einstellbare Zeitverzögerung. Damit können über einen PMIC bis zu vier Spannungsschienen aufeinanderfolgend benutzt werden. Ma-

xim bietet auch Sequencer, mit denen das Timing über PM-Bus-Schnittstellen eingestellt werden kann; es können also mehrere hintereinander geschaltet werden um noch mehr Versorgungsschienen anzusteuern.

Unter Umständen können kompliziertere Sequenzierungen mit einer Vielzahl von Versorgungsschienen erforderlich sein. In diesen Fällen erfordern die Ein- und Abschaltsequenzen höhere technische Raffinesse. Ein einfacher Sequencer oder ein universeller PMIC genügen da nicht, vielmehr ist ein voll programmierbarer Mikrocontroller gefragt.

### Die beste Ablaufsteuerung evaluieren

Beim Ein- beziehungsweise Abschalten einer Schaltung gilt es, die richtige Reihenfolge einzuhalten. Auf diese Weise kann die langfristige Betriebsintegrität aufrechterhalten werden, ohne die Systemsicherheit zu beeinträchtigen. Dafür gibt es unzählige Lösungen, vom einfachen Sequencer bis hin zu PMICs mit großem Funktionsumfang und voll programmierbaren MCUs. Mit der vielfältigen Auswahl auf dem Markt ist nur zu evaluieren, welche Ablaufsteuerung für das Design am besten geeignet ist - etwa unter den Gesichtspunkten Leistungsmaximierung, niedrige Bauteile-Kosten, Platzbeschränkungen oder Eindämmung des Stromverbrauchs.

Weitere Informationen zu Mouser Electronics finden Sie im Business-Profil auf Seite 42.

Inhalt der Rubrik

# DISTRIBUTION & DIENSTLEISTUNG



BILD-QUELLE: ISTOCK, MANOP1984

**158 Auch die Größe zählt**  
Holger Ruban, Conrad Electronic

---

**160 Nutzer-orientierter B2B-Webkatalog**  
Philipp Meinhardt, Data Modul

---

# AUCH DIE GRÖSSE ZÄHLT

Eine Strategie für die Zukunft der Distribution besteht darin, viele Händler auf einem Portal zusammenzufassen. Dadurch können Kunden einfacher vergleichen, trotzdem sicher und auch günstiger aufeinander abgestimmte Komponenten ordern. Das spart Zeit und Geld.

**TEXT:** Holger Ruban, Conrad Electronic **BILD:** Fotolia, Jim

Nur ein einziges Portal für den Einkauf von Elektronikkomponenten nutzen zu müssen, bietet Entwicklern und Produktverantwortlichen einen großen Vorteil. Denn diese sehen sich häufig einem Kosten- und Zeitdruck gegenüber. Müssen einzelne Komponenten aufwändig bei unterschiedlichsten Händlern gesucht, verifiziert und getestet werden, nimmt dies viel Zeit in Anspruch. Das kann die Entwicklungsdauer eines Produkts verzögern und gleichzeitig die Kosten in die Höhe treiben. Hier hilft der kürzlich ins Leben gerufene Conrad Marketplace, Zeit und Kosten zu sparen, da Kunden alle benötigten Komponenten direkt dort auswählen und bestellen können.

## Hohe Anforderungen an die Qualität

Derzeit konsolidiert sich der Distributionsmarkt und Distributoren gehen ähnliche Wege wie große OEMs beispielsweise in der Halbleiterbranche. Im Zuge dessen bieten die Distributoren eine sehr breite Auswahl an Komponenten und Produkten, aber auch an Informationen und Support. Damit eröffnen sie die Möglichkeit für One-Stop-Shopping. Entwickler und die Verantwortlichen für Beschaffungen erhalten das Beste aus beiden Welten: Die Geschwindigkeit und einfache Handhabung des Internets auf der einen Seite und eine große Anzahl von Lieferanten, um die eigenen Zielsetzungen zu erreichen, auf der anderen Seite. Dabei legt Conrad an seinen Marketplace strenge Qualitätskriterien an. Dazu zählt die Produktverfügbarkeit ebenso wie die Lieferkonditionen. Eine

ISO-9001-Zertifizierung ist Voraussetzung für die Aufnahme im Conrad Marketplace. Diese Anforderungen an Vertriebspartner gewährleisten die Rückverfolgbarkeit sowie die Qualität der Lieferungen. Es gibt Kunden die Sicherheit, nur geprüfte Qualität und Originalprodukte einzukaufen.

## Der moderne One-Stop-Shop

Mit dem Conrad Marketplace vereint Conrad Business Supplies eine große Anzahl von Distributoren auf nur einer Plattform. Das ist eine absolute Neuerung im B2B-Bereich. Dadurch eröffnen sich in der Zukunft völlig neue Möglichkeiten. Beispielsweise können nun Kunden einfach ihre Stücklisten hochladen. Der Vergleich einzelner Bauteile wird vereinfacht, die Verfügbarkeit ist direkt einsehbar. Zudem sind Datenblätter, Beschaffungstools und Übersichten zur Lagerverfügbarkeit übersichtlich angeordnet und leicht handhabbar. Um einen optimalen One-Stop-Shop anzubieten, ist ein Lieferkettenmanagement ebenso entscheidend wie die durchgehende Qualitätssicherung und die Möglichkeit des Kaufs auf Rechnung für die nötige Handlungsfreiheit und Einteilung des Budgets.

Um den Such- und Bestellprozess zu vereinfachen, hat Conrad neben der eigens entwickelten Echtzeit-Volltextsuche Elasticsearch eine Spracherkennung in den Marketplace integriert. Voice Search soll die Suche für Ingenieure, die etwa in schmutzigen Umgebungen arbeiten, erleichtern.

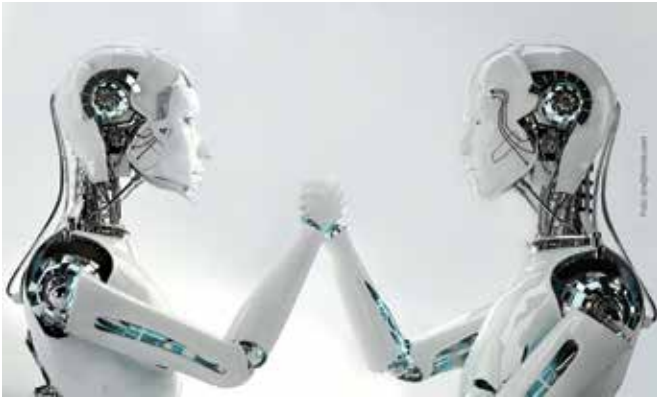


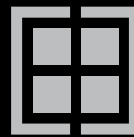
Abbildung 1: One-Stop-Shopping ist schon länger das Ziel vieler Distributoren. Conrad möchte dem mit seinem Marketplace einen Schritt näher kommen.

Die Zielgruppe des Marketplace kommt aus allen Bereichen der Elektronik und Industrie. Das Modell richtet sich an Studenten ebenso wie an Bildungseinrichtungen, Hersteller, Ingenieure und Einkäufer großer internationaler Konzerne. Conrad Business Supplies hat es sich zum Ziel gesetzt, seinen Marketplace zu einer Plattform auszubauen, die alle diese Ansprüche erfüllt und dem Kunden seine Beschaffung erleichtert – und ihm zusätzlich hilft, Zeit und Kosten zu sparen.

### Eine Million Artikel bis Ende des Jahres

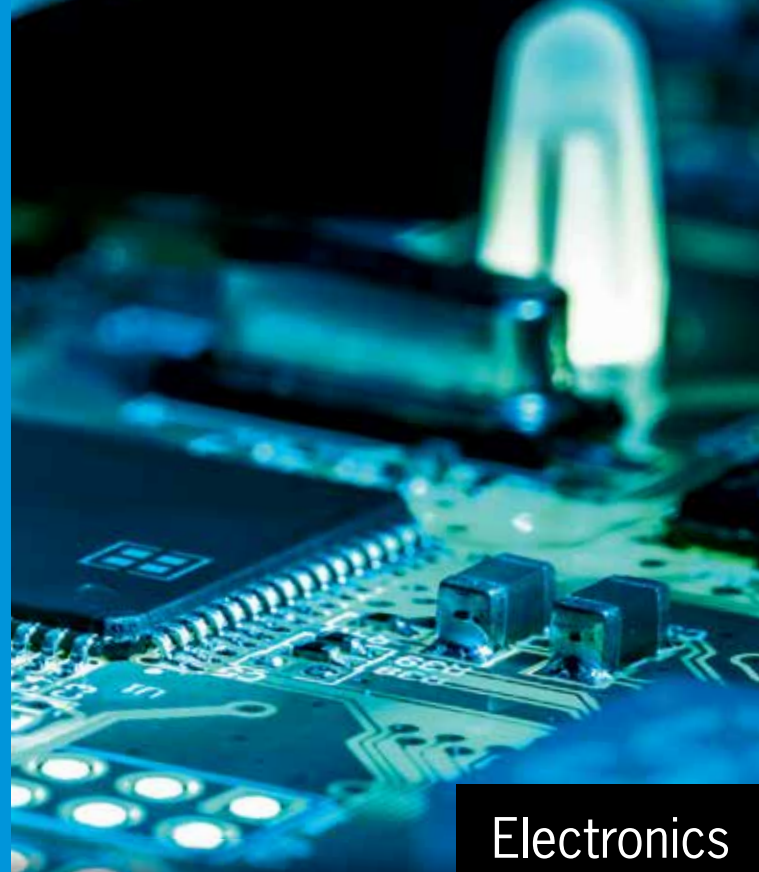
Seinen Marketplace für B2B-Kunden hat Conrad Business Supplies im Juni dieses Jahres vorgestellt. Über 90.000 neue Produkte einzelner Seller sind im Echtzeit-Marktplatz bereits gelistet. Hinzu kommt das Portfolio von Conrad Business Supplies mit derzeit über 800.000 Produkten, zu denen täglich neue hinzukommen. Bis Ende 2017 ist die Verfügbarkeit einer Million Artikel vorgesehen. Aktuell sind Anbieter von Kommunikations-, Infrastruktur- und Produktlösungen sowie Unternehmen aus der Förder-, Handhabungs- und Transporttechnik, aber auch Lieferanten von Elektrowerkzeugen, Werkzeugmaschinen und Produkten aus der Zerspanungs- und Präzisionstechnik in den Marketplace integriert. Conrads langfristiges Ziel ist es, alle Bereiche abzudecken, die mit Technik zu tun haben.

Weitere Informationen zu Conrad Electronic finden Sie im Business-Profil auf Seite 21.



**RUTRONIK** 24  
next generation e-commerce

B2B e-commerce shop | [www.rutronik24.com](http://www.rutronik24.com)



Electronics  
Worldwide

## Hightech Bauelemente für Ihre Innovationen

Als einer der führenden Distributoren für elektronische Bauelemente bieten wir Ihnen weltweit ein breites Produktportfolio, kompetente technische Unterstützung bei Produktentwicklung und Design-In, individuelle Logistik-Lösungen sowie umfangreiche Serviceleistungen.

- Semiconductors
- Passive Components
- Electromechanical Components
- Displays & Boards
- Storage Technologies
- Wireless Technologies

Informationen zu RUTRONIK:

+49 (0) 7231 801-0 | [www.rutronik.com](http://www.rutronik.com)



Überzeugen durch Leistung

Consult | Components | Logistics | Quality

# NUTZER-ORIENTIERTER B2B-WEBKATALOG

Webseiten können die Nutzer leicht überfordern. Daher ist es wichtig, den B2B-Webkatalog intuitiv und für den Nutzer befriedigend aufzubauen. Eine einheitliche Lösung dafür gibt es nicht. Aber es gibt genügend Hilfen für die Konzeption und Programmierung.

**TEXT:** Philipp Meinhardt, Data Modul **BILDER:** Data Modul

Was bis vor ein paar wenigen Jahren völlig normal war, ist heute kaum noch vorstellbar: ein Unternehmen ohne qualifizierenden Webauftritt. Jede Marketingabteilung beschäftigt sich heute mit Ranking, Suchmaschinenoptimierung (SEO), Suchmaschinenmarketing (SEM) und Suchmaschinen generell und somit letztlich damit, wonach und womit der potenzielle Kunde im Internet sucht, wie lange er bleibt, ob und wann er abspringt.

Eine Herausforderung besteht darin, wie viele Informationen der Nutzer über die Webseite erlangen kann und wie viele er tatsächlich auch erhalten sollte. Zu viele Informationen können ihn überfordern, ihm die Lust am Surfen nehmen oder im Worst Case gar dazu führen, dass er zum Mitbewerber wechselt.

Die Nutzer-Reise durch eine Seite sollte intuitiv stattfinden und ein, für den Kunden nicht zu aufdringliches Ziel verfolgen – die Konversion. Diese ist bei einem Webshop natürlich einfach zu definieren – der Kauf. Bei einer Seite im Bereich B2B mit reinen Such- und Konfigurationsmöglichkeiten zur ersten Orientierung sieht das anders aus. Denn gerade im hochspezialisierten, technologisch aufwändigen, individuellen und an Komponenten reichen Industriebereich ist es klar, dass selbst Standard- und Einzelkomponenten und komplette Starterkits nicht ohne zusätzlichen Support seitens des Anbieters vertrieben werden können. Eine veritable Lösung stellt hier der Webkatalog dar. Über Suchbegriffe und Links gelangt der interessierte Besucher auf hinterlegte Spezifikationen im pdf-Format, auf Landingpages mit zusätzlichen Informationen und Produktauswahl oder auf neue Webseiten.

Wie ein solcher B2B-Webkatalog aufgebaut sein muss ist allerdings nicht einfach zu beantworten. Der Kunde, Einkäufer und Nutzer soll schließlich gezielt geführt werden und sich intuitiv und befriedigend durch die zunächst grenzenlose Auswahl an Produkten klicken können, um am Ende da zu landen, wo das Unternehmen ihn haben möchte. Sei es zum Beispiel am Telefon

zur Kontaktaufnahme mit dem Vertrieb oder Kundenservice oder beim Abschicken eines Kontaktformulars. Wenn das geschieht, hat der Anbieter bei der Konzeption und Programmierung des Webkatalogs alles richtiggemacht. Was genau der richtige Weg ist, unterscheidet sich allerdings oft für verschiedene Unternehmen. Eine einheitliche Lösung gibt es nicht, aber es gibt Tools, Support und einige Grundlagen.

## Konfigurator mit Orientierungsfunktion

Während die ultimative Konversion in einem Webshop klar definiert aus dem Erwerb eines Produktes besteht, sind Definitionen für B2B-Unternehmen im Bereich der reinen Konfigurationsmöglichkeiten ohne Kaufabschluss etwas diffiziler. Um Kontakt zum Nutzer zu bekommen, muss dieser zuvor eine Menüführung erlebt haben, die ihn intuitiv, einfach, unaufdringlich und inhaltlich ansprechend bis zur Kontaktaufnahme begleitet. Sie stellt einen Teil der Nutzer-Reise dar. Wie bei allen Reisen, steht das positive Erleben auch hier im Vordergrund. Um diesen integralen Bestandteil einer Webseite aktuell zu halten, muss der Content ständig an die Anforderungen hinsichtlich Auswahlparameter, Ergebnislistung und Benutzerfreundlichkeit angepasst werden.

Wesentliche Teile eines Webkatalogs sind definierte Produktkategorie-Seiten, die einerseits direkt in die Webseite integriert werden oder als Content-Seiten über Content-Management-Systeme (CMS), wie zum Beispiel Contao, Pimcore oder Drupal als Open Source CMS, gepflegt werden. Um dem Nutzer den Zugriff über alle heute verfügbaren Geräte, Betriebssysteme und Browser barrierefrei und gleichbleibend übersichtlich ermöglichen zu können und um den wachsenden Zugriffszahlen auch von mobilen Geräten gerecht zu werden, muss ein Webkatalog responsive, also anpassungsfähig, angelegt sein. Die Produktseiten sind hinsichtlich der aktuellen Anforderungen an SEO aufzubauen



## Schnell

**8-Stunden-Service für Leiterplatten**

**4-Tage-Service für Bestückung**

## Zuverlässig

**Eilservices:  
 pünktlich oder kostenlos**

## Aussergewöhnlich

**Bestückung online ab 1 Bauteil**

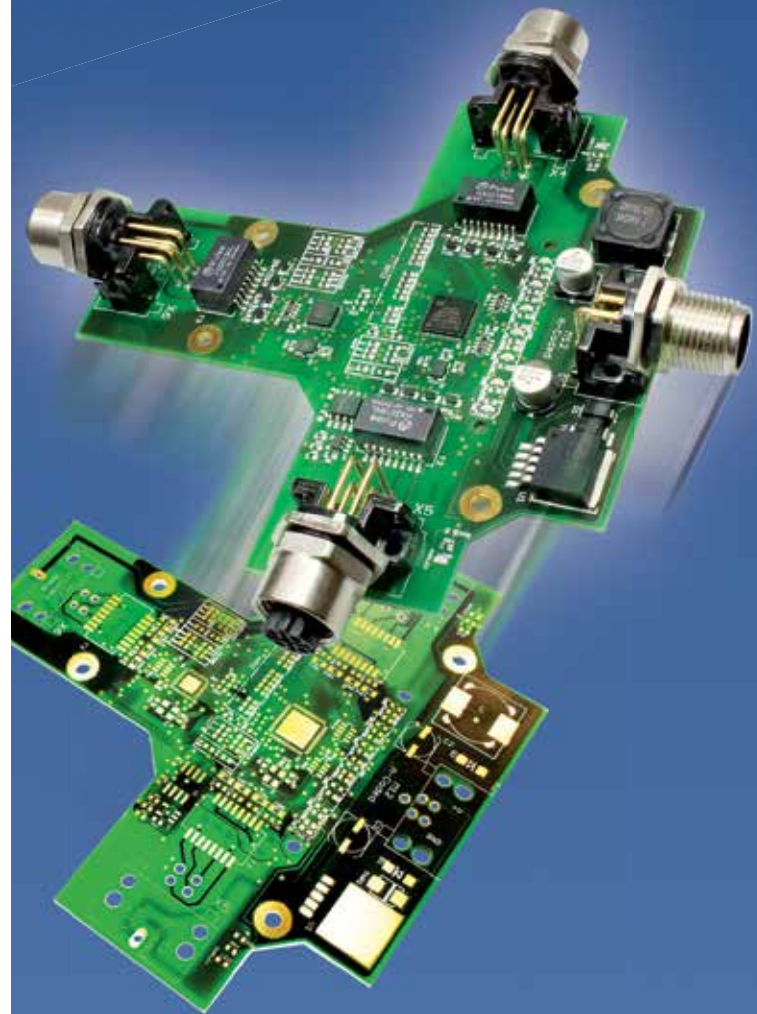
und können auch als Landingpages verwendet werden. Ziel eines Unternehmens bleibt, die Zugriffe auf den aktuellen Webkatalog immer weiter zu erhöhen.

### Datenquellen im B2B-Bereich

Als Datenquellen stehen in Technologieunternehmen im besten Fall Produktinformationen aus den genutzten ERP-Systemen wie proAlpha und SAP zur Verfügung. Aber auch digitale Produktkataloge und parallel gepflegte CMS-Systeme ohne Datenbankschnittstelle sind üblich. Die relevanten Produktinformationen setzen sich unter anderem aus Spezifikationen, Präsentationen, Produktbild und Produktdetails zusammen. Die Datenquelle eines Webkatalogs ist in der Regel dynamisch und wird hinsichtlich sich ständig ändernder Anforderungen an die Produktkategorien und Inhalte der Produktdetailseiten immer wieder angepasst. Produktkategorien und Inhalte für Produktdetailseiten werden im besten Fall lediglich im ERP-System gepflegt, aktualisiert und über die Schnittstelle zum Webkatalog ausgegeben. Dabei ist meist nur ein Teil der im ERP-System erfassten Produkte und Systeme für einen Webkatalog relevant.

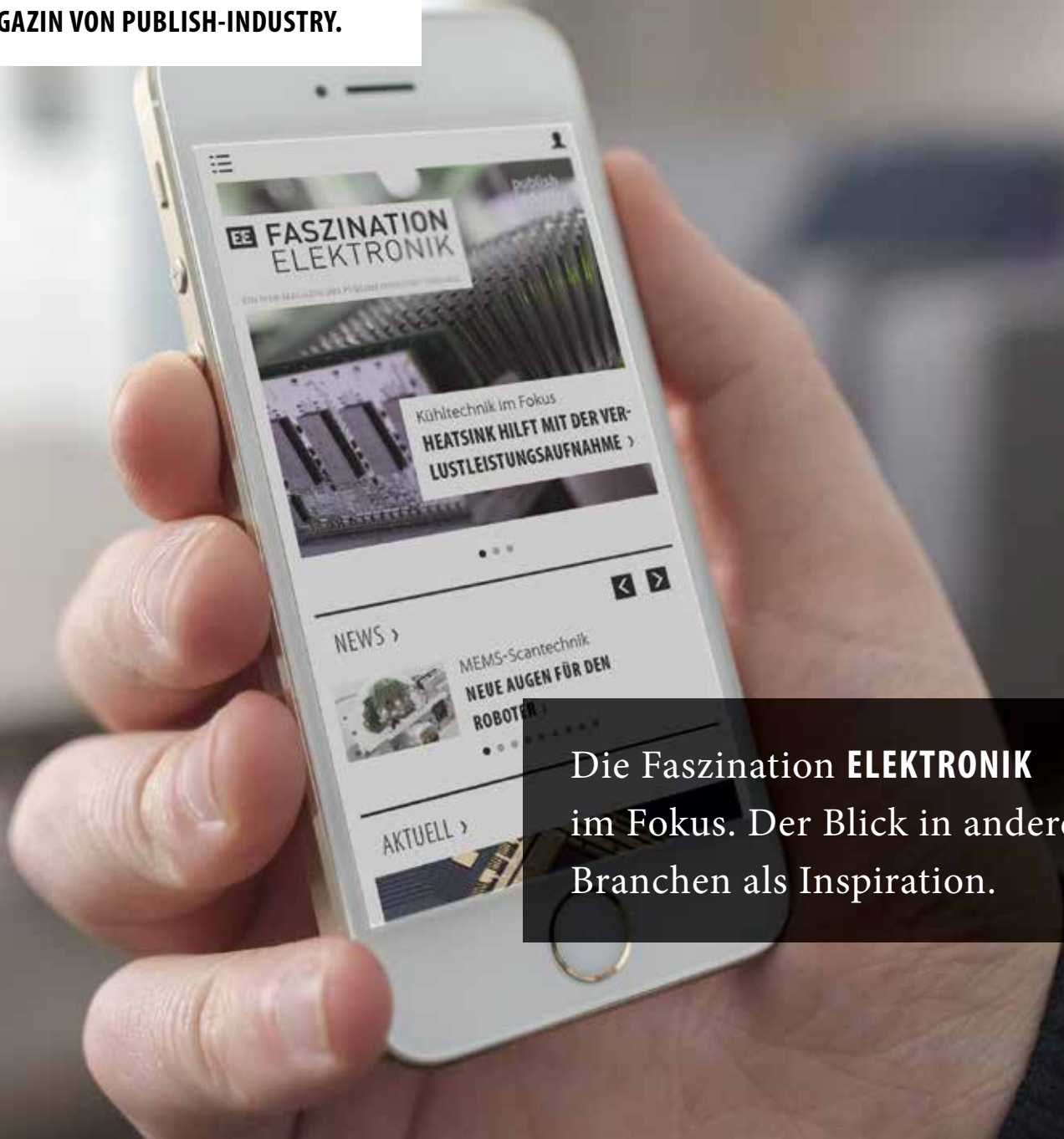
Auf den jeweiligen Produktdetailseiten werden, neben spezifischen technischen Daten und dazugehörigen Datenblättern zum Download, auch Treiber- und Softwarepakete sowie Zubehör und Services gelistet und vom Nutzer ausgewählt. Dadurch kann er zu der später erfolgenden Produkthanfrage auch zusätzlich benötigtes Zubehör oder Services zum Produkt gleich mit anfragen. Auf den jeweiligen Produktdetailseiten sollte zusätzlich auf weitere, dazu passende Produktbereiche verwiesen werden.

Suchparameter für die jeweiligen Produktkategorien sollen soweit wie möglich vereinheitlicht sein. Zu unterscheiden ist zwischen den aktiv veränderbaren Suchparametern und weiteren Produktdetails, die unmittelbar in der Suchergebnisliste aufge-



# E&E FASZINATION ELEKTRONIK

EIN WEB-MAGAZIN VON PUBLISH-INDUSTRY.



Die Faszination **ELEKTRONIK**  
im Fokus. Der Blick in andere  
Branchen als Inspiration.



**INDUSTR.com/EuE:** Das E&E-Web-Magazin liefert relevante News, Artikel, Videos und Bildergalerien und macht die Faszination der Elektronikentwicklung lebendig.

Vernetzt mit den anderen Web-Magazinen von publish-industry unter dem Dach des Industrie-Portals **INDUSTR.com** ist es Ihre Eintrittspforte in eine faszinierende Technik-Welt. Gehen Sie online und werden Sie kostenfrei Mitglied der **INDUSTR.com**-Community: **INDUSTR.com/EuE**.



Abbildung 1: Die Google-Analyse zeigt unter anderem wie viele Nutzer zu welcher Tageszeit auf der Webseite waren.

führt werden sollen. Letztere sollten über eine Sortierfunktion vom Nutzer hinsichtlich der Listung angepasst werden können.

In einer Produktkategorie, zum Beispiel TFT und Touch Displays, kann nach allen Features und Leistungsmerkmalen eines TFT gesucht werden. Unter anderem sind das Diagonale, Auf-

lösung, Helligkeit, Technologie, Hersteller, Temperaturbereich, Interface/Schnittstellen, Blickwinkel. Bei CPU-Boards oder Box-PCs sind zum Beispiel Architektur, Formfaktor, Energieverbrauch, Hersteller, CPU-Type die wichtigen Suchkriterien. Wer sich für LCD-Controller-Boards interessiert, sucht nach Auflösung, I/O-Schnittstellen. Monitore und Panel-PCs werden nach



## » Mein professioneller Partner - für innovative Ideen & technischen Fortschritt «

### Der neue Katalog ist da

Das umfassende Nachschlagewerk mit über 2.800 Seiten - unverzichtbar für die Bereiche Forschung und Entwicklung

- Erstklassiges **Servicepaket**
- Unser **Bauelemente-Sortiment** und dazu passende Tools für Entwicklung und Produktion in einem Buch
- Leistungsstarke und effiziente **Produkt Services**, wie z.B. **PCB-Services** oder **3D-Druckservice**
- Individuelle **eProcurement-Services**



Jetzt gleich den neuen Katalog anfordern unter:  
[conrad.biz/kataloge](http://conrad.biz/kataloge)



www.spezial.com

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

**SiTime™**

## MEMS-Oszillator Programmierung



### 24 Stunden Service

Wir programmieren für Sie:

- SiT1602, SiT8008, SiT8009
- SiT8208, SiT8209
- SiT8918, SiT8919
- SiT9121 LVDS / LVPECL
- SiT9122 LVDS / LVPECL
- Höchste Flexibilität
- Maximaler Automatisierungsgrad
- 100% Traceability

Weitere Informationen zu dem  
SE Programmierservice

SE Spezial-Electronic GmbH  
sitime.spezial.com  
sitime@spezial.com  
+49 (0) 5722 / 203 - 0



Abbildung 2: Der Aufbau der Webseite sollte intuitiv und übersichtlich sein.

Gehäuseform, mit oder ohne Rechner, Diagonale, Auflösung, Touchtechnologie, Hersteller, Interface/Schnittstelle (I/O) und CPU-Type selektiert.

Für den Nutzer sollten einzelne Produkte einer Produktkategorie anhand der technischen Inhalte aus den Produktdetailseiten miteinander vergleichbar sein. Aus der Vergleichsliste wiederum sollte es ermöglicht werden, einzelne Produkte für eine Anfrage in die Merklisse zu übernehmen. Aber auch auf den jeweiligen Produktdetailseiten sollte der Nutzer für ihn interessante Produkte in einer Merklisse zwischenspeichern können. In dieser Merklisse sind im besten Fall auch dem Produkt zugehöriges Zubehör und einschlägige Services auswählbar. Zudem müssen Produkte der unterschiedlichen Produktkategorien in der Merklisse erfasst werden, zum Beispiel Displays, Touches, CPU, Box-PC und Controller-Boards. Die Merklisse - vergleichbar mit dem Warenkorb im Webshop - wird dann als Anfrage über die Internetseite mit allen Details an den Anbieter übermittelt. Darin integriert sind auch bereits das abgefragte und noch benötigte Zubehör sowie die dazugehörigen Dienstleistungen. Nach Listung eines Produkts in der

Merklisse kehrt der Nutzer auf die jeweilige Produktdetailseite zurück. Dabei stellt jede Anfrage eine Conversion dar und ist somit auswertbar.

### Besondere Regelungen

Parametereingaben, die zu keinen Ergebnissen führen oder unerfüllbare Kriterien ergeben, sollten als „nicht angenommen“ markiert werden, sodass die Suche nicht ergebnislos bleibt und die am nächsten passenden Produkte aufgeführt werden. Dabei ist zu beachten, dass Parameter leicht geändert und gelöscht werden können und die damit einhergehenden Ladezeiten so gering wie möglich gehalten werden. Die Buttons für „Kontaktaufnahme“ und „Anfrage senden“ sollten prominent platziert werden. Über IP Tracking kann eine annähernde und einmalige Standortbestimmung zum Zuordnen der gesendeten Anfrage an das zuständige Vertriebsbüro und zum zeitnahen Verarbeiten und Beantworten der Anfrage vorgenommen werden. Ab diesem Zeitpunkt geht die Nutzer-Reise in der klassischen Vertriebsarbeit weiter.

Weitere Informationen zu Data Modul finden Sie im Business-Profil auf Seite 23.

In der Rubrik

# VERZEICHNISSE



BILD-QUELLE: CLAUDIOBABA

**166** Autorenverzeichnis

**169** Firmenverzeichnis

**170** Stichwortverzeichnis

**168** Redaktionsbeirat

# Autorenverzeichnis

## B



**Markus Behle** ..... 106  
 ist Senior Produkt Manager  
 bei ETAS  
 T +49/711/3423/3893  
 markus.behle@etas.com



**Mirko Bernacchi** ..... 154  
 ist Technical Support Specialist  
 bei Mouser Electronics  
 T +49/89/520/462/110  
 munich@mouser.com



**Ranjith Bramanpalli** ..... 82  
 ist Product Application Engineer  
 bei Würth Elektronik eiSos  
 T +49/7924/945/5876  
 ranjith.bramanpalli@we-online.com



**Ulrich Brandt** ..... 95  
 ist Director Marketing  
 bei Swissbit  
 T +41/7191303/48  
 glich.brandt@swissbit.com

## D



**Jonas Diekmann** ..... 135  
 ist Technical Editor  
 bei Harting  
 T +49/577247/7040  
 jonas.diekmann@harting.com

## F



**Luis Fischer** ..... 65  
 ist Program Manager  
 bei Arrow Electronics  
 T +49/6102/5030/8200  
 msuter@mail.de



**Thomas Fischer** ..... 118  
 ist Geschäftsführer  
 von Fischer Elektronik  
 T +49/2351435/0  
 t.fischer@fischerelektronik.de



**Matthias Fritsche** ..... 135  
 ist Produktmanager  
 bei Harting  
 T +49/5772/47/9104  
 matthias.fritsche@harting.com

## G



**Katrin Geier** ..... 62  
 ist Editor Marketing  
 bei Insys Microelectronics  
 T +49/941/58692/273  
 kgeier@insys-tec.de



**Alexander Gerfer** ..... 74  
 ist CTO  
 bei Würth Elektronik eiSos  
 T +49/7942/945/153  
 alexander.gerfer@we-online.de



**Reinhold Greifenstein** ..... 103  
 ist Produktmanager  
 bei B-Plus  
 T +49/991/270302/0  
 service@b-plus.com



**Magnus Gustavsson** ..... 138  
 ist Managing Director  
 bei Codico  
 T +46/705679772  
 magnus.gustavsson@codico.com

## H



**Jürgen Harpain** ..... 122  
 ist Entwicklungsleiter  
 bei Fischer Elektronik  
 T +49/02351/435/103  
 j.harpain@fischerelektronik.de



**Angela Hauber** ..... 92  
 arbeitet im Marketing  
 bei Men Micro Elektronik  
 T +49/911/99335/0  
 Info@men.de



**Wolfgang Heinz-Fischer** ..... 88, 89  
 arbeitet im Business Development  
 bei der TQ-Group  
 T +49/8153/9308/475  
 heffi@tq-group.com



**Markus Hell** ..... 112  
 ist Produkt Marketing Manager  
 bei Data Modul  
 T +49/89/56017/134  
 mhell@data-modul.com

## I



**Yasunobu Ikuno** ..... 75  
 ist Produkt Manager  
 bei Codico  
 T +43/1/86305/209  
 yasunobu.ikuno@codico.com

## K



**Ronald Kratz** ..... 110  
 ist Senior Projekt Manager SMPS  
 bei Würth Elektronik eiSos  
 T +49/89/242936/109  
 roland.kratz@we-online.de

**L**



**Alexander Leonhardi** ..... 106  
 ist Senior Manager  
 bei Etas  
 T +49/711/3423/0  
 sales.de@etas.com

**M**



**Harald Maier** ..... 98  
 ist Business Development Manager  
 bei TQ-Systems  
 T +49/8153/9308/1  
 harald.maier@tq-group.com



**Alexander Mayer** ..... 106  
 ist Field Application Engineer  
 bei ETAS  
 T +49/711/3423/0  
 sales.de@etas.com



**Jonny McClintock** ..... 138  
 ist Director Product Marketing  
 bei Qualcomm Technologies  
 T +49/89/1301438/0  
 office@codico.com



**Philipp Meinhardt** ..... 160  
 ist Head of MarCom  
 bei Data Modul  
 T +49/89/56017/0  
 presse@data-modul.com

**P**



**Mark Patrick** ..... 68  
 ist Supplier Marketing Manager  
 bei Mouser Electronics  
 T +49/89/520462110  
 mark.patrick@mouser.com



**Michael Peters** ..... 144  
 ist Geschäftsführer  
 von MTM Power  
 T +49/69/15426/37  
 peters@mtm-power.com



**Friedhelm Pickhard** ..... 102  
 ist Vorsitzender der Geschäftsführung  
 von ETAS  
 T +49/711/3423/0  
 friedhelm.pickhard@etas.com

**R**



**Ralf Reicks** ..... 125  
 ist Produkt-Manager Han smart  
 bei Harting  
 T +49/05772/47/7075  
 ralf.reicks@harting.com



**Thomas Rottach** ..... 151  
 ist Market Segment Manager  
 bei Rohde & Schwarz  
 T +49/89/4129/13947  
 thomas.rottach@rohde-schwarz.com



**Holger Ruban** ..... 158  
 ist CEO  
 von Conrad Electronic  
 T +49/09604/408787  
 stefanie.roth@conrad.de

**S**



**Faith Sahin** ..... 132  
 ist Entwicklungsingenieur  
 bei Fischer Elektronik  
 T +49/2351/435/0  
 f.sahin@fischerelektronik.de



**Wilfried Schmitz** ..... 130  
 ist Geschäftsführer  
 von CTX Thermal Solutions  
 T +49/2153/7374/20  
 wilfried.schmitz@ctx.eu



**Matthias Schuster** ..... 119  
 ist Produkt Manager  
 bei Yamaichi Electronics  
 T +49/89/45109/176  
 matthias.schuster@yamaichi.de



**Alexander Stöckel** ..... 78  
 ist Produktmanager  
 bei Zettler Electronics  
 T +49/89/80097/205  
 alexander.stoeckel@zettlerelectronics.com

**T**



**André Tausche** ..... 80  
 ist Geschäftsführer  
 von FTcap  
 T +49/4841/8957/0  
 atausche@ftcap.de

**V**



**Georg Vogl** ..... 103  
 ist Produktmanager  
 bei B-Plus  
 T +49/991/270302/0  
 service@b-plus.com

**W**



**Andreas Wöber** ..... 127  
 ist Manager Innovation Platform  
 bei TE Connectivity  
 T +49/6151/607/1999  
 epoortvliet@emg-pr.com

**Z**



**Reinhard Zimmermann** ..... 148  
 arbeitet im Produkt Marketing  
 bei Recom Power  
 T +43/7612/88325/700  
 info@recom-power.com

# Redaktionsbeirat



**Josef Behammer**  
ist Leiter des Marketings  
von B-Plus  
T +49/991/37024-483  
josef.behammer@b-plus.com



**Christian Eder**  
ist Director Marketing  
bei Congatec  
T +49/991/2700-146  
christian.eder@congatec.com



**Wolfgang Heinz-Fischer**  
ist Director International Business  
Development bei der TQ-Group  
T +49/8153/9308-475  
heifi@tq-group.com



**Frank Behrens**  
ist PR & Advertising Manager Central Europe  
bei RS Components  
T +49/6105/401803  
frank.behrens@rs-components.com



**Thomas Grasshoff**  
ist Leiter des Strategischen Marketings  
bei Semikron  
T +49/911/6559-868  
thomas.grasshoff@semikron.com



**Frank Schirrmeister**  
ist Senior Group Director  
bei Cadence  
T +49/9131/7701/6061  
franks@cadence.com



**Lars Brickenkamp**  
ist Senior Vice President & General Manager  
von TE Connectivity  
T +49/6151/607/3479  
lars.brickenkamp@te.com



**Volker Haag**  
ist Vice President Technology  
bei Pentair Technical Solutions  
T +49/7082/794/695  
volker.haag@pentair.com



**Joachim Schlosser**  
ist Senior Manager  
bei Elektrobit  
T +49/9131/7701/6061  
joachim.schlosser@elektrobit.com



## IMPRESSUM

### Herausgeber

Kilian Müller

**Redaktion** Florian Streifinger (Managing Editor/verantwortlich/-28),  
Isabell Diedenhofen (-38), Selina Doulah (-34), Anna Gampenrieder  
(-23), Ragna Iser, Carmen Klingler-Deiseroth (freie Mitarbeiterin),  
Demian Kutzmutz (-37), Florian Mayr (-27), Sabrina Quente (-33)

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

**Anzeigen** Saskia Albert (Director Sales/verantwortlich/-18),  
Vitor Amaral de Almeida (-24), Caroline Häfner (-14),  
Doreen Haugk (-19), Maja Pavlovic (-17);  
Anzeigenpreisliste: vom 01.01.2017

**Sales Services** Ilka Gärtner (-21), Marina Schiller (-20);  
dispo@publish-industry.net

**Marketing & Vertrieb** Anja Müller (Head of Marketing),  
Esther Härtel (Product Manager Magazines)

**Herstellung** Veronika Blank-Kuen

### Verlag

publish-industry Verlag GmbH  
Machtlfinger Straße 7  
81379 München, Germany  
Tel. +49.(0)151.58 21 19-00  
Fax +49.(0)89.50 03 83-10  
info@publish-industry.net  
www.publish-industry.net

### Geschäftsführung

Kilian Müller, Frank Wiegand

### Leser- & Aboservice

Tel. +49.(0)61 23.92 38-25 0  
Fax +49.(0)61 23.92 38-2 44  
leserservice-pi@vuservice.de

### Abonnement

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

### Jährlicher Abonnementpreis

Ein JAHRES-ABONNEMENT der E&E ist zum Bezugspreis von  
57,60 € inkl. Porto/Versand innerhalb Deutschland und MwSt.  
erhältlich (Porto Ausland: EU-Zone zzgl. 10 € pro Jahr, Europa  
außerhalb EU zzgl. 30 € pro Jahr, restliche Welt zzgl. 60 €  
pro Jahr). Jede Nachlieferung wird zzgl. Versandkosten und MwSt.  
zusätzlich berechnet. Im Falle höherer Gewalt erlischt jeder Anspruch  
auf Nachlieferung oder Rückerstattung des Bezugsgeldes.  
Studentenabonnements sowie Firmenabonnements für Unternehmen,  
die E&E für mehrere Mitarbeiter bestellen möchten, werden  
angeboten. Fragen und Bestellungen richten Sie bitte an:  
leserservice-pi@vuservice.de

### Einzelbezugspreis

Das E&E-Kompodium kann beim Verlag als Einzel exemplar  
zum Preis von EUR 39,90 inkl. Versand in Deutschland und inkl.  
MwSt. bestellt werden. Bestellungen richten Sie bitte an:  
leserservice-pi@vuservice.de

**ISSN-Nummer** 1869-2117

**Postvertriebskennzeichen** 30771

### Gestaltung & Layout

Layoutstudio D. Haberlandt, Beethovenstraße 2a,  
85435 Erding

### Druck

Firmengruppe APPL, sellier-druck GmbH, Angerstraße 54,  
85354 Freising, Germany

### Gerichtsstand

München

### Nachdruck

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

### So erreichen Sie uns:

#### Bei Fragen an die Redaktion

Tel. +49.(0)151.58 21 19-00  
newsdesk@publish-industry.net

#### Internet

www.industr.com

#### Facebook

www.facebook.de/INDUSTRICOM



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



# Firmenverzeichnis

## A

Arrow Electronics ..... 14, 65  
Austerlitz Electronic ..... 15

## B

B-Plus ..... 17, 103  
Beta Layout ..... 161  
BJZ ..... 11, 16

## C

Cadence ..... 18  
Codico ..... 19, 75, 138  
Conec ..... 20  
Conrad Electronic ..... 21, 158, 163  
CTX Thermal Solutions ..... 22, 130

## D

Data Modul ..... 23, 112, 160  
Detakta ..... 24  
Deutronic Elektronik ..... 25  
Digi-Key ..... U2, 26

## E

Elma Electronic ..... 27  
EMCC Dr. Rašek ..... 28  
ETAS ..... 9, 29, 101, 102, 106

## F

Fischer Elektronik ..... 30, 115, 116, 118, 121, 122, 132  
FTCAP ..... 31, 80

Fuji Electric Europe ..... 32  
Fujitsu Technology ..... 33

## G

Garz & Fricke ..... 34, 93

## H

Harting ..... 35, 125, 135

## I

ICT Suedwerk ..... 67  
Insys Microelectronics ..... 36, 62

## K

Kingbright ..... 12, 37

## M

MEN Mikro Elektronik ..... 38, 92  
Mentor Präzisions-Bauteile ..... 39  
Micro-Epsilon ..... 63  
Mitsubishi Electric Europe ..... 40, 141, 142, U4  
Mooser ..... 41, U3  
Mouser ..... 42, 68, 154  
MSC Technologies ..... 91  
MTM Power Messtechnik ..... 43, 146

## O

Odu ..... 44

## R

Recom ..... 45, 148  
Rohde & Schwarz ..... 46, 151  
Rübsamen & Herr ..... 47  
Rutronik ..... 159

## S

SE Spezial-Electronic ..... 49, 164  
Semikron ..... 48, 145  
Swissbit ..... 50, 95  
Syslogic ..... 51

## T

TE Connectivity ..... 52, 127  
TQ-Group ..... 53, 85, 86, 88, 89, 98  
Traco Electronic ..... 54, 155  
Turck Duotec ..... 55

## W

Wima ..... 56  
WTS // Electronic Components ..... 57  
Würth Elektronik eiSos ..... 58, 71, 74, 82, 110, 129

## Y

Yamaichi Electronics ..... 59, 119

## Z

Zettler Electronics ..... 60, 78

# Stichwortverzeichnis

## NUMERISCH

3D-Touch .....	112
4-20-mA-Standard .....	148

## A

A2DP .....	138
ADAS-Validierungskette .....	103
Aluminium-Elektrolytkondensator .....	80
Aluminiumgehäuse .....	132
aptX-Codec .....	138
Autonomes Fahren .....	103

## B

B2B-Webkatalog .....	160
Bluetooth .....	138

## C

CAN-Antrieb .....	135
Chipferrit .....	82
Cloud .....	65
Cloud Computing .....	62
COM Express .....	89
CompactPCI Serial .....	92
Connected-Product .....	65

## D

Datenschnittstelle .....	135
Datenträger .....	95
Digitalisierung .....	135
Distribution .....	130

## E

Echtzeit-Marktplatz .....	130
Edge Computing .....	62
Elektromechanisches Relais .....	78
Elektromobilität .....	78
Elektronik-Distribution .....	130
Embedded-Modul .....	98
Embedded-Software .....	106
Embedded-System .....	154
Embedded-Modul-Standard .....	89
Ethernet-Schnittstelle .....	125
Externes Netzteil .....	144

## F

Fahrerassistenzsystem .....	103
Feedback-Touchpanel .....	112
Fließpressverfahren .....	130
Folienkondensator .....	80
Funkmodul .....	68

## H

Han-Modular-System .....	125
Heizungspumpe .....	78
High-Performance Embedded-System .....	92
Highspeed-Datenübertragung .....	119
Hochfrequente Störung .....	82
Hochleistungs-LED .....	130
Hover Gesture .....	112

## I

ID-Modul .....	125
IIoT .....	68
Individualisiertes Gehäuse .....	132
Individualisierung .....	132
Induktive Übertragung .....	127
Industrial Internet of Things .....	68
Intel-Atom-Prozessor .....	89
Intelligenter Router .....	62
Intelligente Schnittstelle .....	125
Intelligenter Transmitter .....	148
Internet-Dienst .....	65
IoT .....	65
IP67-Stromversorgung .....	144
ISO-26262 .....	103
ix Industrial .....	135

## K

Kalt fließgepresster Kühlkörper .....	130
Kapazitive Übertragung .....	127
Kontaktlose Datenübertragung .....	127
Kontaktlose Verbindungstechnologie .....	127
Kunststoffgehäuse .....	132

## L

LED-Kühlkörper .....	130
LED-Treiber .....	110
Leistungsdichte .....	80
Leistungselektronik .....	80

## M

M12-Steckverbinder .....	119
MEMS-Oszillator .....	75
Menüführung .....	160
Miniaturlüfteraggregat .....	122
Modul .....	98

## N

Netzteil .....	82
----------------	----

## O

On-Machine .....	144
------------------	-----

## P

Parallele Datenverarbeitung .....	94
Parallelprocessing .....	94
Passive Komponente .....	80
PCAP-Touch-Technologie .....	112
PCIe-Switch .....	94
Power-Integrität .....	151
Produktdetailseite .....	160
Programmierbarer Logikbaustein .....	130
Prozessor .....	98
Push-Pull-Steckverbinder .....	119

## Q

Qseven .....	98
Quarzkristalltechnologie .....	75

## R

Relais .....	78
Router .....	62

## S

SBC-Codec .....	138
Schaltregler .....	148
Schnellverriegelung .....	119
Sequenzierungstechnologie .....	130
Signal-Integrität .....	151
SMARC .....	98
SMARC 2.0 .....	89
Smart Device .....	62
SoC .....	154
Software-Engineering .....	106
Spannungsverteilung .....	130
Speichermedium .....	95
Steckverbinder .....	125
Strom-Booster .....	148
Stromspitze .....	82
Stromversorgungsmodul .....	110
Systemkabel .....	135
System-on-Chip .....	154

## T

Takt- und Datensignal .....	151
Thermisches Management .....	122
Thermoselektiver Vakuumverguss .....	144

## V

Vernetztes Fahrzeugsystem .....	106
Versorgungsspannung .....	151
Vorzertifiziertes Funkmodul .....	68

## W

Wärmeableitung .....	122
Webkatalog .....	160

# EMV-Messtechnik auf dem neuesten Stand

Jahrzehntelange Erfahrung und modernste Messtechnik sichern Ihren Entwicklungserfolg. Jetzt und in Zukunft.

Mehr als 60 hochqualifizierte Ingenieure und Physiker, Akkreditierungen von DAkkS und KBA, ISO 17025 sowie modernste Messtechnik auf 3.000 m<sup>2</sup> machen uns zu einem der führenden EMV-Prüflabore in Deutschland.

Mit EMV-Tests an Hybrid- Brennstoffzellen- und E-Antrieben sowie elektrischen Tests an Hochvoltanlagen haben wir ein neues Kapitel in der EMV-Messtechnik aufgeschlagen.

Mit modernsten Absorber- und Schirmkabinen, Messplätzen und Simulationsanlagen können wir alle üblichen Normen und Anforderungen prüfen und erfüllen alle weltweit geltenden EMV-Anforderungen. Dabei liegt unsere Kernkompetenz auf der Messung von Automotive Komponenten.

**Das Ergebnis:** eine kostenoptimierte EMV-Lösung bei zugleich verkürzten Entwicklungszeiten: ein entscheidender Vorteil für das Gelingen Ihrer Entwicklungsprojekte!

Erfahren Sie im Internet mehr unter:

[www.mooser-consulting.de](http://www.mooser-consulting.de)

[www.mooser-emctechnik.de](http://www.mooser-emctechnik.de)



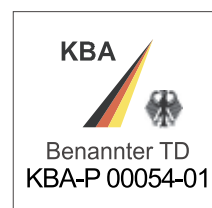
**MOOSER**

AKKREDITIERUNGEN  
UND ANERKENNUNGEN

ACCREDITATIONS AND  
RECOGNITIONS



DIN EN ISO/IEC 17025



TYPPRÜFUNGEN  
FAHRZEUGE UND  
KOMponentEN

TYPE APPROVAL TESTING  
VEHICLES AND  
AUTOMOTIVE  
COMPONENTS

RECOGNITIONS  
FORD  
GM  
JAGUAR LAND ROVER

## Jakob Mooser GmbH

Amtmannstraße 5a

82544 Egling/Thanning  
Deutschland

Telefon +49 8176 922-50

Telefax +49 8176 922-52

[kontakt@mooser-consulting.de](mailto:kontakt@mooser-consulting.de)

## Mooser EMC Technik GmbH

Osterholzallee 140.3

71636 Ludwigsburg  
Deutschland

Telefon +49 7141 64826-0

Telefax +49 7141 64826-11

[kontakt@mooser-emctechnik.de](mailto:kontakt@mooser-emctechnik.de)



One of our  
key products:  
Trust.

## Leistungshalbleiter von Mitsubishi Electric.

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

### Leistungshalbleiter für industrielle Anwendungen



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

- 7. Generation IGBT mit CSTBT™ Chip-Technologie
- Übertroffene Langzeitverlässlichkeit durch optimierte Verbindungstechnik und Hartverguss
- Hohe Lastwechselfähigkeit durch Einsatz neuer IMB-Technologie (Insulated Metal Baseplate)
- Thermisches Interface Material und PressFit Kontakte
- Umfassendes Produktportfolio für 650 V, 1200 V und 1700 V Spannungsklassen



for a greener tomorrow

Mehr Informationen:  
semis.info@meg.mee.com  
www.mitsubishichips.eu



Scannen und bei  
YouTube mehr über die  
Produktserie erfahren.

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