

## Filter-Design für das Single Pair Ethernet

Filter für das Single Pair Ethernet müssen höchste Anforderungen erfüllen. Worauf es beim Filter-Design ankommt, lesen Sie in unserem Beitrag. **Seite 22**

### Puffer erhöhen die Ausfallsicherheit

Die Ausfallsicherheit von Anlagen lässt sich mithilfe wartungsfreier Energiespeicher erhöhen. **Seite 26**

### Ripplearmer Primärschaltregler

Eine platzsparende DC-Spannungsquelle erhöht bei medizinischen Geräten die EMV. **Seite 38**

### EU-Verordnung zu Konfliktmineralien

Ab 1. Januar 2021 müssen Unternehmen die EU-Verordnung zu Konfliktmineralien beachten. **Seite 68**

Über  
9,6 Millionen  
Produkte online  
**DIGIKEY.DE**



# Vorrätig@Digi-Key.

**Zuverlässigkeit, auf die  
Sie zählen können.**



**ÜBER 1200  
BRANCHENFÜHRENDE  
ANBIETER**

**ÜBER 1,9 MILLIONEN  
PRODUKTE AUF LAGER**

**TÄGLICH NEUE  
TECHNOLOGIEN**

**ÜBER 9,6 MILLIONEN  
PRODUKTE ONLINE**

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



TELEFON: (+49) 30 915 884 91

**DIGIKEY.DE**

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

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

 **ECIA MEMBER**  
Supporting The Authorized Channel

## Der Wurm muss dem Fisch schmecken, nicht dem Angler

**T**euer waren Singleboard-Computer (SBC) im Jahr 2012. Industriekunden zahlten 100 oder gar 200 Euro für ein proprietäres Modell, dessen Nutzung der Hersteller zudem häufig auf seine Produktpalette begrenzte. Dann, im Februar 2012, präsentierte die gemeinnützige, englische Raspberry Pi Foundation den ersten Raspberry Pi. Die Zielgruppe waren finanziell schwache Schüler und Studenten, denen die Foundation mit der PC-Platine, bestückt mit einer Stiftleiste, nicht nur den Zugang zu Internet und Büroanwendungen ermöglichen, sondern auch die Freude an Technik nahebringen wollte – zum extrem günstigen Preis von rund 32 Euro. Die Foundation erhoffte sich einige Tausend Abnehmer. Doch binnen einer Woche gingen über 200.000 Bestellungen ein, denn Raspberry Pi 1 traf den Nerv der Zeit: Nicht Topleistung stand im Vordergrund – der Singlecore-SoC (System-on-Chip) BCM 2834 von Broadcom taktete im Vergleich zur Konkurrenz mit mageren 700 MHz und unterstützte nur 256-MB-DDR2-SDRAM sowie USB 2.0. Die Anwender wollten Flexibilität statt proprietärer Systeme. Diese bot die ARM-basierende PC-Platine, für die die Raspberry Pi Foundation Linux und Open-

*„Raspberry Pi ist mit rund 50 Millionen verkauften Exemplaren der beliebteste Singleboard-Computer weltweit.“*



**Margit Kuther, Redakteurin**  
margit.kuther@vogel.de

Source-Programme vorsah. Zudem einen 26-(später 40-) Pin-Header, der sich leicht programmieren ließ und für den es binnen kürzester Zeit viele preiswerte Module, etwa für die Automatisierung gab.

Raspberry Pi ist heute mit rund 50 Millionen verkauften Exemplaren der beliebteste SBC weltweit. Bereits 2014 reagierte die Foundation auf das wachsende Interesse der Industrie und präsentierte das erste Raspberry Pi Compute Modul. Entwickler und OEMs können sich freuen. Denn 16 Monate nach Erscheinen des komplett überarbeiteten Raspberry Pi 4 präsentiert die Foundation das Compute Module 4 in 32 Varianten mit 1, 2, 4 oder 8 GByte RAM, mit oder ohne WLAN-Adapter, bis zu 32 GByte eMMC-Flash oder als Lite-Variante ohne eMMC. Details zum CM4 samt IO-Board CM4IO finden Sie auf Seite 10.

Herzlichst, Ihre

# FlowCAD

## Work from Home Special

OrCAD PCB Designer Standard  
inklusive 2 Jahre Updates/Hotline

99 Jahre

**Kauflizenz**

Updates 2 Jahre  
**Hotline**

**999,- Euro**  
netto + ges. MwSt.

Probleme beim Zugriff auf Software Lizenzen von zu Hause sind mit dem neuen „Work from Home“ Programm von FlowCAD und Cadence kein Thema mehr.

Erhalten Sie OrCAD PCB Designer Standard und zwei Jahre Updates und Hotline zum Sonderpreis von 999,- €\*!

\* netto + ges. MwSt.

Damit kann jeder Entwickler, Bibliothekar und PCB Designer seine eigene Lizenz lokal im Home Office nutzen und

- Schaltpläne erstellen und mit PSpice simulieren
- Bauteile platzieren und PCBs routen
- Bibliothekselemente erstellen

Es muss keine online-Verbindung zur Firmen IT bestehen. Die Mitarbeiter sind produktiv und können sich ihre Arbeitszeit frei einteilen.

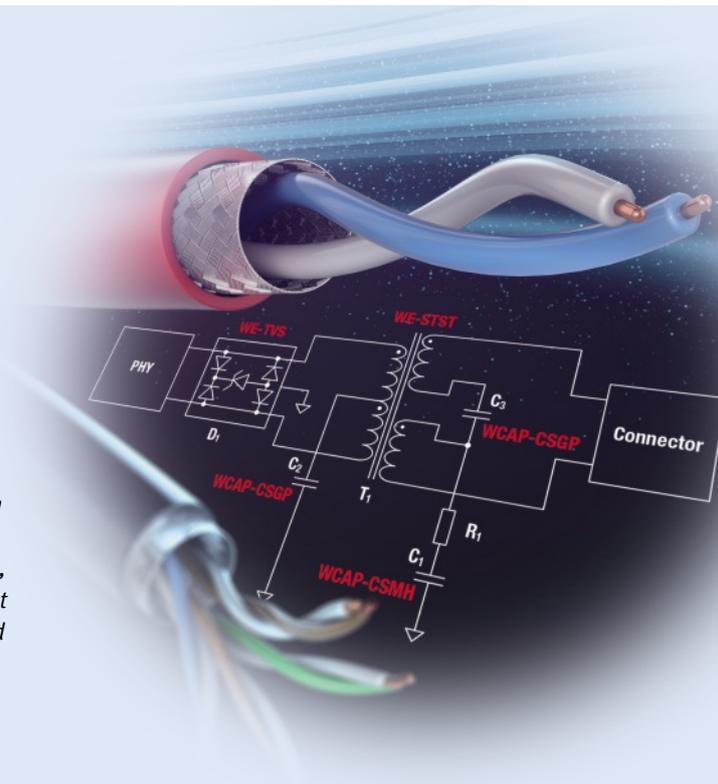
[FlowCAD.com/wfh](http://FlowCAD.com/wfh)

OrCAD® cādence®

## PASSIVE BAUELEMENTE

### Was beim Filter-Design für das Single Pair Ethernet zu beachten ist

Für das Single Pair Ethernet nach IEEE802.3 sind Sicherheitsanforderungen nach IEC62368-1 definiert. Demnach ist eine Spannungsfestigkeit von 1500 V/60s gefordert. 50-V-Isolationskondensatoren allein, die üblicherweise für Automotive-Ethernet-Anwendungen verwendet werden, können diese Anforderung nicht erfüllen. Stattdessen werden Designs mit Signaltransformatoren empfohlen, um alle Anforderungen hinsichtlich Signalintegrität und Sicherheit gemäß IEEE802.3cz (10BASE T1) und IEEE 802.3bw (100BASE-T1) zu erfüllen.



# 22

## ELEKTRONIKSPIEGEL

- 6 Zahlen, Daten, Fakten
- 8 Aktuelles

## SCHWERPUNKTE

Passive Bauelemente

### TITELTHEMA

- 22 **Filter-Design für das Single Pair Ethernet (SPE)**  
Filter für SPE müssen Anforderungen erfüllen, denen 50-V-Isolationskondensatoren nicht gerecht werden können.

Stromversorgungen

- 26 **Wie sich die Ausfallsicherheit erhöhen lässt**  
Mit Puffermodulen auf Basis wartungsfreier Energiespeicher lässt sich die Ausfallsicherheit von Anlagen erhöhen.

Leistungselektronik

- 30 **Hochstrom-Shunt für Industrie und Automotive**  
Vorgestellt wird ein aktiver Hochstrom-Shunt für Industrie- und Automotive-Anwendungen.

Medizinelektronik

- 36 **Künstliche Intelligenz in Medizinprodukten**  
In Medizinprodukten kommt vermehrt KI zum Einsatz. Allerdings müssen die Entscheidungen nachvollziehbar sein.

- 38 **Ein Primärschaltregler mit geringem Ripple**  
Bei medizinischen Geräten ist auch die EMV enorm wichtig.

Embedded Computing

- 42 **Multicore-MCUs für IoT-Geräte am Edge einsetzen**  
Mit der heute oft geforderten Funktionsfülle von IoT-Endgeräten sind viele Single-Core-Controller überfordert.

- 46 **Einsatz von Verschlüsselung für den Softwareschutz**  
Software wird in Embedded-Systemen zunehmend essentiell für die Sicherung des eigenen Wettbewerbsvorteils.

- 48 **NAND statt NOR: Neue Flash-Speicher-Anwendungen**  
Eignet sich NAND-Flash als Alternative für anspruchsvolle Applikationen wie das Speichern von Anwendungs-Code?

Elektronikfertigung

- 56 **EMS-Baugruppenkalkulation**  
Bauteilrecherche ist zeit- und personalintensiv. Abhilfe verspricht die automatisierte Baugruppenkalkulation.

- 60 **Kunststoffteile mit integrierten Silberleitstrukturen**  
Via FDM-Druck lassen sich elektrische Komponenten mit in Bauteile drucken – ohne nachgelagertes Sintern.

Bauteilebeschaffung

- 64 **Fortschritte bei Indoor-Ortungssystemen**  
In Gebäuden eignet sich GPS nur bedingt zur Navigation. Wir vergleichen mehrere Möglichkeiten zur Realisierung von Indoor-Ortungssystemen.

- 68 **Konfliktmineralien: der Countdown läuft**  
Ab 1. Januar 2021 ist die EU-Verordnung zu Konfliktmineralien zu beachten. Das ist jedoch nicht nur für Rohstoffhändler und Hüttenbetreiber relevant!

The Next Generation Ethernet Interface

**SINBON ix Industrial™**

Compact,  
High speed transmission,  
Robust connectivity solution

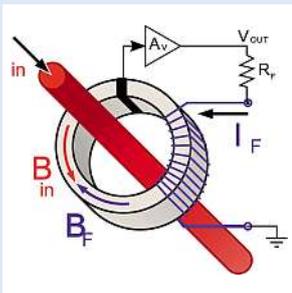
- The Next-Generation Ethernet interface
- Supporting CAT5E (1Gbps) and CAT6A (10Gbps) cabling
- 75% size reduced compare to RJ45
- In compliance with IEC/PAS 61076-3-124
- High EMC immunity



Shop online  
[ix.sinbon.eu](http://ix.sinbon.eu)

SINBON is the **OFFICIAL HIROSE PARTNER**  
for ix Industrial™ cable assemblies in Europe.

Contact us [ix@sinbon.eu](mailto:ix@sinbon.eu)



**30** Aktiver Hochstrom-Shunt für Industrie und Kfz



**36** Künstliche Intelligenz in Medizinprodukten



**70** Den richtigen 3D-Drucker auswählen



**74** Sonderteil LED Lichttechnik + Displays

**70 So wählen Sie den richtigen 3D-Drucker aus**  
3D-Drucker werden immer beliebter, aber welcher ist der Richtige für meine Zwecke?

Opto-Elektronik

**74 Special LED-Lichttechnik & Displays**  
In unserem Sonderteil stellen wir neueste Entwicklungen und Trends in Sachen LED und Displays vor.

ZUM SCHLUSS

**90 Dr. Stefan Schwarz, Teradata:**  
Ist Künstliche Intelligenz ein Arbeitsplatzkiller oder gibt sie der Arbeit mehr Sinn?

TIPPS UND SERIEN

**21 Analogtipp**  
Entfernungsmessung und Objekterkennung mit TOF-Kameras.

RUBRIKEN

- 3 Editorial
- 16 Veranstaltungen
- 88 Impressum

## AUFGEMERKT



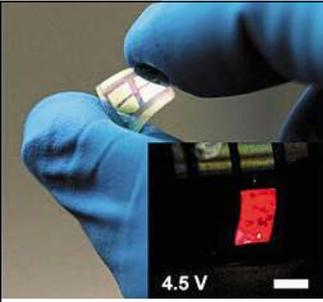
Bild: Kl. Intel i386DX / Konstantin Lanzet / CC BY-SA 3.0 / en.wikipedia.org

## Oktober 1985: x86-Architektur wird 32-Bit

Mit den Prozessoren 8086 und 8088 hatte Intel 1978 den Grundstein für die x86-CPU-Architektur gelegt. Ihren Durchbruch erreichte die Chipfamilie, als 1981 IBM den Intel 8088 als zentralen Baustein für den IBM PC 5150 wählte. Für die Nachfolger 80186/80188 und 80286 behielt Intel die zugrunde liegende 16-Bit-ISA bei, so dass bereits geschriebener Code weiter eingesetzt werden konnte. Doch Mitte der 80er Jahre war der PC-Markt noch stark fragmentiert. Motorola bot mit dem 68000 eine 32-Bit-CPU, die bereits Rechner wie

den Atari ST, die Commodore-Amiga-Reihe oder den Apple Macintosh antrieb. Intel konterte im Oktober 1985 mit dem 80386DX-16. Mit dem Chip schaffte es der Chiphersteller, den Befehlssatz der x86-Architektur eine 32-Bit-ISA zu erweitern und gleichzeitig Code-Kompatibilität zu früheren Prozessoren der Familie sicherzustellen. Dadurch, dass für x86-CPU's geschriebene Software auch auf 32-Bit-Systemen eingesetzt werden konnte, setzte sich die Architektur endgültig als de facto Industriestandard für PCs durch. // SG

Bild: Andrzejewski et al



## Folie aus drei Atomlagen

Forscher des Center for Nanointegration (CENIDE) der Universität Duisburg-Essen (UDE) und Kooperationspartner haben eine hauchdünne Leuchtschicht entwickelt: Die anorganische Schicht ist nur drei Atomlagen stark und besteht aus Wolframdisulfid. Sie leuchtet, ist flexibel und zudem stabil gegenüber äußeren Einflüssen wie Wasser und Sauerstoff. Würde man 80.000 von ihnen übereinander legen, wäre der Stapel nur so hoch wie ein flachliegendes Blatt Papier. // HEH

## AUFGEDREHT: 1P PocketQube „Discovery“

### Computer

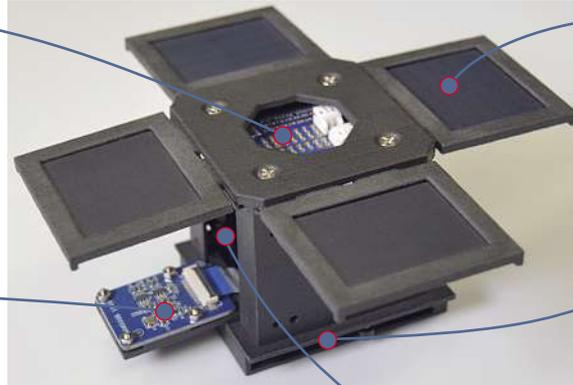
Ein NanoPi Neo Air SBC mit 1,2 GHz H5 Quadcore Arm CPU, 512 MByte RAM und 8GByte eMMC-Speicher, erweiterbar per microSD-Slot.

### Kamera

Basiert auf einem OV5640-Sensor mit einer Auflösung von 5 Megapixeln. Die Brennweite der Linse beträgt 2.7mm, der F-Stop 2.8.

### Funkmodul

Ein Dorji DRA818U mit einem Frequenzbereich von 437.1MHz und einer Leistungsaufnahme unter 1W. Als Antenne dient Maßband-Material.

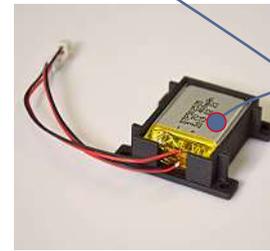
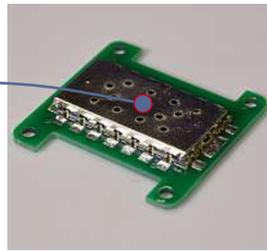


### Solarpanele

Jedes der vier Solarmodule besteht aus einem 3D-gedruckten Rahmen, der eine IXYS SLMD121H10L Solarzelle aufnimmt.

### Bodenplatte

In 3D-Druck gefertigt. Verfügt über Aufhängungen z.B. zum Führen des Satelliten beim Aussetzen im Orbit und zum Montieren der Kamera.



### Stromspeicher

Zwei 3,7V-Lithium-Ionen-Akkus. Um im Anschwellen im Vakuum zu verhindern sitzen die Batterien in einem 3D-gedruckten Gehäuse.

Bild: Mini-Cubes

Der 3D-gedruckte, 50mm x 50mm x 50mm große und unter 250g schwere Kleinsatellit „Discovery“ der Firma Mini-Cubes ist ein 1P PocketQube. Diese stellen eine Alternative zum CubeSat-Standard dar, dessen Freisetzungen in die Umlaufbahn

immer kostspieliger werden. Discoverys Rahmen und viele Hauptkomponenten werden per 3D-Druck aus Windform XT 2.0 von CRP hergestellt, einem flexiblen CFK-Material mit hoher Festigkeit und minimalen Ausgasungsproblemen. // SG

AUFGE-SCHNAPPT

„Die digitalen Formate werden Messen nicht ersetzen, sondern ergänzen.“

Falk Senger, Geschäftsführer der Messe München

## Dr. Armin Wedel vom Fraunhofer IAP

Am 1. Oktober wurde Dr. Armin Wedel vom Vorstand des Deutschen Flachdisplayforums (DFD) zum ersten Vorsitzenden gewählt. Er ist Bereichsleiter am Fraunhofer-Institut IAP in Potsdam. Unter anderem ist er für die technologische Entwicklung von OLED- und Quantum-Dot- (QD-) Displays verantwortlich. // HEH



Bild: Fraunhofer IAP

# <100

### FEMTOSEKUNDEN

ARM-Ausgründung Cerfe Labs arbeitet an einem neuartigen nichtflüchtigen Speicher, der quantenmechanische Vorgänge zum Schalten nutzt.

Ein Vorteil der CeRAM genannten

Technik soll – neben vielen anderen – die damit erreichbare hohe Geschwindigkeit sein: Schreiben und Lesen von Bits soll in unter 100 Femtosekunden möglich sein – ein praktischer Beweis steht allerdings noch aus.

# electronica: Digitale Produktshow plus Foren und Kongresse

*Die electronica 2020 findet digital statt. Wir sprachen mit Falk Senger, Geschäftsführer Messe München, über die Hintergründe und das vielfältige Angebot der digitalisierten Weltleitmesse für Elektronik.*

**D**ie electronica findet in diesem Jahr komplett virtuell statt. Falk Senger, Geschäftsführer Messe München, gibt Auskunft über den Stand der Dinge:

**Corona hat die electronica quasi zwangsdigitalisiert. Was erwartet die Besucher aus aller Welt vom 9. bis 12. November?**

Mit dem digitalen Format der electronica bieten wir der globalen Elektronikbranche auch in dieser herausfordernden Zeit eine Business-Plattform und ermöglichen Austausch, Networking und Wissenstransfer. Hierzu gehört auch, dass Teilnehmer die Möglichkeit haben, virtuelle Messestände zu besuchen und sich online mit Ausstellern auszutauschen. Ergänzend findet wie gewohnt ein umfangreiches Forenprogramm statt. Die Teilnahme an diesem und an der Ausstellung wird kostenfrei sein. Darüber hinaus finden die etablierten vier electronica-Konferenzen digital statt. Ein weiteres Highlight, das in diesem Jahr nicht fehlen darf, ist der renommierte CEO-Round-Table. Hier diskutieren die Chefs der weltweit größten Halbleiterhersteller wie Infineon Technologies, NXP Semiconductors und STMicro-

electronics die aktuellen Entwicklungen der Branche.

**Wie zufrieden sind sie mit den Anmeldungen zum jetzigen Zeitpunkt?**

Wir sind mit der Resonanz sehr zufrieden und freuen uns über die Zusagen zahlreicher Branchengrößen wie Analog Devices, Harting, NXP, Phoenix Contact, STMicroelectronics, Rohde & Schwarz und Samsung. Das zeigt, dass der Wunsch nach einem Branchentreffen in diesem Jahr groß ist. Die Aussteller freuen sich auf die Möglichkeit, sich mit Kunden zu vernetzen und ihre Produkte zu präsentieren.

**Wie ist das Feedback der Aussteller? Was sagen die Partner der electronica?**

In den vergangenen Wochen und Monaten haben wir eine große Unterstützung durch unsere Partner und Kunden erfahren. Dafür sind wir sehr dankbar. Wir freuen uns über das starke Vertrauen, das die Branche in uns setzt. Unser langjähriger und ideeller Partner ZVEI hat das digitale Format von Anfang an auch mitgetragen. Aus Sicht des Verbandes ist ein Austausch in der aktuellen Phase dringend notwendig, um den wirtschaftlichen Aufschwung

## Embedded Platforms Conference

Um die Kosten für moderne Embedded-Systeme im Griff zu halten und gleichzeitig zukunftssichere Lösungen zu schaffen, bedarf es großen Geschicks und jeder Menge Knowhow. Hier setzt die electronica Embedded Platforms Conference an, die sowohl Embedded-Plattformen und -Ökosysteme adressiert als auch neueste Anwendungstrends und futuristische Lösungsansätze vorstellt.

Das Programm der eEPC am 11. und 12. November wurde vom Team der ELEKTRONIKPRAXIS zusammengestellt. Die vier Hauptschwerpunkte sind Embedded ICs & Boards, Sensors & IoT, Machine Learning & Artificial Intelligence und Software & Tools. Das komplette Programm finden Sie auf [www.electronica.de](http://www.electronica.de) unter Rahmenprogramm und Konferenzen.

wieder voranzutreiben. Wie wichtig dieser ist, werden bestimmte die aktuellen Marktzahlen zeigen, die der ZVEI im Rahmen der electronica virtual präsentiert.

**Welche Auswirkungen hat die Virtualisierung für künftige Veranstaltungen?**

Die Corona-Pandemie hat auf jeden Fall für einen Digitalisierungsschub gesorgt. Die Messe München hat in diesem Jahr bereits zahlreiche neue digitale Formate realisiert. Von diesen Erfahrungen wird jetzt die electronica virtual profitieren. Dennoch möchte ich betonen, dass eine Messe und gerade die electronica auch künftig vom persönlichen Austausch und Netzwerken vor Ort lebt. // JW

**Falk Senger, Messe München:**  
„Die digitalen Formate werden Messen nicht ersetzen, sondern ergänzen.“

Bild: Messe München



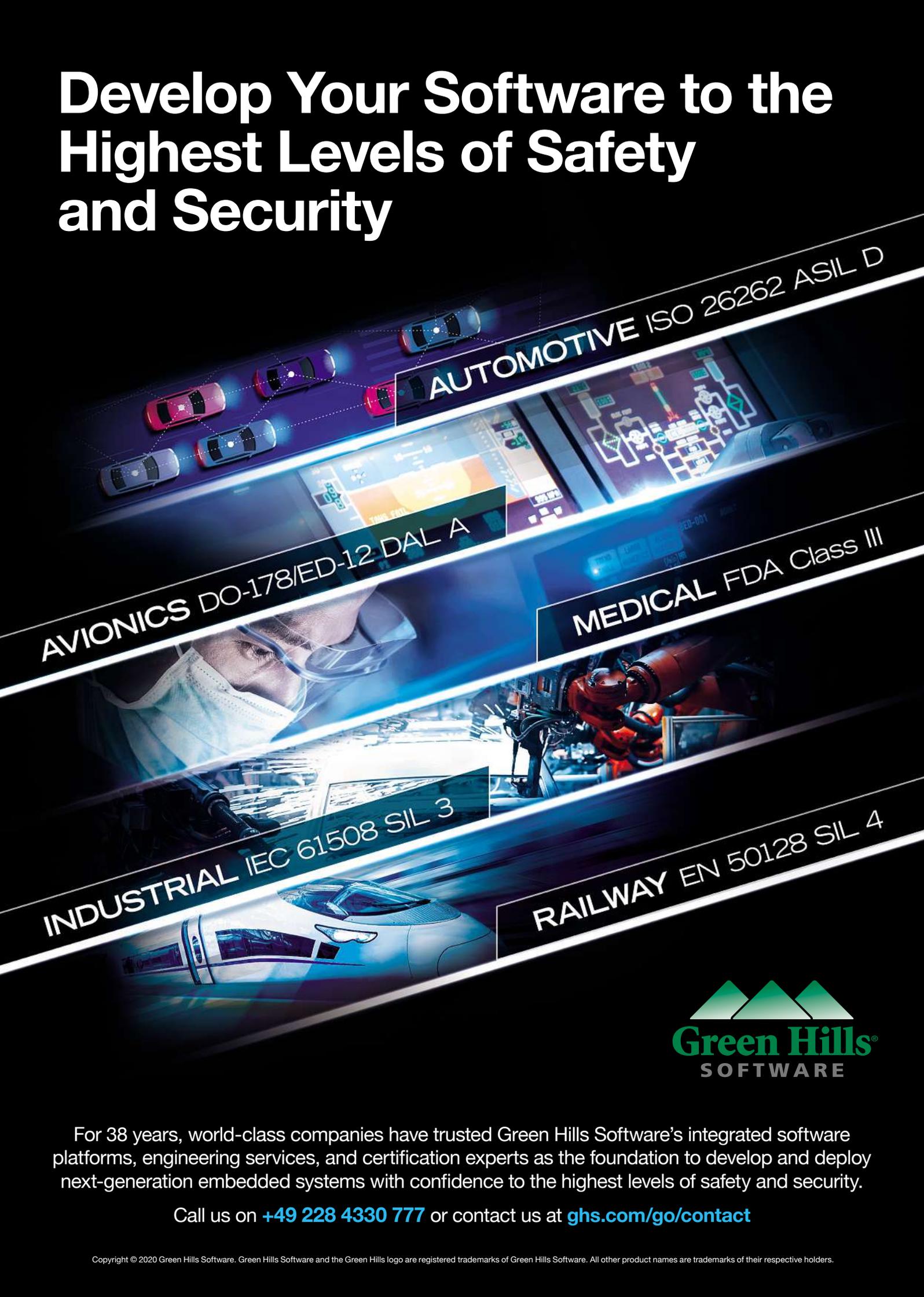
[www.electronica.de](http://www.electronica.de)

# Develop Your Software to the Highest Levels of Safety and Security

AUTOMOTIVE ISO 26262 ASIL D

AVIONICS DO-178ED-12 DAL A

MEDICAL FDA Class III



INDUSTRIAL IEC 61508 SIL 3

RAILWAY EN 50128 SIL 4



For 38 years, world-class companies have trusted Green Hills Software's integrated software platforms, engineering services, and certification experts as the foundation to develop and deploy next-generation embedded systems with confidence to the highest levels of safety and security.

Call us on [+49 228 4330 777](tel:+492284330777) or contact us at [ghs.com/go/contact](https://ghs.com/go/contact)

## MESSE UND KONFERENZ

## Auch Embedded World findet 2021 rein digital statt



Bild: NürnbergMesse GmbH

**Messe und Konferenz:** Auch die Embedded World Exhibition & Conference findet nächstes Jahr als rein digitale Veranstaltung statt.

Die Embedded World findet nächstes Jahr als rein digitale Veranstaltung statt. Sowohl die Fachmesse als auch die begleitenden Konferenzen, die embedded world Conference und die electronic displays Conference, sollen vom 1. bis 5. März 2021 als digitale Formate unter dem Namen „embedded world DIGITAL“ abgehalten werden.

„Der Wunsch, mit anderen Fachleuten und Embedded-Experten zu interagieren, sich mit ihnen zu vernetzen und zu kommunizieren, ist ungebrochen,“

sagt Benedikt Weyerer, Director Exhibition Embedded World der NürnbergMesse. „Mit der Entscheidung, die embedded world 2021 digital durchzuführen, schaffen wir jetzt die notwendige Planungssicherheit für die Embedded Community – für Aussteller und Teilnehmer.“

Die embedded world soll im digitalen Format Experten und Embedded-Anwendern aus aller Welt Gelegenheit zum professionellen Dialog bieten. Dazu schafft die Messe Nürnberg virtuelle Ausstellungsmöglichkei-

ten für die Unternehmenspräsentation und zur Darstellung von Produkten. Eine Matchmaking-Funktion soll dafür sorgen, dass Interessenten für bestimmte Bereiche oder Produkte mit entsprechend passenden Ausstellern zusammengeführt werden. Auch die beiden mit der Messe ausgetragenen Konferenzen, die Embedded World Conference und die Electronic Displays Conference, finden als virtuelle Veranstaltung statt. // SG

NürnbergMesse

## SBC

## Raspberry Pi Compute Module 4: Der Turbo für die Industrie

Raspberry Pi 4, mit 8 GB RAM und 4 x 1,5 GHz Takt ist seit Juni 2019 auf dem Markt. Jetzt ist auch die Industrievariante des Topmodells, das Compute Module 4 (CM4) erhältlich – in 32 Varianten mit 1, 2, 4 oder 8 GByte RAM, mit oder ohne WLAN-Adapter, bis zu 32 GByte eMMC-Flash oder als Lite-Variante ohne eMMC.

„Es ist bereits Tradition“, so Eben Upton, Chief Executive bei Raspberry Pi Trading, „dass auf jedes Raspberry-Pi-Modell ein System-on-Module, basierend auf dem neuesten Core des aktuellen Pis folgt“. Obgleich die Linux-PC-Platine ursprünglich für Studierende und Maker gedacht war, fand Raspberry Pi wegen seiner flexiblen Einsatzmöglichkeiten, der zahlreichen Software der großen Community – und aufgrund seiner Stabilität vermehrt Einzug in die Industrie. Inzwischen geht „die Hälfte der jährlich verkauften, über 7 Millionen Raspberry Pis in die Industrie und OEMs – von Digital Signature über Thin Clients bis hin zur Prozessautomation“, so Eben Upton.

Das Compute Module 4 basiert wie Raspberry Pi 4 auf dem Broadcom-SoC BCM2711 mit 4 x 1,5 GHz Takt – ein 64-Bit-Quadcore-SoC mit Cortex-A72 (ARM



Bild: Farnell

**Raspberry Pi Compute Module 4:** Das CM4, huckepack auf dem Trägerboard CM4IO, ist die Industrievariante des Topmodells Raspberry Pi 4.

v8). Das Steckmodul eignet sich für verschiedenste Embedded-Einsätze, erfordert aber eine Basisplatine mit den Ein- und Ausgängen. Raspberry Pi Trading, zuständig für Herstellung und Vertrieb des Raspberry Pi, bietet eine solche an, nämlich die I/O-Platine CM4IO für das Compute Module 4.

Ein weiteres Zubehörteil ist das Compute-Module-4-Antennenkit. Dieses optionale, vollständig zertifizierte Funkmodul unterstützt Dualband-IEEE 802.11 b/g/n/ac-WLAN und Bluetooth 5.0. Das Kit enthält eine

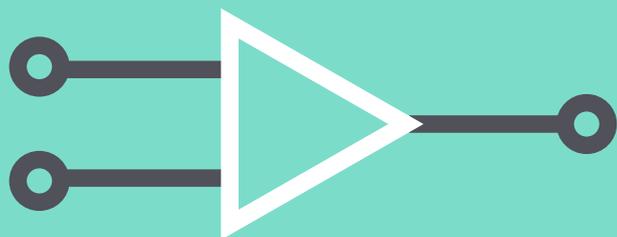
externe Antenne, die für die Verwendung mit dem CM4 vorzertifiziert ist. Es wird mit einer Schottverschraubung und einem Kabel mit U.FL-Steckverbinder bereitgestellt. Das CM4 in neuem Formfaktor (4 cm x 5,5 cm) und mit kleinerem Steckanschluss als die Vorgänger ist mit und ohne eMMC-Flash für kostensensitive Anwendungen ab rund 25 Euro etwa über Farnell erhältlich. Raspberry Pi Trading nennt eine Verfügbarkeit bis Januar 2028. Der Zugriff auf die Prozessorschnittstellen und GPIO-Pins erfolgt über zwei 100-polige

High-Density-Steckverbinder. Für maximale Flexibilität ist das CM4 mit 8, 16 oder 32 GB eMMC-Flash-Speicher und 1, 2, 4 oder 8 GB LPDDR4-3200-SDRAM sowie mit optionaler drahtloser Dual-Band-Konnektivität erhältlich. CM4 bietet Hardware-Codec-Unterstützung für H.265 (bis zu 4kp60-Decodierung) und H.264 (bis zu 1080p60-Decodierung und 1080p30-Codierung).

Das CM4IO eignet sich für die Evaluierung und das Prototyping neuer Produkte und dient als Referenzdesign zur Anbindung externer Geräte an das CM4. Es kann auch direkt in Endprodukten eingebettet werden.

Das CM4IO Board kann mit der gesamten Palette der CM4-Module und -Funktionen verwendet werden. Es bietet: Gigabit-Ethernet-Konnektivität mit PoE-Unterstützung (erfordert separaten Raspberry Pi PoE-HAT), zwei HDMI-Steckverbinder, zwei USB-2-Buchsen (kein USB 3 wie beim Raspberry Pi 4!) mit einer Stiftleiste für zwei weitere Buchsen, eine Micro-USB-Buchse zum Aktualisieren des CM4 und einen Micro-SD-Kartensteckplatz für CM4Lite-Module sowie eine Buchse PCIe Gen 2 x1. // MK

Farnell



# UNSERE ANGEBOTSABTEILUNG IHR PERSÖNLICHER PREISVERGLEICHER

The best part of your project: [www.reichelt.de/preise](http://www.reichelt.de/preise)

## Holen Sie jetzt schnell & einfach mehr aus Ihrem Budget

Sie benötigen größere Mengen, wollen Ihr Einkaufsvolumen konzentrieren oder benötigen Produkte, die wir nicht im Programm führen? Wir vergleichen gern für Sie die besten Quellen am Markt und unterbreiten Ihnen gleich mit dem ersten Angebot den bestmöglichen reichelt Preis.

### Weller Lötstation WE1010

Die stärkste Lötstation in Ihrer Klasse!

ESD-sichere Lötstation mit hoher Temperaturstabilität und intuitiver Navigation. Die Standby Funktion mit automatischem Setback schützt das Werkzeug und die Umwelt.

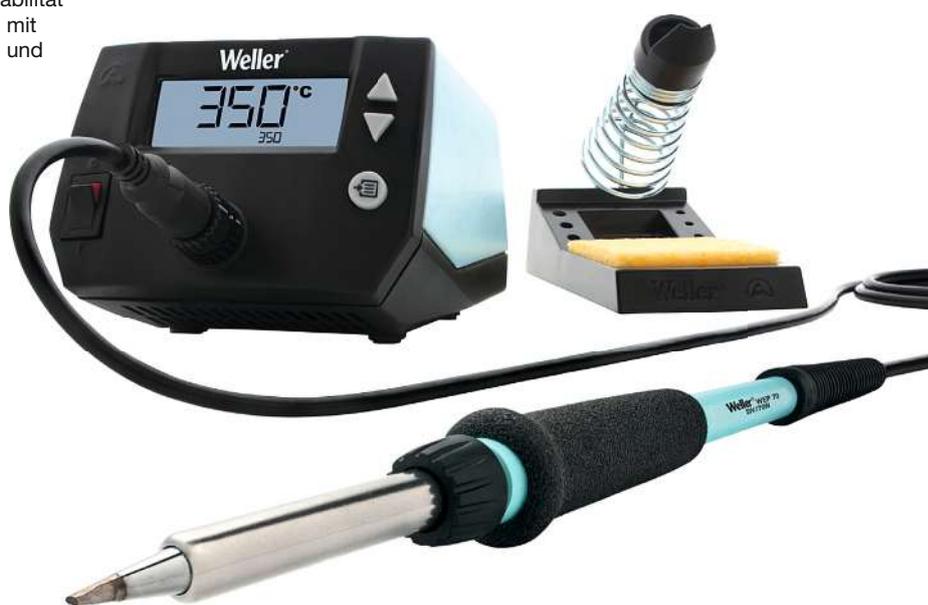
- leistungsstark - 70 W
- benutzerfreundlich - klares LC-Display
- kosteneffizient - geringe Betriebskosten



**BESTSELLER**

Bestell-Nr.: **WELLER WE1010**

**164,69**



Weller®

LÖSUNGEN KOSTENGÜNSTIG UMSETZEN

**FLEXIBEL UND  
BETRIEBSSICHER  
DURCHSTARTEN**



Jetzt entdecken ▶



- Top Preis-Leistungs-Verhältnis
- über 110.000 ausgesuchte Produkte

- Zuverlässige Lieferung – aus Deutschland in alle Welt.

Bestellservice: +49 (0)4422 955-333

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

**reichelt**  
elektronik – The best part of your project

Es gelten die gesetzlichen Widerrufsregelungen. Alle angegebenen Preise in € inklusive der gesetzlichen MwSt., zzgl. Versandkosten für den gesamten Warenkorb. Es gelten ausschließlich unsere AGB (unter [www.reichelt.de/agb](http://www.reichelt.de/agb), im Katalog oder auf Anforderung). Abbildungen ähnlich. Druckfehler, Irrtümer und Preisänderungen vorbehalten. reichelt elektronik GmbH & Co. KG, Elektronikring 1, 26452 Sande, Tel.: +49 (0)4422 955-333

TAGESPREISE! Preisstand: 12. 10. 2020

## BLEEDINGTOOTH

## Sicherheitslücke in Bluetooth unter Linux entdeckt

Sicherheitsforscher von Google haben eine speziell Linux-Systeme betreffende Bluetooth-Sicherheitslücke entdeckt, die in Linux-Kerneln zwischen Version 4.8 und 5.10 vorliegt. Die als „BleedingTooth“ bezeichnete Schwachstelle im Bluetooth-Stack BlueZ erlaubt eine sogenannte „Zero-Click Remote Code Execution“ auf jedem von der Sicherheitslücke betroffenen Linux-Gerät, das sich innerhalb der Bluetooth-Reichweite eines Angreifers befindet. Da sich die Schwachstelle im Kernel selbst

befindet, lässt sich somit auch Schadcode mit Kernel-Privilegien auf dem betroffenen System ausführen. Intel hat bereits einen Patch für die Sicherheitslücke ausgegeben, der bislang allerdings nur für den Linux-Kernel 5.10 gilt; ältere Versionen sind weiterhin von der Schwachstelle bedroht.

Intel zufolge liegt der Fehler in einer mangelhaften Input-Validierung im BlueZ-Stack. Ein nicht authentifizierter Angreifer kann auf diesem Weg Daten an das Bluetooth-Subsystem in Li-

nux zu senden, dessen Payload im Subsystem keiner weiteren Validierungsprüfung unterzogen wird. Infolgedessen wird die Injektion in das Subsystem eingelesen, was zu weiterer Codeausführung führen kann. Voraussetzung für einen Angriff sei, dass der Angreifer die Bluetooth-MAC-Adresse (Bluetooth Device Address, BD\_ADDR) seines Opfers kenne. Diese lasse sich aber mit entsprechenden Bluetooth-Sniffen leicht herausfinden.

Die Schwachstelle gilt nur für die kurzen Reichweiten eines

Bluetooth-Empfängers. Vor besondere Probleme dürfte die Lücke IoT-Geräte auf Linux-Basis stellen, die Bluetooth aktiv verwenden, da Hersteller von Internet-of-Things-Geräten entsprechende Security-Patches oft nur sehr spät oder nicht ausreichend nachreichen. Falls noch kein Patch für das eigene Linux-System vorhanden ist wird als Workaround empfohlen, Bluetooth zu deaktivieren wenn es nicht benötigt wird. // SG

Google / Intel

## „CORRELATED ELECTRON MATERIAL RAM“

## CeRAM: Der neue nichtflüchtige NVM-Superspeicher?

„Ultimativ preiswert“, „ultraschnell“, extrem breiter nutzbarer Temperaturbereich, kompatibel zu CMOS-Logikpegeln und mit vorhandener Prozesstechnik leicht integrierbar. Zudem nahezu immun gegen Strom- und Spannungsspitzen, magnetische Felder sowie ionisierende Strahlung und praktisch unbegrenzt les- und beschreibbar: Die Initiatoren von CeRAM sprechen ihrer nichtflüchtigen Speichertechnik enormes Potenzial zu – in Anwendungsbereichen vom Edge bis hin zu Rechenzentren.

CeRAM hat aber einen Nachteil: Es ist noch nicht als Produkt erhältlich. Das will ARM ändern und hat dafür seinen Speicherforschungsbereich als eigenständiges Unternehmen mit dem Namen Cerfe Labs ausgegründet. Die bisherigen ARM-Research-Manager Eric Hennenhofer und Greg Yeric werden es als CEO und CTO leiten. Erklärtes Ziel ist es, CeRAM-Speicher sowie ferroelektrischer Transistoren (FeFETs) zu entwickeln und zu lizenzieren. FeRAM-Spezialist Symetrix bleibt als Entwicklungspartner an Bord. Laut ARM-CEO Simon Segars sei Cerfe Labs nun in einer Position, in der es dynamisch agieren und „erfolg-

reich an der Markteinführung dieser bahnbrechenden Technologie arbeiten“ könne.

CeRAM macht sich den Quantenphasenübergang in kohlenstoffdotierten TMO-Materialien (Transition Metal Oxid) zunutze. Eine spannungs- und strominduzierte Verschiebung in der Besetzung der Elektronenorbitale bewirkt laut Symetrix eine enorme Widerstandsänderung. CeRAM zeigt nach Angaben von Cerfe Labs ein stabiles Verhalten in einem Temperaturbereich von einigen wenigen bis mehreren tausend Grad Kelvin. Dies sei möglich, da Elektronenorbital-

schalter adiabatisch sind, also beim Zustandswechsel keine Wärme mit ihrer Umgebung austauschen. Dieser Zustandswechsel soll beim Schreiben und Lesen in wenigen Femtosekunden erfolgen – theoretisch: Mit ersten Testchips habe man immerhin bereits 4 ns erreicht.

Zum Programmieren reichen laut Cerfe Labs Spannungen unter 0,6 V, für das Auslesen 0,2 V aus. Mit weiteren TMO sollen sogar noch niedrigere Pegel möglich sein. Damit wäre CeRAM anders als andere NVM-Techniken kompatibel mit aktuellen CMOS-Logik-Transistoren. Hinzu

kommt die Haltbarkeit: CeRAM soll für über  $10^{12}$  Schreib-/Lesezyklen gut sein. Ein Materialabscheidungsschritt bei der Waferbearbeitung reiche aus, um den nichtflüchtigen Speicher in ein IC zu integrieren – das wäre ideal zum Beispiel für kostensensitive IoT-Chips. Eine Skalierung sei mindestens bis hinunter zu 3-nm-CMOS-Knoten möglich. Damit trifft die Technik die Achillesferse aktueller NAND-Flash-Speicher. Diese lassen sich nicht beliebig nach unten skalieren, da irgendwann einfach nicht mehr ausreichend Ladungsträger für einen stabilen Betrieb in den einzelnen Speicherzellen vorhanden sind.

Wenn es Cerfe Labs gelingt, CeRAM zu kommerzialisieren, könnte dies den Speichermarkt gehörig durcheinanderwirbeln. ARM ist offenbar vom Erfolg überzeugt: Als Starthilfe und „Grundlage für eine Roadmap“ überträgt das Unternehmen rund 150 Patentfamilien an Cerfe Labs und übernimmt eine Minderheitsbeteiligung daran. Darüber hinaus wird der Chief Strategy Officer von ARM, Jason Zajac, Mitglied im Verwaltungsrat des Unternehmens. // ME

Cerfe Labs / Symetrix

Anzeige

**RUBYCON:**  
Kondensatoren für  
höchste Design-Qualität



- **RXG:** Beste radiale 150°C Serie
- **TSV:** Beste SMD Type für 150°C mit Reserve für kundenspezifische Anpassungen
- **PSV:** Kein anderer Hybrid Kondensator kann diesen Ripplestrom erreichen
- **THC:** 125°C Variante als Snap-in verfügbar



+43 1 86 305-0 | office@codico.com |  www.codico.com/shop



PROZESSORMARKT IM UMBRUCH

## Sorgt Edge-KI für RISC-V-Boom?



Bild: New York University

**Yann LeCun:** „Günstige Chips für Edge-KI werden für einen Boom der RISC-V-Architektur sorgen.“

Kommende, günstige Chips für KI-Anwendungen werden für einen Boom der RISC-V-Prozessor-IP sorgen. Das sagte Yann LeCun, Facebooks leitender KI-Wissenschaftler, auf dem Innovationstag des französischen Forschungslabors CEA-Leti. Die vielerorts bereits laufende Umstellung auf RISC-V für den Be-

trieb neuronaler Netzwerke für KI-Edge-Anwendungen werde zudem durch die vorgeschlagene Übernahme von ARM durch Nvidia beschleunigt.

Das Erstarben von RISC-V führe zu einem verstärkten Aufkommen von kostengünstigen, auf KI-Anwendungen optimierte Chips mit einer Neural Processing Unit und RISC-V-Prozessorkernen. Diese werden „unglaublich billig [sein], weniger als 10 US-\$, viele davon kommen aus China, und sie werden allgegenwärtig werden“, sagte der französische KI-Experte. Er stelle sich generell die Frage, ob RISC-V auf dem chinesischen Markt nicht bald die dominante, tonangebende Kraft werde. // SG

Facebook / CEA-Leti

OFFENE PROZESSOR-ARCHITEKTUR

## Renesas nutzt RISC-V für ASSPs

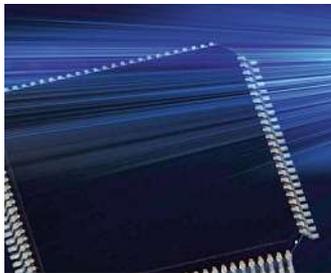


Bild: Renesas Electronics

**More RISC(-V), more fun:** Renesas nutzt – wie mittlerweile immer mehr Unternehmen – die offene Prozessor-Architektur RISC-V als Basis für eigene Controller.

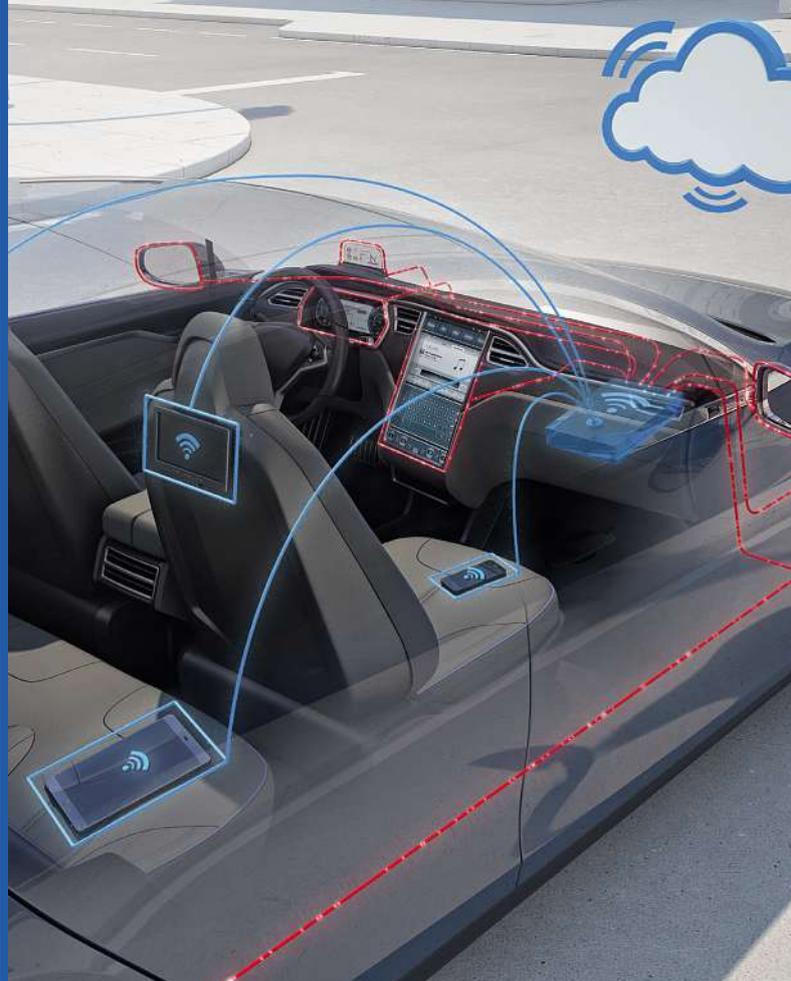
Renesas Electronics hat neue ASSPs (Application-Specific Standard Products) angekündigt, die die 32-Bit-RISC-V-CPU-Cores „AndesCore“ des taiwanesischen Core-IP-Anbieters Andes Technology integrieren. Die Auslieferung von Mustern der System-on-Chips (SoC) an Kunden soll in der zweiten Hälfte des Jahres 2021 beginnen.

Nach eigenen Angaben schätzt Renesas das skalierbare Leistungsspektrum, die Safety-Features und die kundenspezifi-

schon Anpassungsoptionen der Andes RISC-V-Core-IP. Sie würden es Renesas ermöglichen, „innovative Lösungen für künftige ASSPs anzubieten“, erläutert Sailesh Chittipeddi, Executive Vice President, General Manager der IoT und Infrastructure Business Unit von Renesas. „Kunden, die nach kostengünstigen Alternativen für bestehende oder neue Anwendungen suchen, werden bei der Entwicklung sowohl von der Zeit- als auch von der Kostenersparnis profitieren.“

Seinen neuen ASSPs will Renesas dedizierte RISC-V-Tools zur Seite stellen. Entwickler sollen damit die Chips schnell konfigurieren können. Laut Chittipeddi entfallen so RISC-V-Entwicklungs- und Software-Investitionshürden. Zudem werde ein Netzwerk regionaler Renesas-Partner mit spezialisiertem Fachwissen für einen zielgerichteten Kundensupport sorgen, verspricht der Hersteller. // ME

Renesas Electronics



AUTOMOTIVE

## Steckverbinder

Rosenberger steht für innovative Steckverbinder-Systeme, die in modernen Fahrzeugen unverzichtbar sind – heute und in Zukunft:

Ob FAKRA- oder High-Speed-FAKRA-Mini-Steckverbinder, High-Power- oder High-Speed-Daten-Steckverbinder, Hochvolt- oder Magnetsteckverbinder – Qualität und Zuverlässigkeit unserer Automotive-Systeme sind konzipiert für vielfältige Anwendungen:

- Fahrerassistenzsysteme
- Autonomes Fahren
- Navigation und Telematik
- Infotainment und Fond-Entertainment
- Internet und Mobilkommunikation
- Batterielade-Applikationen und Stromversorgung in Elektro- und Hybridfahrzeugen.

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

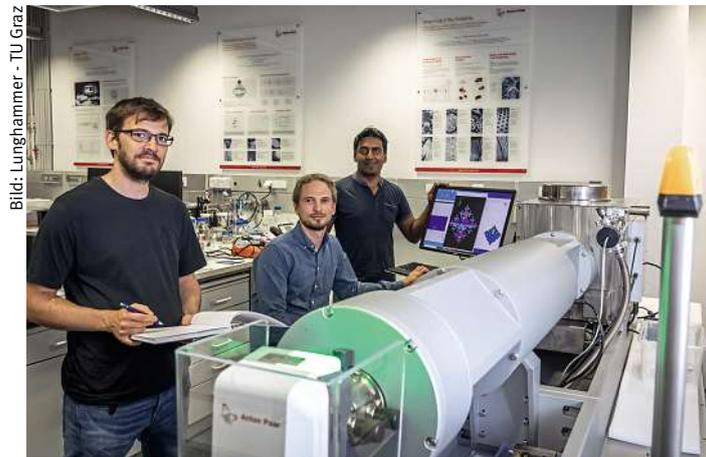
**Rosenberger**

## FORSCHUNG

## Auf dem Weg zu umweltfreundlichen Superkondensatoren

Begrenzte Sicherheit, Nachhaltigkeit und Recyclingfähigkeit sind neben beschränkt verfügbarer Ausgangsmaterialien (z.B. Kobalt) zentrale Nachteile der heutigen Lithium-Ionen-Batterietechnologie. Auf der Suche nach alternativen elektrochemischen Energiespeichern für den Einsatz in der E-Mobilität sowie für die Speicherung von Energie aus erneuerbaren Quellen ist eine Kombination aus Batterie und Kondensator vielversprechend: der „hybride Superkondensator“. Er kann ähnlich schnell geladen und entladen werden wie ein Kondensator und dabei annähernd so viel Energie speichern wie herkömmliche Batterien. Zusätzlich kann er deutlich schneller und viel häufiger geladen und entladen werden – während eine Lithium-Ionen-Batterie eine Lebensdauer von wenigen tausend Zyklen erreicht, schafft ein Superkondensator rund 1 Mio. Ladezyklen.

Eine besonders nachhaltige, bislang aber recht unerforschte Variante eines solchen hybriden Superkondensators besteht aus Kohlenstoff und wässrigem Natriumiodid (NaI) Elektrolyten, mit einer positiven Batterieelektrode und einer negativen Superkondensatorelektrode. Wie ge-



**Harald Fitzek, Christian Prehal und Qamar Abbas (v.l.) an der SAXS-Anlage SAXSpoint 2.0:** Mit ihrer Arbeit an der TU Graz liefern die Forscher neue Erkenntnisse über hybride Superkondensatoren.

nau die elektrochemische Energiespeicherung in diesem Superkondensator funktioniert und was in den nanometergroßen Poren der Kohlenstoffelektrode passiert, haben Forscher der TU Graz nun näher untersucht und ihre Ergebnisse im wissenschaftlichen Journal Nature Communications veröffentlicht.

Mithilfe von Röntgenkleinwinkelstreuung und Raman-Spektroskopie konnten die Forscher erstmals zeigen, dass in den Kohlenstoffnanoporen der Batterieelektrode während der Ladung feste Iod-Nanopartikel entste-

hen, die sich bei der Entladung wieder auflösen. Das widerspricht dem bislang vermuteten Reaktionsmechanismus und hat weitreichende Konsequenzen: Nur aufgrund der Kleinheit der Nanoporen von weniger als 1 nm bleibt das feste Iod stabil. Der Füllgrad mit festem Iod bestimmt dabei, wieviel Energie in der Elektrode gespeichert werden kann. Damit kann die Energiespeicherkapazität der Iod-Kohlenstoffelektroden ungeahnt hohe Werte erreichen, indem sämtliche chemische Energie in den festen Iodpartikeln gespei-

chert wird. Dieses neue Wissen eröffnet Wege zu hybriden Superkondensatoren oder Batterieelektroden mit unvergleichlich höherer Energiedichte bei äußerst schnellen Lade- und Entladevorgängen. Derartige Hybridkondensatoren werden von Qamar Abbas, derzeit Lise-Meitner-Stipendiat des FWF am Institut für Chemische Technologie von Materialien und weiterer Hauptautor der Studie, seit einigen Jahren sehr erfolgreich untersucht und weiterentwickelt.

Hybride Superkondensatoren können nun mit gezielten Verbesserungen angewendet werden: als sichere, nicht entflammare, kostengünstige und nachhaltige Alternative für die stationäre Speicherung elektrischer Energie. Vor allem für die Speicherung von beispielsweise Energie aus Photovoltaik in privaten Haushalten kann das eine attraktive Option sein.

Die Kleinwinkel-Röntgenstreuung macht strukturelle Veränderungen während elektrochemischer Reaktionen sichtbar. Beide Methoden fanden operando statt, das heißt, live während des Ladens- und Entladens einer dafür entwickelten Zelle. // TK

TU Graz

## ELEKTRONIKFERTIGUNG

## SIPLACE steigert Bestückleistung auf 43.250 Bauteile pro Stunde



**Fertigung:** ASM stellt eine SIPLACE SX-Generation vor, die höhere Bestückleistung und mehr Flexibilität bietet.

Der Bestückkopf der SIPLACE SpeedStar CP20 P2 treibt die Bestückleistung um 17 Prozent auf bis zu 43.250 Bauteile pro Stunde hinauf – bei gleichzeitig erhöhter Bestückgenauigkeit und erweitertem Bauteilspektrum. Zusätzliche Möglichkeiten bieten die beiden anderen Bestückkopfoptionen SIPLACE MultiStar und SIPLACE TwinStar, die jetzt für größere Bauteile ausgelegt sind. Es können jetzt auch 50 mm hohe und 240 g schwere Bauteile mit bis zu 100 N Bestückkraft platziert werden.

Das Blaulicht des neuen Kamerasystems erlaubt extrem kontrastreiche Aufnahmen, weitere bauteilspezifische Belichtungseinstellungen und Mehrfachaufnahmen, aus denen 3D Bilder für eine verbesserte Prozesskontrolle errechnet werden. Zu den Neuerungen gehören zudem das OSC Package und das Passive Clinching Tool für THT. Multi-Touch-Monitor und viele Support-Funktionen machen die Bedienung einfacher.

„Mit ihren Wechselportalen und dem Capacity-on-Demand

setzt die SIPLACE SX seit ihrer Einführung die Maßstäbe in der flexiblen Elektronikfertigung. Beim neuen SIPLACE SpeedStar ist unseren Entwicklern Außergewöhnliches gelungen: Der Bestückkopf ist nicht nur deutlich schneller, sondern gleichzeitig auch noch präziser bei gleichzeitig massiv ausgebautem Bauteilspektrum“, erläutert Alexander Hagenfeldt stolz. Er ist Head of Product Marketing bei ASM Assembly Systems. // JW

ASM Assembly Systems



## KÜNSTLICHE INTELLIGENZ VERSTEHT SPRACHE

## Schneller als ein Mensch



Bild: KIT Karlsruhe

Übersetzer in den Hörsälen des KIT im Einsatz. „Die Erkennung spontaner Sprache ist die wichtigste Komponente in diesem System“, erläutert Alex Waibel, Professor für Informatik am KIT, „da Fehler und Verzögerungen bei der Erkennung die Übersetzung unverständlich machen. Die menschliche Fehlerrate liegt um die 5,5%. Unser System erreicht 5,0%.“

**Sprache erkennen:** Eine Künstliche Intelligenz erkennt spontan gesprochene Worte bereits besser als ein Mensch.

Ein Team aus KIT-Wissenschaftlern und Mitarbeitern von KITES, einer Ausgründung aus dem KIT, hat nun weltweit erstmals ein Computersystem programmiert, das diese Aufgabe besser erledigt als Menschen und schneller ist als andere Systeme. Bereits seit 2012 ist mit dem „Lecture Translator“ ein automatischer Live-

Allerdings sei nicht nur die Genauigkeit ausschlaggebend, sondern auch, wie rasch das System das Ergebnis ausgibt, damit Studenten der Vorlesung live folgen können. Diese Verzögerung konnten die Forscher erstmalig auf eine Sekunde reduzieren. Das sei der niedrigste Wert in der sogenannten Latenz, den je ein Spracherkennungssystem dieser Qualität bisher erreicht habe. // HEH

KIT Karlsruhe

## NEUARTIGES RADARVERFAHREN

## Bessere Analysen sind möglich



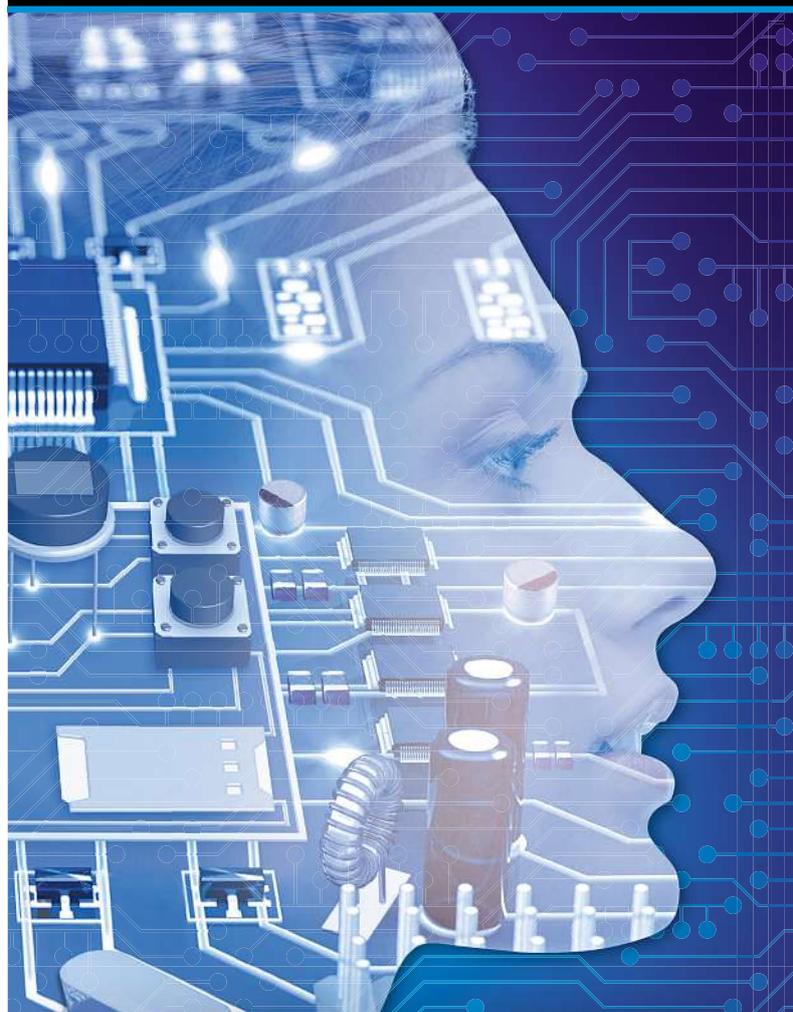
Bild: gemeinfrei

**Radarsignale:** Mit ihnen lassen sich Objekte erkennen, analysieren oder vergleichen.

Am Institut für Robuste Leistungshalbleitersysteme (ILH) der Universität Stuttgart haben Forscher nun ein neues Radarverfahren entwickelt, das die Reflexionen eines Referenzobjekts verarbeitet, ohne das Sendesignal einzubeziehen. Prof. Ingmar Kallfass und sein Team entwi-

ckelten ein Verfahren, das eine Bestimmung der relativen Abstände zwischen einzelnen Reflexionsobjekten ermöglicht. Vorteile gegenüber konventionellem Radar sind beispielsweise die einfachere Architektur des Radarsensors, da er nur aus einem oder mehreren nichtlinearen Empfängern und einem davon unabhängigen Sender besteht. Außerdem besetzt eine räumliche und elektrische Unabhängigkeit von Sender und Empfänger. Das Verfahren eignet sich in der Medizin sowie Sicherheitstechnik, Produktionstechnik und Materialanalyse. Im Gegensatz zu den bekannten Radarverfahren besteht keine gemeinsame Zeit- bzw. Frequenzbasis zwischen Sender und Empfänger. Die Erfindung wurde zum Patent angemeldet. // HEH

Universität Stuttgart



## 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, individuelle Logistik-Lösungen sowie umfangreiche Serviceleistungen.

- Semiconductors
- Passive Components
- Electromechanical Components
- Displays & Monitors
- Boards & Systems
- Storage Technologies
- Wireless Technologies

Informationen zu RUTRONIK:

Tel. +49 (0) 7231 801-0 | [rutronik@rutronik.com](mailto:rutronik@rutronik.com)

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



## TECH-WEBINARE

[www.elektronikpraxis.de/webinare](http://www.elektronikpraxis.de/webinare)

### Live-Webinar am 9.11.2020

## Hochgenau: Robuste Präzisionsmessgeräte entwerfen

Temperatur, Strom, Schwingungen: Hochpräzise Messinstrumente sind vielseitig einsetzbar, angefangen beim Außeneinsatz, über automatisierte Tests bis hin zu F&E- und Kalibrierlabors. Sie lernen in diesem Webinar Design- und Optimierungsaspekte der gesamten Signalkette in hochgenauen Messsystemen kennen.

#### Inhalte des Live-Webinars am 9.11.2020 um 10.00 Uhr

- Herausforderungen und Lösungsansätze für die Messung von Temperatur, Vibration, Strom und anderen analogen Signalen;
- Entwurf robuster Präzisions-Signalketten unter besonderer Berücksichtigung der funktionalen Sicherheit, des Überspannungsschutzes, der EMV-Konformität und der Robustheit über die gesamte Lebensdauer;
- Wie Software-Tools von Analog Devices zur Auswahl und Optimierung der richtigen Präzisions-Messsignalketten angewendet werden.

## WHITEPAPER

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

#### Wie Sie AI- und ML-Prozessoren verlässlich verifizieren

[www.elektronikpraxis.de/wp-43316/](http://www.elektronikpraxis.de/wp-43316/)

#### Wie Luftfeuchte vor Elektrostatik und Viren schützt

[www.elektronikpraxis.de/wp-43413/](http://www.elektronikpraxis.de/wp-43413/)

#### Wireless-Charging fit für die Zukunft

[www.elektronikpraxis.de/wp-43452/](http://www.elektronikpraxis.de/wp-43452/)

#### Den Thermal Runaway bei Schottky-Dioden vermeiden

[www.elektronikpraxis.de/wp-43358/](http://www.elektronikpraxis.de/wp-43358/)

#### Wettbewerbsvorteile durch vorausschauende Wartung

[www.elektronikpraxis.de/wp-43146/](http://www.elektronikpraxis.de/wp-43146/)

## VERANSTALTUNGEN

[www.elektronikpraxis.de/event](http://www.elektronikpraxis.de/event)

#### Automation Software Engineering Kongress

16. - 18. November 2020, digital

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

#### intelligent edge conference

17. - 18. November 2020, digital

[www.intelligent-edge.de](http://www.intelligent-edge.de)

#### Embedded Software Engineering Kongress

30. November - 04. Dezember 2020, digital

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

#### Medizinelektronik unter dem Diktat der MDR

26. Januar 2021, Würzburg

[www.medizinelektronik-mdr.de](http://www.medizinelektronik-mdr.de)

#### Technologietag Leiterplatte

08. - 09. Juni 2021, Würzburg

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

#### 19. EMS-Tag

10. Juni 2021, Würzburg

[www.ems-tag.de](http://www.ems-tag.de)

## SEMINARE

[www.b2bseminare.de](http://www.b2bseminare.de)

#### Messtechnik und Sensorik

17. - 18. November 2020, München

[www.b2bseminare.de/1111](http://www.b2bseminare.de/1111)

#### C++11 und C++14

17. - 19. November 2020, Stuttgart

[www.b2bseminare.de/115](http://www.b2bseminare.de/115)

#### Embedded Systeme erstellen mit Windows 10 IoT

17. - 19. November 2020, Köln

[www.b2bseminare.de/117](http://www.b2bseminare.de/117)

#### Embedded Machine Learning

09. Dezember 2020, München

[www.b2bseminare.de/1112](http://www.b2bseminare.de/1112)

### Partner und Veranstalter:





Messe München

Connecting Global Competence

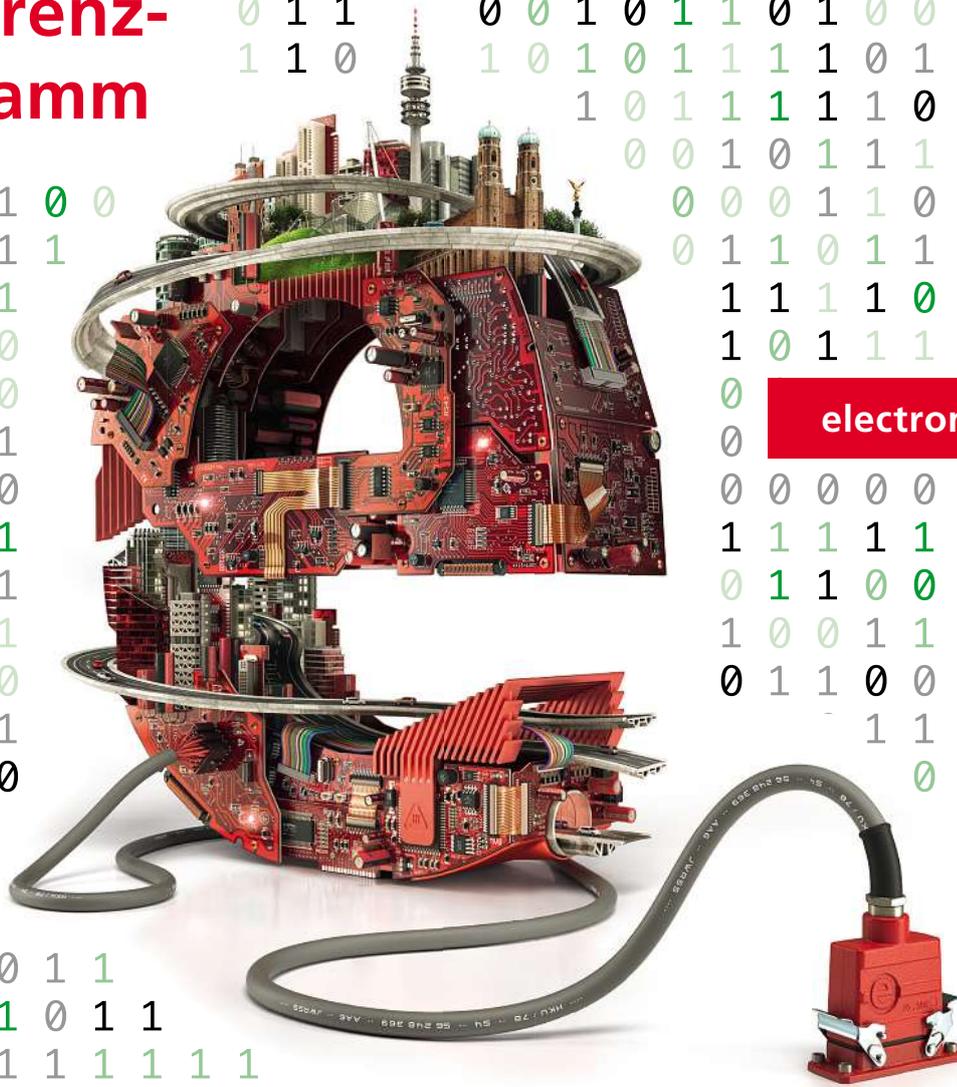
# electronica virtual

Digitale Messe und Konferenz

09.–12. November 2020

Driving sustainable progress

## Konferenzprogramm



[electronica.de](https://www.electronica.de)



**electronica 2020**

Komponenten | Systeme | Anwendungen | Lösungen

# Embedded Platforms Conference

## Digitales Konferenzprogramm

### Tag 1: 11. November 2020, 09:20 – 17:50 Uhr

Zeit	Track 1 – Embedded ICs & Boards	Sprecher
09:20	Conference opening Track 1	
09:30	Offline and in 30 languages	Rudolf Sosnowsky, Hy-line
10:10	Fastening up electronic design by using Computer on Modules	Martin Unverdorben, Kontron Europe
10:50	A Design Thinking approach to smart retrofitting for Industry 4.0 solutions	Antonio Rizzo & Dr. Giovanni Burresti, University Of Siena
11:30	Choose the right connectivity protocol and frequency band for your next connected home, building or factory application	Adrian Fernandez, Texas Instruments
12:10	Accelerating Time to Market and Innovation with Chiplets	Syed Alam, Tanis Communications
12:50	Keynote: How Companies Today are Maximizing Productivity While Minimizing Environmental Impact	Brendan O'Dowd, Analog Devices
13:20	Mittagspause	
14:00	Selecting the Right Flash Memory for Your AI Application: Battery Powered Smart Speaker with Voice Control	Bard Pedersen, Adesto
14:40	Introducing the Ecosystem of the World's First RISC-V based MCU GD23VF103x	Reuben Townsend, Gigadevice
15:20	New Ultra Low Power EDGE device MCU	Christian Ferrier & Geoffroy Gosset, E-peas Sa
16:00	Design Considerations for dual port USB Type-C Power Delivery AC Adapters	Jim Broiles, Texas Instruments
16:40	eFuse: A solution to challenges in overcurrent protection for industrial applications	Walker Mitchell & Pramit Nandy, On Semiconductor
17:20	Connecting solutions for Single Pair Ethernet	Verena Neuhaus, Phoenix Contact
17:50	Ende	

Zeit	Track 2 – Machine Learning & Artificial Intelligence	Sprecher
09:20	Conference opening Track 2	
09:30	Neuromorphic Chips – The Revolution for Embedded Systems?	Gunter Spanner, VHS Electronics
10:00	7 things AI is not	Nicole Lontzek, Celus
10:50	An introduction to ROS-based sensor fusion – How to enhance the detection of human presence	Matthieu Chevrier & Giovanni Campanella, Texas Instruments
12:10	The Future of TSN in Industrial Networks	Tom Weingartner, Analog Devices
12:50	Keynote: How Companies Today are Maximizing Productivity While Minimizing Environmental Impact	Brendan O'Dowd, Analog Devices
13:20	Mittagspause	
14:00	Accelerating Embedded Linux Collaborative Automata with the AWS Cloud	Richard Elberger, Amazon Web Services
14:40	The Intrinsic Value of Software on the Intelligent Edge: Transforming Data into Actionable Information	Mark Carrier & Reiner Duwe, Real-time Innovations
15:20	How to Keep Industrial IoT Secure beyond 2025: Security Challenges and Technologies	Josef Haid, Infineon Technologies
16:00	Achieving mixed Criticality and Category 3, PL d with a x64 Quad Core SoC	Jens Onno Krah & Timo Wilkening, TH Köln
16:40	Increased safety in battery cell transportation to manage and predict thermal runaway	Kudakwashe Chayambuka, VITO/EnergyVille
17:20	The life cycle of a charging station	Alex Van Den Heuvel, Neways Technologies B.v.
17:50	Ende	

### Tag 2: 12. November 2020, 09:20 – 17:50 Uhr

Zeit	Track 3 – Sensors & IOT	Sprecher
09:20	Conference opening Track 3	
09:30	An overview of MIOTY and Sidewalk: Two emerging protocols for LPWAN deployments	Lethaby Nicholas, Texas Instruments
10:10	XENSIV™ PAS CO2 sensor – New environmental sensor technology: photoacoustic spectroscopy (PAS) miniaturizes CO2 sensor for high-volume applications	Hicham Riffi, Infineon Technologies
10:50	MEMS Based Wired Condition Monitoring Solution for Industry 4.0	Richard Anslow, Analog Devices
11:30	Developing wearables for a mass market application – a practical experience report	Christoph Budelmann, Budelmann Elektronik
12:50	Keynote 2	
13:20	Mittagspause	
14:00	Human Fall Detection Systems using MEMS 3-axis Acceleration Sensor	Vinod Kumar Ramu, Würth Elektronik Eisos
14:40	Bluetooth 5 for long-range wireless IoT enablement	Jonathan Kaye, Laird Connectivity
15:20	Neonode's Contactless Touch Solutions – for Safer and Germ-free Interaction in Public Spaces	Richard Berglind, Neonode
16:00	Ferrites for sensor coils – design and properties	Dr. Alois Foecker, Neosid Pemetzrieder
16:40	Connecting the Urban Ecosystem through Wireless Technologies	Dino Flore, Qualcomm
17:20	Today and the Future: Microwave Sensors in our Lives	Ray Fang, ST Engineering
17:50	Ende	

Zeit	Track 4 – Software & Tools	Sprecher
09:20	Conference opening Track 4	
09:30	Functional safety simply implemented	Peter Brinkmann, Brinkmann Electronic Berlin
10:10	The hidden risks in off-target testing – Requirements for a safe and modern embedded development workflow	Daniel Penning, embeff
10:50	Efficient and Secured Implementation of Post-Quantum Cryptography	Thomas Poeppelmann, Infineon Technologies
11:30	How Embedded Platform can help companies in the COVID time	Bruno Cesanelli, Fa Luce
12:10	IoT security embedded in memory cards	Christian Ullrich, Swisbit
12:50	Keynote 2	
13:20	Mittagspause	
14:00	Leveraging Microkernel Architecture for Embedded Virtualization	Leo Hendrawan, Blackberry Qnx
14:40	Toolchains for Embedded Software Development – Towards Transparency and Traceability	Dmitry Chibisov, Dr. Chibisov Software Quality
15:20	TRICE – Open Source embedded Software-Tracing & Logging: fast, small & comfortable	Thomas Höhenleitner, Baumtec
16:00	Patenting software in the context of embedded systems	Jochen Reich, Reich-IP
16:30	Adding and optimizing wireless connectivity in embedded applications	Henry Wiechman, Texas Instruments
17:00	Next Wave of Precision Conversion Solutions Post-Moore's Law	Michael Hennessy, Analog Devices
17:30	Ende	

# Automotive Conference (eAC)

## Digitales Konferenzprogramm

09. November 2020, 09:45 – 17:50 Uhr

Zeit		Sprecher
09:45	Conference opening	
10:00	Keynote 1: Lighting Technologies enabling New Comfort and Safety Features	Dr. Wolfgang Huhn, Audi
10:40	Keynote 2: Markets and Technologies for Autonomous Driving	Torsten Gollewski, ZF
11:20	Keynote 3: tbd	Dr. Joachim Fetzer, Marelli

Zeit	Track 1 – Technology Trends for E-Drives and Car Interior	Sprecher
<b>Chair: Manuel Alves, NXP Semiconductors</b>		
12:00	E-maschinen 48V	Dagmar Münch, Hogenes
12:40	Wide Bandgap Automotive	Manuel Gärtner, STMicroelectronics
13:10	Mittagspause	
<b>Chair: Thomas Nindl, Brusa</b>		
14:00	Battery Cell Connection – Backbone for Battery Modules	Dr. Wolfgang Bochtler, Mekttec Europe Viktor Bayrhof, Liebherr-Verzahntechnik
14:40	Breakthrough innovation for electrical connection of battery modules	Christina König, KOSTAL Kontakt Systeme
<b>Chair: Robert Kraus, Inova Semiconductors</b>		
15:20	Scalable and intelligent IC system solutions for future interior car lighting	Ziya Örs, Elmos Semiconductor
16:00	DVN-I (DrivingVisionNews Interior)	Carsten Befelein, DVN-I

Zeit	Track 2 – Technology Trends for Car IT in Connectivity, Cloud and Security	Sprecher
<b>Chair: Jürgen Weyer – Ideas &amp; Motion</b>		
12:00	Android for Cars – Building a joint platform and ecosystem for safe & seamless connected experience in every car	Jens Bussmann, Google
12:40	Car in the cloud: paving the way for the future of mobility – Learn how to innovate at scale with AWS Automotive	Max Cavazzini, EMEA of Amazon Web Services
13:10	Mittagspause	
<b>Chair: Josef Schriek, Wonder Automotive</b>		
14:40	Automotive Hypervisors: Security and Safety for Rich Automotive Applications	Michael Hohmuth, Kernkonzept
<b>Chair: Hans Adlkofer, Infineon Technologies</b>		
15:20	Mesh-Networks – „Internet of Moving Things“	Joao Barros, Veniam
16:00	3D shapable heater technology and potentials	Juha Kokkonen, Canatu

Zeit	Panel Discussion	Sprecher
16:40	Intro Speeches for Panel Discussion	Peter Schiefer, Infineon Technologies Thomas Grasshoff, SEMIKRON
17:15	Panel discussion: Challenges for High-Voltage Applications and Technologies	Gregg Lowe, Cree; Peter Schiefer, Infineon Technologies; Dr. Joachim Fetzer, Marelli; Thomas Grasshoff, SEMIKRON

# electronica *virtual*

## Die digitale Messe und Konferenz der Elektronikbranche

---

Willkommen zur digitalen Plattform der electronica 2020:

Dieses Jahr wird die Messe vom **09. bis zum 12. November** rein virtuell stattfinden. Mit der **electronica virtual** bieten wir unseren Ausstellern und Besuchern die Möglichkeit, sich trotz Reisebeschränkungen zu treffen und sich über Produktneuheiten sowie innovative Lösungen im Bereich der Elektronik auszutauschen.

## Die **electronica virtual** auf einen Blick

---

- **Virtuelle Ausstellung** für Produktpräsentationen, Gespräche und Networking
- Hochkarätiges, **virtuelles Konferenzprogramm** mit Vorträgen von Top-Fachreferenten für Ihren Wissensvorsprung
- Breitgefächertes, **virtuelles Forenprogramm** in Zusammenarbeit mit unseren Partnern (Aspencore, Electronic Specifier, Open Systems Media, Vogel, WEKA)
- Innovationen und **Produktpremi**en aus allen Bereichen der Elektronik

## Konferenzdaten

<b>electronica Automotive Conference (eAC):</b>	09. November 2020
<b>electronica Embedded Platforms Conference (eEPC):</b>	11.–12. November 2020
<b>electronica Medical Electronics Conference (eMEC):</b>	09.–10. November 2020
<b>Wireless Congress:</b>	10.–12. November 2020

## Kontakt

**Messe München GmbH**

Tel. +49 89 949-11458

Fax +49 89 949-11459

[info@electronica.de](mailto:info@electronica.de)

Mehr Informationen:  
[electronica.de](http://electronica.de)

# Entfernungsmessung und Objekterkennung mit TOF-Kameras

THOMAS BRAND \*

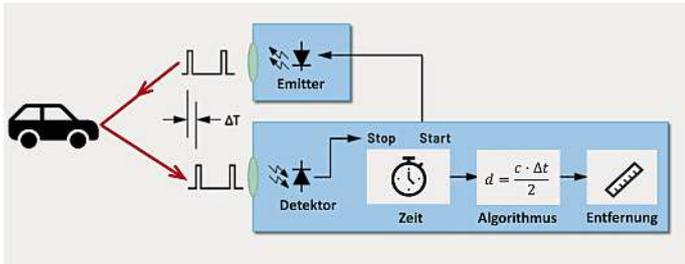


Bild 1: Prinzipdarstellung zur Funktion der Time-of-Flight-Messung.

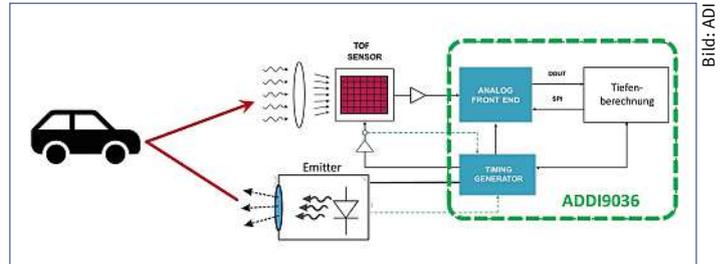


Bild 2: Blockdiagramm einer Komplettlösung eines ToF-Systems.

Entfernungsmessung und Objekterkennung spielen in vielen Bereichen eine wichtige Rolle. Sei es in der Fabrikautomation, bei Robotik-Anwendungen oder in der Logistik. Vor allem in Bezug auf die Sicherheit gilt es, überall Objekte oder Personen in einer bestimmten Entfernung zu detektieren und darauf zu reagieren. Beispielsweise muss ein Roboterarm sofort stoppen, sobald sich ein Arbeiter in seinem Gefahrenbereich befindet.

Hierbei werden Laufzeitverfahren (Time of Flight, ToF) zunehmend wichtiger. Bei dieser Technik wird ein Lichtpuls beispielsweise von einer Laserdiode emittiert. Anschließend werden die an einem oder mehreren Objekten reflektierten Lichtstrahlen von einem Sensor bzw. einer Kamera erfasst. Die Zeitverzögerung  $\Delta t$  zwischen dem Aussenden des Lichts und dem Empfang des reflektierten Lichts ist proportional zur Entfernung (doppelter Abstand zwischen Kamera und Objekt).

Der Abstand wird als Tiefe  $d = (c \times \Delta t) / 2$  berechnet, wobei  $c$  die Lichtgeschwindigkeit ist. Eine ToF-Kamera gibt somit neben 2D-Daten auch die benötigten Tiefeninformationen aus.

Im Gegensatz zu LIDAR (engl. Light Detection And Ranging) lässt sich mit dem Laufzeitverfahren (ToF) ein komplettes Bild auf einmal aufnehmen. Es muss weder zeilenweise abgetastet werden, noch muss eine

relative Bewegung zwischen Sensor und den betrachteten Objekten vorliegen.

Die Laufzeit des Lichtpulses bei ToF wird in der Regel auf zwei Arten gemessen: Einzel- und Mehrfachpulsbetrieb.

## ToF-Betriebsarten: Einzel- und Mehrfachimpuls

Während beim Einzelpulsbetrieb die Laufzeit zwischen dem emittierten und dem empfangenen Lichtpuls gemessen wird, wird beim Mehrfachpulsbetrieb die Phasenverschiebung zwischen den emittierten und empfangenen, modulierten Lichtpulsen ermittelt.

Beide Betriebsarten bieten Vor- und Nachteile. Der Einzelpulsbetrieb ist das schnellere und kostengünstigere Verfahren, da u.a. Standard-CMOS Technik verwendet wird.

Der Mehrfachpulsbetrieb ist zwar teurer, da CCD-CMOS-Kameras notwendig sind und zudem bestimmte Frequenzen beim Senden der Lichtpulse einzuhalten sind. Dieses Verfahren ist jedoch genauer und bietet eine höhere Auflösung als der Betrieb mit Einzelpulsen.

Aus den vorliegenden Pixelgrößen resultieren hohe Kamera-Auflösungen, mit denen nicht nur Entfernungsmessungen, sondern ebenso Objekt- und Gestenerkennungen durchgeführt werden können. Die dabei zu messenden Entfernungen reichen von wenigen cm (<10 cm) bis zu mehreren Metern (<15 m).

Leider können nicht alle Objekte gleichermaßen detektiert werden. Die Beschaffenheit, der Reflektionsgrad und die Geschwindigkeit des Objektes beeinflussen das Messergebnis. Ebenso können Umwelteinflüsse

wie Nebel oder starkes Sonnenlicht das Messergebnis verfälschen. Bei letzterem hilft jedoch eine Umgebungslichtunterdrückung (engl. Ambient Light Suppression).

Halbleiterhersteller bieten Komplettlösungen von 3D-ToF-Systemen, die schnell implementiert werden können. Sie integrieren u.a. Datenverarbeitung, Lasertreiber, Energieverwaltung sowie Software/Firmware, die auf einer Steuerelektronik zusammengefasst sind. Weitere Bestandteile sind ein Emitter, der das frequenzmodulierte, optische Signal aussendet und ein Detektor, der das reflektierte Signal registriert. Ein Blockdiagramm ist in Bild 2 gezeigt.

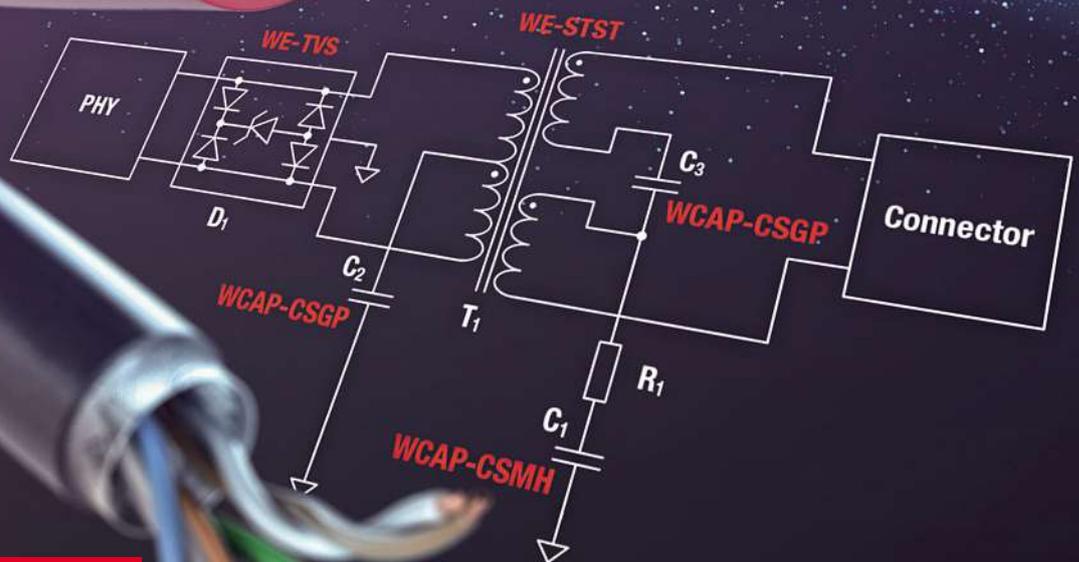
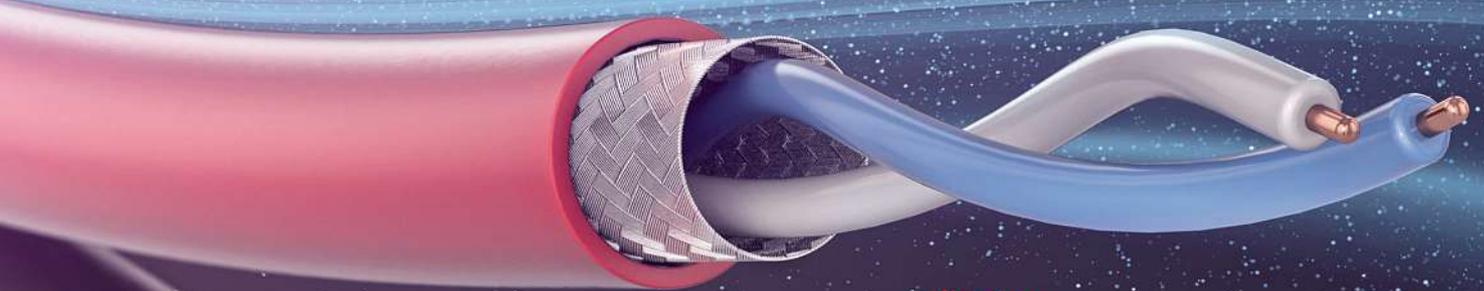
Wer ein entsprechendes System selbst aufbauen möchte, kann ein kommerziell erhältliches analoges Front End (AFE) mit integrierter Tiefenberechnung verwenden. Diese Funktion bietet u.a. der ADDI9036. Dabei handelt es sich um einen vollständigen CCD-ToF-Signalprozessor mit integriertem Laserdioden-Treiber, einem 12 Bit A/D-Wandler sowie einem hochpräzisen Taktgenerator, der die Zeitmessung sowohl für die CCD-Kamera als auch für die Laserdiode regelt. Das analoge Front End wandelt ebenfalls die Rohdaten vom VGA-CCD-Sensor in Tiefen-/Pixeldaten um.

Analog Devices bietet mit Partnern fertige Module und Entwicklungsplattformen an. Die Evaluierungssysteme können für die Entwicklung von kundenspezifischen Algorithmen verwendet werden. Die fertigen Module und Plattformen beschleunigen die Entwicklung und sind für Anwendungen in der Industrie und im Automobilbau wichtig. // KR

Analog Devices



\* Thomas Brand  
... arbeitet als Field Application Engineer bei Analog Devices in München.



## TITELSTORY

Für das Single Pair Ethernet (SPE) nach IEEE802.3 sind Sicherheitsanforderungen nach IEC62368-1 definiert. Nach dieser Norm ist eine Spannungsfestigkeit von 1500 V/60 s gefordert. 50-V-Isolationskondensatoren allein, die üblicherweise für Automotive-Ethernet-Anwendungen verwendet werden, können diese Anforderung nicht erfüllen. Stattdessen werden Designs mit Signaltransformatoren empfohlen, um alle Anforderungen hinsichtlich Signalintegrität und Sicherheit gemäß IEEE802.3cz (10BASE T1) und IEEE 802.3bw (100BASE-T1) zu erfüllen.

# Was beim Filter-Design für das Single Pair Ethernet zu beachten ist

*Filter für das Single Pair Ethernet müssen höchste Anforderungen erfüllen, denen 50-V-Isolationskondensatoren nicht gerecht werden können. Lesen Sie hier, worauf es beim Filter-Design ankommt.*

MARTIN LEIHENSEDER UND SIMON MARK \*

Aus dem Automobilssektor stammend, gibt es bereits fertige Schaltpläne für Single Pair Ethernet für 100BASE-T1 mit einer Gleichtaktrossel, zwei in Serie geschalteten Kondensatoren und einem Abschlussnetzwerk für CM-Störungen, die durch die Übertragung über das Kabel entstehen (Bild 1).

Außerhalb dieser Automotive-Applikation folgt die Norm IEEE 802.3 für Signalsysteme der Isolationsanforderung nach der IEC 62368 1, die eine Spannungsfestigkeit von  $1500 V_{AC}$  für 60 s fordert. Dieser hohen Isolationsspannung können 50-V-Kondensatoren, die hier normalerweise verwendet werden, nicht standhalten, sodass nach alternativen Lösungen gesucht werden muss.

## Schaltungen für 10BASE-T1 und 100BASE-T1

In diesem Kapitel werden drei Schaltungen für die beiden Fälle 10BASE-T1 und 100BASE-T1 verglichen:

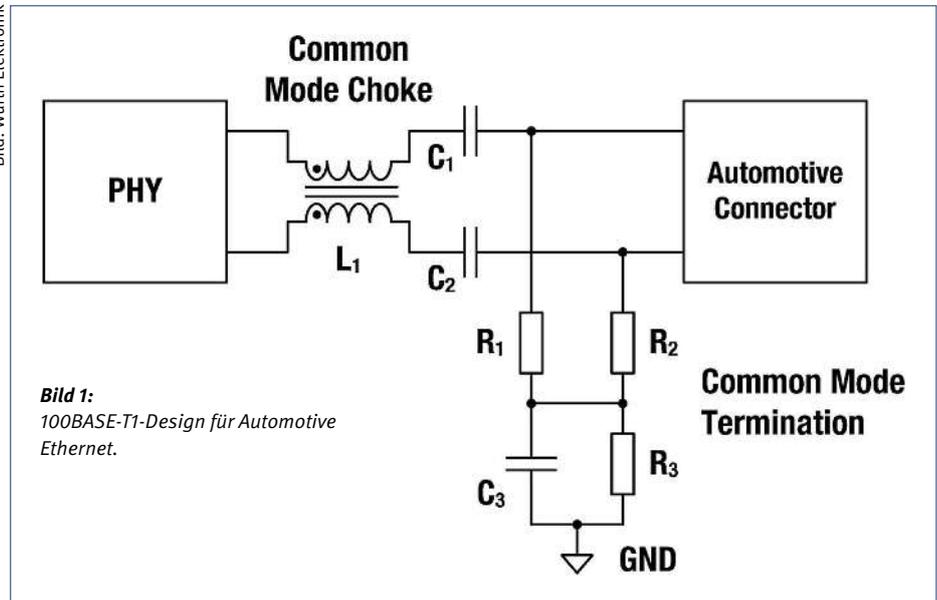
- Schaltung mit 50-V-Kondensatoren,
- Schaltung mit 2000-V-Kondensatoren,
- Schaltung mit Signaltransformatoren.

Das Schaltbild der Kondensatorlösungen ist in Bild 1 abgebildet. Sowohl für SPE 10BASE T1, als auch für 100BASE T1 wird das Schaltbild mit zwei seriell geschalteten Kondensatoren verwendet. Da die untere Grenzfrequenz im Fall von 10BASE T1 100 kHz beträgt, wird eine Gleichtaktrossel mit einer niedrigen Resonanzfrequenz gewählt. Aufgrund der hierfür erforderlichen hohen Induktivität, ist die Gleichtaktrossel entsprechend groß.

\* Martin Leihenseder  
... ist Team Leader Product Management  
bei der Würth Elektronik eiSos GmbH & Co. KG  
in Waldenburg.

Simon Mark \*  
... ist Application Engineer bei der Würth Elektronik  
eiSos GmbH & Co. KG in Waldenburg.

Bild: Würth Elektronik



Der Schaltplan der Transformatorlösung für 10BASE-T1 ist in Bild 2 dargestellt. Der Transformator gewährleistet durch die GND-Terminierung der Mittelabzapfung über Kondensatoren eine gute Unterdrückung von Common-Mode-Störungen im niedrigen Frequenzbereich. Der Kondensator  $C_3$  zwischen den beiden mittleren Pins erweitert die Bandbreite im unteren Frequenzbereich des Transformators um bis zu 35 kHz und verbessert so die Rückflussdämpfung (RL, return loss) bei niedrigen Frequenzen.

Der Kondensator  $C_2$  am Mittelabgriff des Übertragers hat zwei Aufgaben. Zum einen verhindert er einen Kurzschluss der Offsetspannung zu GND, welche der PHY ausgibt und über die das Datensignal überlagert ist. Zum anderen gewährt er eine HF-Anbindung an Masse, damit Gleichtakt-Störungen über ihn gut abgeleitet werden. Die Symmetrierung der Signale um 0 V geschieht nach dem Übertrager, da er nur den Wechselspan-

nungsanteil im Signal durchlässt und die DC-Offsetspannung blockiert.

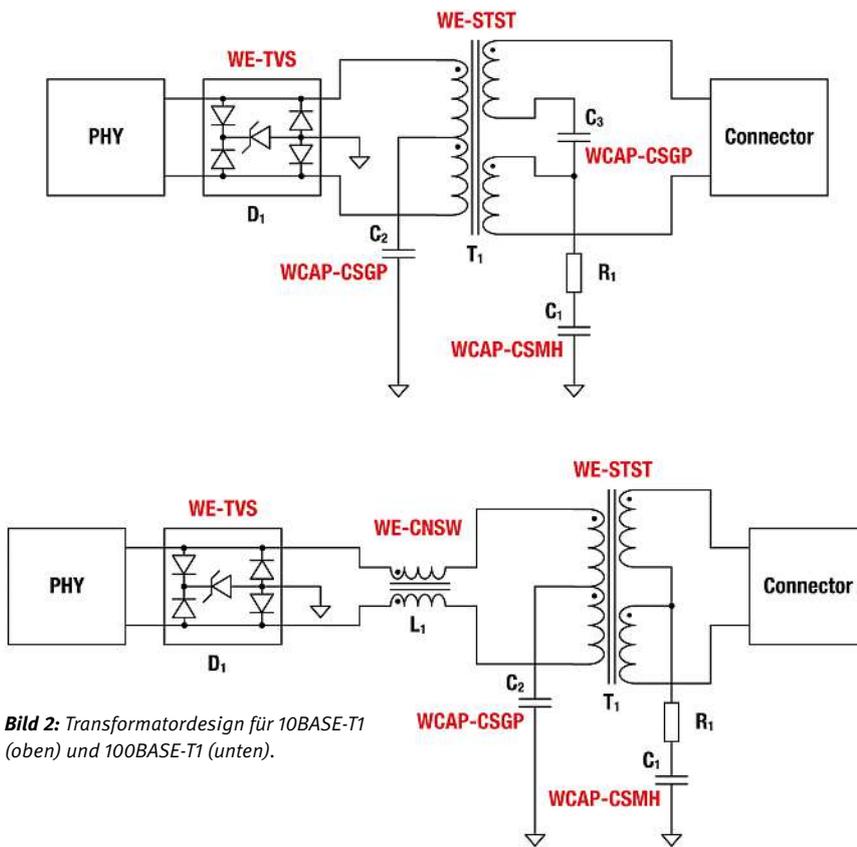
Ein optionales TVS-Dioden-Array wurde implementiert, um den PHY-Chip vor ESD-Problemen zu schützen.

Im Gegensatz zum 10BASE-T1-Design ist für das 100BASE-T1-Transformator-Design eine Gleichtaktrossel auf der PHY-Seite erforderlich. Sie verbessert das Gleichtaktverhalten bei höheren Frequenzen. Auf den Kondensator  $C_3$  wird verzichtet, da die Grenzfrequenz von 1 MHz bei 100BASE-T1 höher ist als bei 10BASE-T1 (100 kHz).

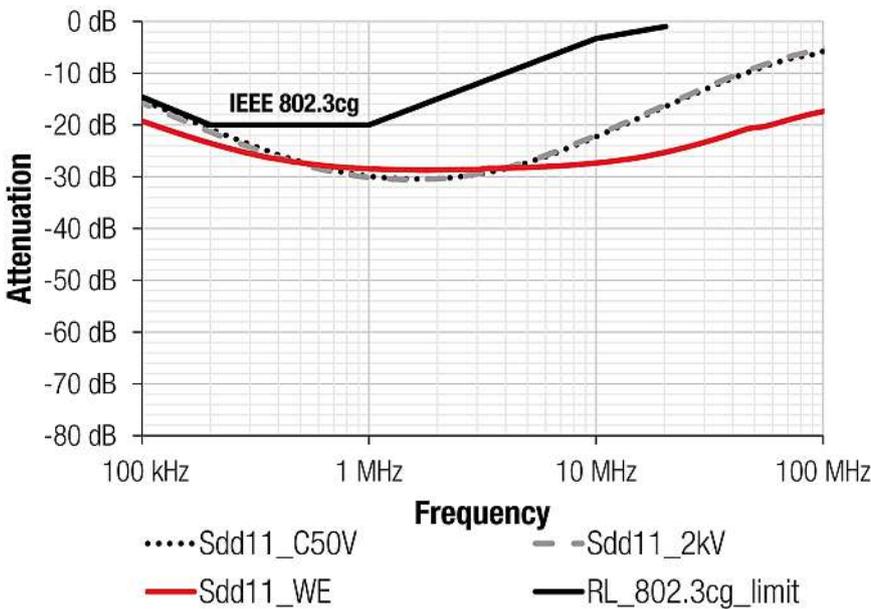
## Betrachtung des Filterdesigns für 10BASE-T1

Wie Bild 3 zeigt, sind im Falle der Rückflussdämpfung  $S_{dd1}$  die Werte der Kondensatorlösungen nahezu identisch (50-V-Kondensatoren vs. 2-kV-Kondensatoren). Dennoch muss darauf geachtet werden, dass im Rahmen der EMV-Anforderungen der Störfestig-

Bild: Würth Elektronik



**Bild 2:** Transformator-Design für 10BASE-T1 (oben) und 100BASE-T1 (unten).



**Bild 3:** 10Base-T1-Return-Loss-Messung mit Kondensatorlösung (schwarz und grau) und Transformatorlösung (rot).

„Eine Transformatorlösung ist sowohl für 10BASE-T1 als auch für 100BASE-T1 die kompakteste und in Bezug auf die Signalstabilität geeignetste Lösung für Single Pair Ethernet.“

Martin Leihenseder, Würth Elektronik

keit gegen schnelle Transiente (Burst) die Kondensatoren eine Nennspannung von 2 kV haben sollten. Zwischen 100 und 200 kHz liegen diese Werte der Rückflussdämpfung sehr nahe an den IEEE-Grenzwerten. Deutlich bessere Werte werden mit dem Transformator-Design (rote Kurve) erreicht, das auch bei Frequenzen über 5 MHz bessere Ergebnisse als die Kondensatorlösungen liefert.

Wie in Bild 4 gezeigt, weisen alle drei Designs sehr gute Werte für den Mode Conversion Loss (Rückflussdämpfung  $S_{dc11}$ ) auf. Die Differenz zwischen dem Grenzwert und den gemessenen Werten liegt zwischen 30 und 40 dB über den gesamten Frequenzbereich. Die Kondensatorlösungen sind zwischen 0,1 und 6 MHz etwas besser und die Transformatorlösung zwischen 6 und 20 MHz.

Da es nicht bei allen Übertragern möglich ist, den Mittelpin zu teilen, kann alternativ zu  $C_3$  zwischen den Übertrager-Mittelpins auch zwei Kondensatoren an den äußeren Übertrager-Pins eingesetzt werden. Dies hat so nur minimale Auswirkungen auf Return Loss und Mode Conversion Loss. Für Übertragungen ohne Power over Data Line (PoDL) reichen platzsparende Niederspannungskondensatoren mit z.B. 25 V Isolationsspannung.

### Worauf es bei 100BASE-T1 ankommt

Die besten Werte der Rückflussdämpfung für 100BASE-T1 (nicht abgebildet) hat das Design mit den 2-kV-Kondensatoren. Alle Designs haben bezüglich der Rückflussdämpfung jedoch einen ausreichenden Abstand zum Grenzwert von mindestens 3 dB.

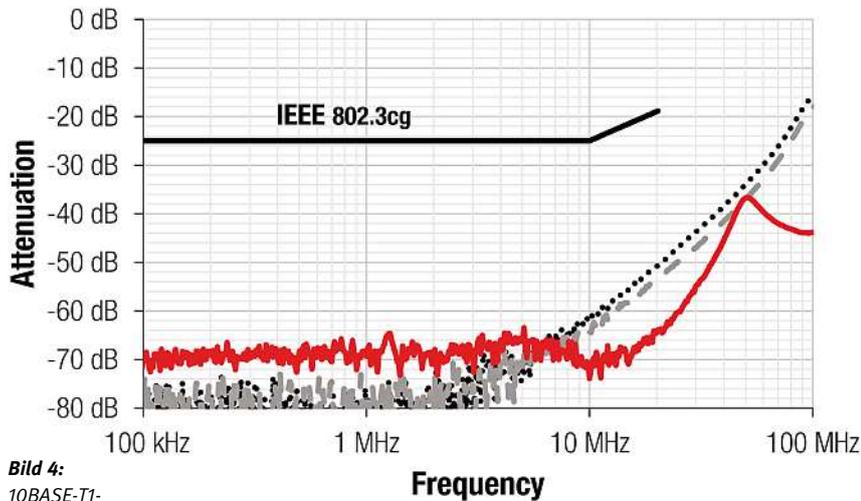
Beim Mode Conversion Loss (Rückflussdämpfung  $S_{dc11}$ , siehe Bild 5) liegen die gemessenen Werte des Designs mit den 50-V-Kondensatoren ab 25 MHz sehr nahe an der Grenze der IEEE-Norm und in einigen Fällen sogar fast darüber. Das Transformator-Design und das der 2-kV-Kondensatoren erweisen sich hier als die besseren Alternativen. Ihre Messkurven haben in diesem Frequenzbereich einen deutlich größeren Abstand zur Grenzwertkurve (ca. 3 dB).

### Die Vorteile der Transformatorlösung

Wie zu sehen ist, kann nicht garantiert werden, dass die Kondensator-Designs die Anforderungen an die Rückflussdämpfung nach IEEE802.3 für 10Base-T1 erfüllen.

Außerdem ist im Falle der 2-kV-Kondensatorlösung die auf der Leiterplatte erforderliche Fläche aufgrund der massiven Gleichtakt-drossel und der großen Kondensatoren im Vergleich zum Transformator-Design

Bild: Würth Elektronik



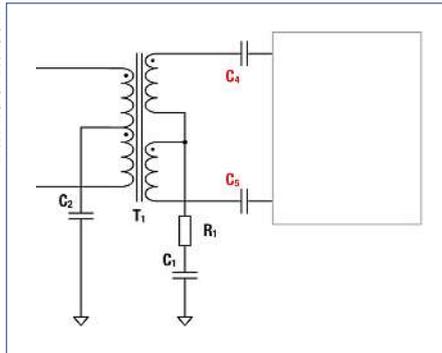
**Bild 4:**  
10BASE-T1-  
Mode-Con-  
version-Loss-  
Messung.

.....Sdc11\_C50V      - - -Sdc11\_2kV  
— Sdc11\_WE              — DCMR\_802.3cg\_limit

groß. Bei den 100BASE-T1-Designs erweist sich die 50-V-Kondensatorlösung als nur bedingt geeignet, die Anforderung an den Mode Conversion Loss bei Frequenzen >30 MHz zu erfüllen.

Selbst wenn man die Tatsache der vorgeschriebenen galvanischen Trennung nach IEC 62368-1 außer Acht lässt, ist eine Transformatorlösung sowohl für 10BASE-T1 als auch für 100BASE-T1 die kompakteste und in Bezug auf die Signalstabilität die geeignetste Lösung für Single Pair Ethernet. // TK

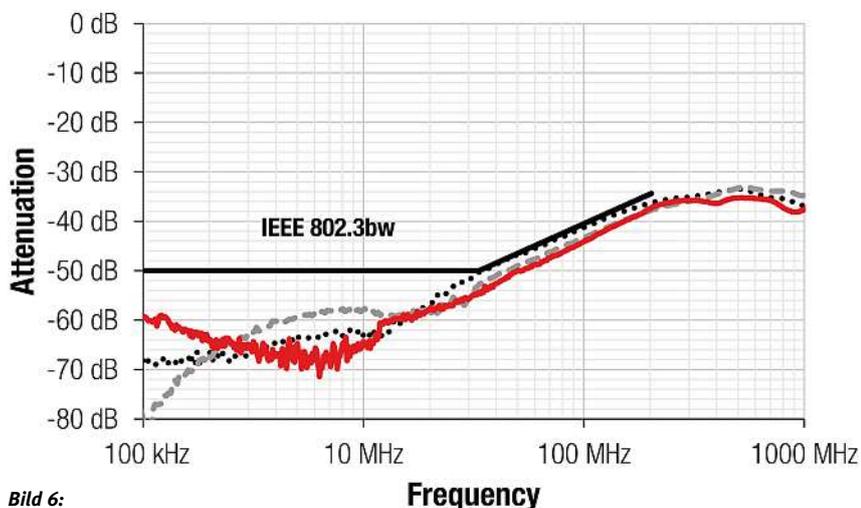
Bild: Würth Elektronik



**Bild 5:** Übertragerdesign mit Kondensatoren vor den äußeren Übertragerpins.

Würth Elektronik

Bild: Würth Elektronik



**Bild 6:**  
100Base-T1-  
Mode-Con-  
version-Loss.

.....Sdc11\_C50V      - - -Sdc11\_C2kV  
— Sdc11\_WE              — IEEE802.3bw

# Switchable Current



Think Life Enjoy Light

## SELF Power Supplies Serien SLD20 + SLD35

- 20 und 35 Watt Leistung
- Schutzklasse II, SELV-Ausgang
- Flickerfreies Design
- Konstantstrom in 50 mA Schritten wählbar
- DALI 2 und 1-10V Schnittstelle
- 5 Jahre Herstellergarantie

## Distribution by Schukat electronic

- Über 250 Hersteller
- 97% ab Lager lieferbar
- Top-Preise von Muster bis Serie
- Persönlicher Kundenservice

Onlineshop mit stündlich aktualisierten Preisen und Lagerbeständen

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

**SCHUKAT**  
electronic

# Wie wartungsfreie Energiespeicher die Ausfallsicherheit erhöhen

*Eine stabile Spannungsversorgung ist für den zuverlässigen Betrieb von Industrieanlagen enorm wichtig. Puffermodule auf Basis wartungsfreier Energiespeicher erhöhen die Ausfallsicherheit.*

ANDREAS SCHAMBER \*



Bild: Phoenix Contact

**Bild 1:** Ausfallsicher in die Industrie 4.0: Mit dem Puffermodul Quint 4 CAP wird die Anlagenverfügbarkeit weiter erhöht.

**H**ohe Anlagenverfügbarkeit und geringe Ausfallkosten sind wichtige Voraussetzungen für den wirtschaftlichen Anlagenbetrieb. Dies ist aber nur mit zuverlässigen Komponenten und aufeinander abgestimmten Systemen möglich. Die Absicherung – mithilfe kondensatorbasierender Puffermodule für 24 V Gleichstrom – ist ein wichtiger Bestandteil der Gesamtinstallation, um Spannungsschwankungen

auszugleichen und Ausfälle zu verhindern (Bild 1).

Mit der digitalen Transformation zur Industrie 4.0 stehen die Betreiber von Fertigungsanlagen vor neuen Herausforderungen. Maschinen und Anlagen sowie deren elektrische Einrichtungen werden zunehmend intelligenter – und dadurch komplexer im Aufbau. Die Anforderungen an das Monitoring und an die Zuverlässigkeit der



\* Dipl.-Ing. Andreas Schamber  
... ist Produktmanager Stromversorgungen bei der Phoenix Contact Power Supplies GmbH in Paderborn.

Anlagen steigen stetig – auch weil deren Wirtschaftlichkeit mehr und mehr in den Vordergrund rückt. Maschinenstillstände verursachen Mehrkosten, die sich niemand leisten kann.

### Zuverlässigkeit und Anlagenüberwachung

Für den zuverlässigen Betrieb von Anlagen ist eine stabile Spannungsversorgung von großer Bedeutung. Spannungsschwankungen und Spannungsspitzen entstehen etwa durch:

- Zu- und Abschalten von Teilen eines Netzes,
- Zu- und Abschalten von leistungsstarken Verbrauchern – hier entstehen Überspannungen,
- Schalten der Relais und Leistungsschalter sowie Auslösen der Sicherungen – hier entstehen häufig transiente Spannungsspitzen,
- Überlastung von Netzen – hier entstehen häufig temporäre Unterspannungen von wenigen Sekunden bis zu mehreren Stunden.

Derartige Spannungsschwankungen können zur Folge haben, dass Fertigungsprozesse unterbrochen werden und Datenverluste entstehen. Im schlimmsten Fall werden die Anlagen stark beschädigt und fallen aus. Vermieden werden derartige Schäden und Ausfälle mithilfe von geeigneten Puffermodulen, in denen die benötigte Energieversorgung aus den Energiespeichern für bestimmte Zeit zur Verfügung gestellt wird (siehe Bild 2).

Ein weiterer wichtiger Gesichtspunkt für mehr Sicherheit und Transparenz ist die Nah- und Fernüberwachung von Anlagen. Auf diese Weise können Ausfälle in Maschinen und Anlagen schneller erkannt und zeitnah vor Ort beseitigt werden. Auch eine Fehleranalyse hilft dem Techniker, das Problem

lokal einzugrenzen und geeignete Maßnahmen einzuleiten.

Diese für die Sicherheit wichtigen Funktionen – sowie noch weitere darüber hinaus – übernehmen die wartungsfreien Puffermodule von Phoenix Contact. Mithilfe dieser Puffermodule – die auch als Kapazitätsmodule bezeichnet werden – aus der inzwischen vierten Generation der Produktlinie „Quint“ ist es möglich, Spannungsunterbrechungen auf der 24-V-Gleichstromseite auszugleichen und dabei die notwendigen Statusmeldungen an die angeschlossene Steuerung oder an den Industriecomputer zu übermitteln.

Bei kritischen Zuständen – etwa bei Spannungseinbrüchen oder bei einem Totalausfall – können betriebsnotwendige oder sicherheitsrelevante Funktionseinheiten mit Energie versorgt werden, um die Prozesse sicher abzuschließen oder Anlagenbereiche in einen sicheren Zustand zu überführen. Zudem können die Daten auf Industrie-PCs gesichert und diese gezielt heruntergefahren werden (Bild 3).

Zusätzlich können Signalein- und -ausgänge am Gerät für die Betätigung von Relais genutzt werden. Externe Leuchtmelder für die Vor-Ort-Signalisierung können ebenfalls angeschlossen werden. Dazu ist nur eine direkte Verbindung zwischen dem Signalausgang „Alarm“ und dem SGND-Eingang (Signal Ground, Signalmasse) am Gerät erforderlich.

### Für lange Zeit sicher und wartungsfrei

Soll eine Anlage über viele Jahre sicher und effizient und zudem ohne unnötige Reparaturkosten betrieben werden, müssen alle Komponenten für die Elektroinstallation sorgfältig ausgewählt werden. Dabei spielen Sicherheit und Langlebigkeit der Komponenten eine wichtige Rolle. Auch Puffermodule sollten die Anforderungen an die Langlebig-



## PERSÖNLICH.

Wir suchen die Nähe zu Ihnen und bieten jederzeit ein offenes Ohr, eine helfende Hand und gute Ideen.

### BIDIREKTIONALE HOCHLEISTUNGS-STROMVERSORGUNG.

Delta Elektronika  
SM-Serie 15 kW

**NEU!**  
Jetzt mit integrierter PV-Simulation



- ▶ integrierte Photo Voltaik (PV) Simulation
- ▶ Bidirektionale Leistungsstufe mit NetZRückspeisefunktion
- ▶ Ausgangsspannung bis 1.500 V
- ▶ Wirkungsgrad bis 96 %
- ▶ Großer Eingangsspannungsbereich

### SPEISE- UND RÜCKSPEISE-SYSTEM.

Regatron TC.GSS



- ▶ Ausgangsspannung bis 1.500 V
- ▶ Modular einfach erweiterbar
- ▶ 20 oder 32 kW pro Modul

Bild: Phoenix Contact



**Bild 2:** Bequemes arbeiten: Überwacht und parametrierbar werden die Anlagen über die USB-Schnittstelle am Puffermodul.

## Schulz-Electronic GmbH

Dr.-Rudolf-Eberle-Straße 2 · D-76534 Baden-Baden  
Tel.: +49 7223 96 36 0  
E-Mail: [vertrieb@schulz-electronic.de](mailto:vertrieb@schulz-electronic.de)  
Web: [www.schulz-electronic.de](http://www.schulz-electronic.de)

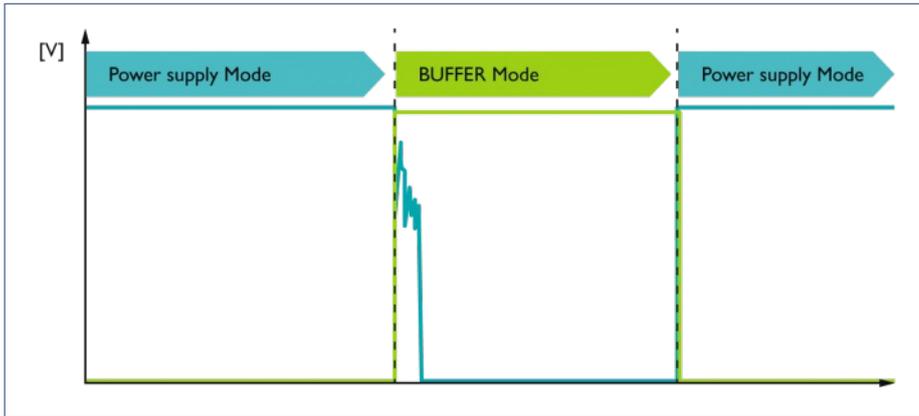


Bild: Phoenix Contact

Die Puffermodule aus der Baureihe Quint, die auf Elektrolyt-Kondensatoren basieren, eignen sich für kurze Spannungsunterbrechungen bis zu einigen Sekunden. Damit können auch Lasten bis zu 40 A gestützt werden. Zusätzlich besitzen die Puffermodule weitere wertvolle Funktionen, wie das Begrenzen der Einschaltströme, um die Netzteile vor Überlastung zu schützen. Zum Schutz der Puffermodule vor möglichen elektrischen Fehlern wurden zahlreiche Schutzmechanismen implementiert. So ist es mithilfe der internen Spannungs- und Stromüberwachung möglich, die Module bei Abweichung von festgelegten Grenzwerten sicher abzuschalten. Damit soll sichergestellt werden, dass es in der Applikation nicht zu Überlastung oder Überhitzung kommt.

**Bild 3:** Auf der sicheren Seite: Bei kurzen Spannungsunterbrechungen bis zu einigen Minuten übernimmt das Puffergerät die Energieversorgung auf der 24 V-Gleichstromseite.

keit erfüllen, um Spannungsschwankungen und Netzunterbrechungen immer zuverlässig ausgleichen zu können. Das oberste Ziel sollte es sein, einen Netzausfall verzögerungsfrei zu überbrücken, um die Betriebssicherheit von Maschinen und Anlagen jederzeit zu sicherzustellen. Zu diesem Zweck bietet Phoenix Contact eine große Auswahl an Komponenten für ganz unterschiedliche

Anforderungen seitens der Anwender. Die Puffermodule gibt es in zwei Produktklassen (Bild 4):

- Puffermodule auf Basis von Elektrolyt-Kondensatoren für kurze Pufferzeiten bis zu einigen Sekunden,
- Puffermodule auf Basis von Doppelschicht-Kondensatoren für längere Pufferzeiten bis zu einigen Minuten.

Weitere Vorteile der Puffermodule sind die umfangreiche optische Signalisierung sowie die erhöhte Konnektivität durch digitale Ausgänge. Die Quint-Produktfamilie der vierten Generation wird kontinuierlich mit neuen Puffermodulen auf Basis von Doppelschicht-Kondensatoren erweitert. Aufgrund höherer Energiedichte erreichen die Module deutlich längere Pufferzeiten – bis hin zu einigen

**ingun**

Partner für die  
**Technologie der Zukunft**

Für maximale Signalqualität  
auch im Grenzbereich.

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

[www.elektronikpraxis.de/heftarchiv](http://www.elektronikpraxis.de/heftarchiv)

**ELEKTRONIK PRAXIS**

**Alle Ausgaben digital lesen**

Im Elektronikpraxis-Heftarchiv stehen Ihnen die Ausgaben und Sonderhefte der vergangenen Jahre kostenlos zum Lesen als PDF oder e-Paper zur Verfügung.

[www.elektronikpraxis.de/heftarchiv](http://www.elektronikpraxis.de/heftarchiv)

**ELEKTRONIK PRAXIS** ist eine Marke der **VOGEL COMMUNICATIONS GROUP**



Bild: Phoenix Contact

**Bild 4:** Umfassendes Angebot: Die Produktfamilie Quint 4 CAP bietet Puffermodule für unterschiedliche Applikationen – Puffermodule 1 kJ (links) und 16 kJ (rechts) auf Basis der Doppelschicht-Kondensatoren sowie das Puffermodul auf Basis der Elektrolyt-Kondensatoren (Mitte).

Minuten. Zudem verfügen die Module über weitere nützliche Sicherheitsfunktionen für den Eigen- und Anlagenschutz.

Dabei geht es um Funktionen wie einen Softstart von Lasten mit hohem Einschaltstrom sowie um eine Überwachung der internen Funktionseinheiten. Mithilfe einer integrierten Temperaturmessung ist es möglich, die einzelnen Funktionseinheiten beim Erreichen von kritischen Temperaturen abzuschalten, um die Applikation und das Puffermodul vor Überhitzung und Beschädigung zu schützen. Auch Überlast bei Kurzschlüssen oder Unter- und Überspannungen werden vom Puffermodul sicher erkannt und signalisiert. Diese Funktionen ermöglichen eine gezielte Diagnose von Fehlerzuständen – sie erhöhen damit merklich die Sicherheit und Zuverlässigkeit der Anlage.

Sicherheitsrelevant ist auch die Funktion PC Shutdown, die ein geregeltes Herunterfahren nach vorgegebener Pufferzeit erlaubt. Damit lassen sich angeschlossene Industrie-PCs auf einfache Weise so lange mit Energie versorgen, bis sie durch gezieltes Herunter-

fahren ohne Datenverlust in einen sicheren Zustand gebracht werden können. Wenn eine bestimmte, vorher festgelegte Pufferzeit überschritten wird, geht über die USB-Schnittstelle ein Signal zum IPC, der dann automatisch herunterfährt. Kehrt die Spannung während des Herunterfahrens des IPCs zurück, startet das Puffermodul anschließend den IPC automatisch. Dafür muss der Anwender lediglich die kostenlose Konfigurations-Software von Phoenix Contact auf seinem IPC installieren und bedarfsgerecht konfigurieren.

Zusätzlich bietet die Software eine Überwachung der angeschlossenen Geräte, und Meldungen werden netzausfallsicher abgelegt. Nach Bedarf kann die Software auch eine Nachricht an Service-Mitarbeiter senden. Außerdem bietet die Software vielfältige Einstellmöglichkeiten und Funktionen, um die Energieversorgung durch Puffermodule optimal auf die Applikation hin abzustimmen. // TK

Phoenix Contact

## Puffermodule in Industrieanlagen

Bei immer intelligenteren Industrieanlagen verlangen die steigenden Anforderungen an Sicherheit und Anlagenverfügbarkeit nach neuen Lösungen. Ziel ist es, die Anlagenversorgung ohne unnötige Betriebsunterbrechungen und Datenverluste aufrecht zu erhalten. Spannungsschwankungen in der Anlage sind nicht vorhersehbar – daher sind die Puffermodule aus der Serie Quint 4 CAP von Phoenix Contact zur Unterstützung der Spannungsversorgung sinnvoll. Damit werden Spannungsschwankungen ausgeglichen und Industrie-PCs sicher heruntergefahren.

Auch die Überwachung und vorausschauende Wartung ist mit neuen Kommunikationsschnittstellen an den Puffermodulen möglich. Dies alles dient nicht nur zur Erhöhung der Anlagenverfügbarkeit, sondern reduziert auch unerwartete Kosten für Wartung, Reparatur und Fehlersuche. Und es ermöglicht eine längere Nutzung im Feld aufgrund robuster Technologie. Die neue Speichertechnologie für kurze Spannungsunterbrechungen ist eine weitere Option, Netzschwankungen zu überbrücken und so die Anlagenverfügbarkeit weiter zu erhöhen.

## Labornetzgeräte

**direkt vom Hersteller**

made in Baden-Württemberg

Unser Fachpersonal berät Sie gerne über:

- AC- und DC-Quellen
- Bidirektionale Hochleistungs DC-Quellen
- DC-Quellen mit integrierter Last
- Elektronische Lasten

## Hochleistungs DC-Quellen



- 750 W – 1,4 MW, Ausgangsspannungsbis 2.000 VDC
- Maximaler Ausgangsstrom bis 50.000 A

**Kontaktieren Sie uns:**  
Unser Team berät Sie gerne.

**ENTWICKLUNG**

**PRODUKTION**

**VERTRIEB**



ET SYSTEM®

Solutions with system.

ET System electronic GmbH  
Hauptstraße 119 - 121  
68804 Altlußheim  
Telefon: 06205 / 3 94 80  
E-Mail: info@et-system.de

# Ein aktiver Hochstrom-Shunt für Industrie und Automotive

*Dieser Shunt misst Ströme bis über 1000 A mit  $\pm 0,1\%$  Fehler bei einer Linearität von  $\pm 0,1\%$  und Stabilitätsverlust  $< 0,2\%$  nach 1000 Stunden bei 45 °C. Der Differenzausgang negiert die Thermo-EMK.*

PHIL EBBERT, KRUNAL MANIAR \*

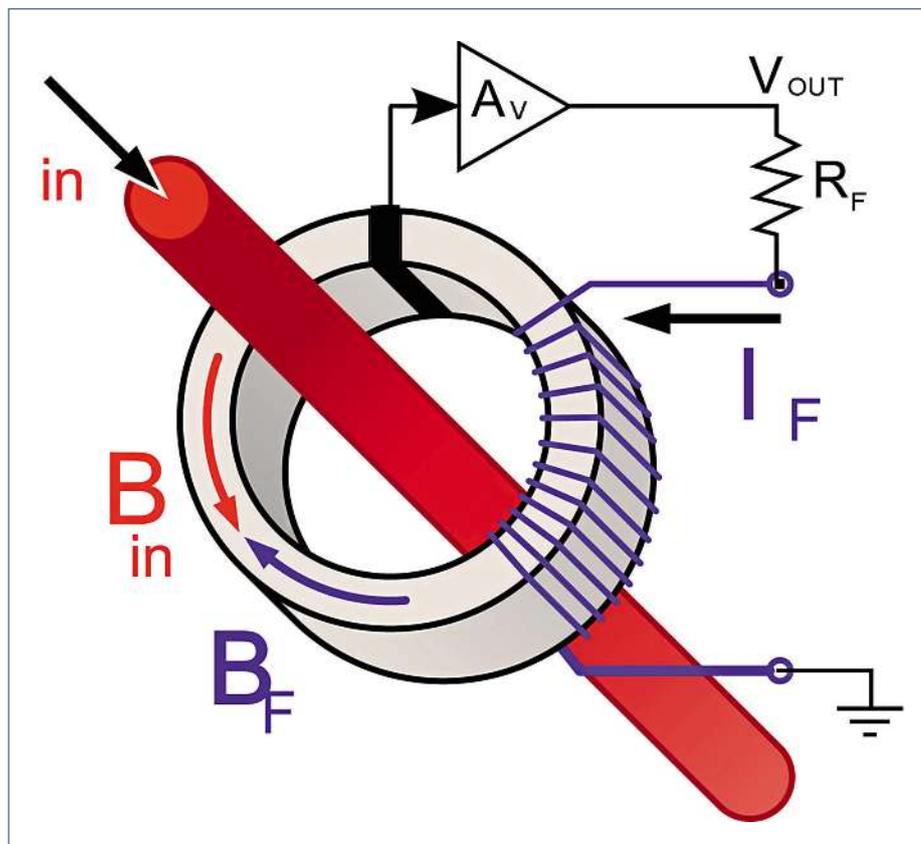


Bild: Riedon

seite (Hot-Side) zuverlässig erfolgen, bevor sie, galvanisch von der Hot-Side getrennt an die Cold-Side mit dem Mikrocontroller übertragen werden. Der typische Shunt ist ein niederohmiger Nebenschlusswiderstand (Messwiderstand), der in den zu überwachenden Strompfad eingefügt ist. Sein Spannungsabfall ist das Maß zur Bestimmung des fließenden Stromes. Klingt trivial, aber wichtig zu wissen ist: Die Übergangswiderstände in den Stromklemmen des Shunt sind dabei nicht selten größer als der Messwiderstand selbst.

Neue aktive Shunts bieten jetzt eine Komplettlösung, bestehend aus hochgenauer Messung und Isolierung in einem einzigen Gehäuse. Dazu später mehr. Wozu ist die Stromüberwachung sinnvoll?

Jede Anwendung, die erhebliche Mengen an elektrischer Energie erzeugt oder verbraucht, muss so effizient wie möglich arbeiten. In vielen Fällen gibt dafür es eine Form der automatischen Rückkopplung mit geschlossenem Regelkreis, die eine genaue Stromerfassung erfordert.

Große Batteriesysteme sind in den letzten Jahren immer beliebter geworden und versorgen wichtige Infrastrukturen wie Rechenzentren und Krankenhäuser im Notfall mit Strom. Die Überwachung der Batteriekapazität und Batterienutzung erfordert eine genaue Stromerfassung.

## Gängige Methoden der Stromüberwachung

Elektromotoren werden mehr denn je zur Industrieautomatisierung und Elektromobilität eingesetzt, wie eingangs erwähnt. Für effiziente bürstenlose Gleichstrommotoren (BLDC) ist die Strommessung ein wesentlicher Bestandteil der elektronischen Kommutierung. Auch viele wachstumsstarke Branchen wie alternative Energieerzeugung und Energieverteilung erfordern eine genaue Stromüberwachung für Management, Berichterstattung und Regelung.

Bild 1: Der Aufbau und die Funktionsweise eines Widerstands-Shunt.

In der elektrischen Antriebstechnik, unterbrechungsfreien Stromversorgung, im Photovoltaik-Wechselrichter, in Batteriesystemen und nicht zuletzt in den Invertern von Elektrofahrzeugen wird um jedes Zehntel Effizienzverbesserung gekämpft. In solchen Hochleistungsanwendungen sind zur Regelung des Energie-Budgets präzise Strommessungen bei hohen Gleichtaktspan-

nungen erforderlich. Shunt-Widerstände sind für eine solche Strommessung in Anwendungen mit hohen Stromstärken die gängige Wahl. Insbesondere in den Fahrzeugen der Elektromobilität steigt aus den genannten Gründen der Bedarf an kompakten Shunt-Widerständen zur Unterstützung hoher Stromstärken.

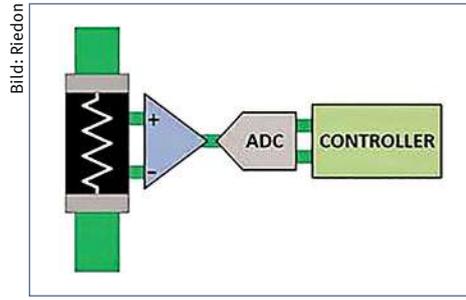
Solche Hochleistungssysteme sind rauen Umgebungsbedingungen wie Vibration, Stoß, Temperaturschwankung und dem Eindringen von Verunreinigungen und Feuchtigkeit ausgesetzt. Dennoch müssen die Strommessungen, typischerweise mit Werten zwischen 100 und 1000 A, auf der Leistungs-

\* Phil Ebbert  
... ist VP of Engineering bei Riedon

Krunal Maniar  
... ist Business Development Manager bei Texas Instruments.

Es gibt zwei wesentliche Methoden der Stromüberwachung bei Gleichstromanwendungen: Widerstands-Shunt und Hall-Effekt-Shunt. Der Hall-Effekt-Ansatz beruht auf einer Kopplung des magnetischen Flusses, um einen Strom in einem Sensorelement zu induzieren. Dieser Ansatz bietet seine eigene Isolierung. Allerdings sind Hall-Effekt-Module relativ teuer, insbesondere die Module mit geschlossenem Regelkreis, wenn für Anwendungen in den Bereichen alternative Energien und Elektrofahrzeuge eine sehr hohe Genauigkeit und ein hoher Dynamikbereich erforderlich sind. Außerdem weisen sie eine obere Temperaturgrenze bei 85 °C auf, die in Platz kritischen Hochleistungsanwendungen relativ leicht erreicht wird.

Der Shunt-Ansatz ist relativ einfach, da nur ein niederohmiger Widerstand in den Leiter, der den zu messenden Strom führt, eingefügt wird. Der Widerstand erzeugt eine Spannung, die gemäß des ohmschen Gesetzes proportional zum Strom ist. Diese Spannung wird anschließend verstärkt und überwacht, um den Strombetrag zu beobachten. Der Nachteil des Shunt-Ansatzes ist, dass dabei



**Bild 2:** Der Aufbau und die Funktionsweise einer Hall-Effekt-Schaltung.

ein Teil der Leistung als Wärme im Widerstand abgeführt wird.

Die Shunt-basierte Strommessung bietet dennoch viele Vorteile. Beispielsweise sind Shunt-basierte Messungen genauer und über den Zeit- und Temperaturverlauf stabiler. In den meisten Fällen dürfte eine einmalige Erstkalibrierung während der Fertigung ausreichen, um die langfristigen Anforderungen an die Genauigkeit zu erfüllen.

Ein anderer großer Vorteil von Shunt-Messungen besteht darin, dass sie gegen Mag-

netfelder immun sind. In Hochleistungsanwendungen, insbesondere bei Elektromotoren und Elektrofahrzeugen, erzeugen die hohen Ströme in nahegelegenen Leitern Magnetfelder, die mittels Hall-Effekt-Techniken gemessenen Werte verfälschen können. Außerdem funktionieren Shunts im Gegensatz zu Hall-Effekt-Sensoren bei höheren Temperaturen ohne Einschränkungen, was gerade in vielen leistungsbezogenen Anwendungen mit erhöhten Temperaturen von Vorteil ist.

### Was aktive Shunts sind und welchen Nutzen sie haben

Bei Gleichstrommessungen bis 50 A werden eher Shunt-basierte Lösungen eingesetzt, während mit dem Hall-Effekt höhere Ströme erfasst werden. Da Entwickler vieler moderner Anwendungen hochgenaue Strommessungen auch bei hohen Strömen benötigen, erlebt der Shunt-Ansatz eine gewisse Wiederbelebung. Der neue Ansatz für die Shunt-Strommessung kombiniert nun einen herkömmlichen passiven Shunt bzw. Nebenschlusswiderstand mit einem isolierten

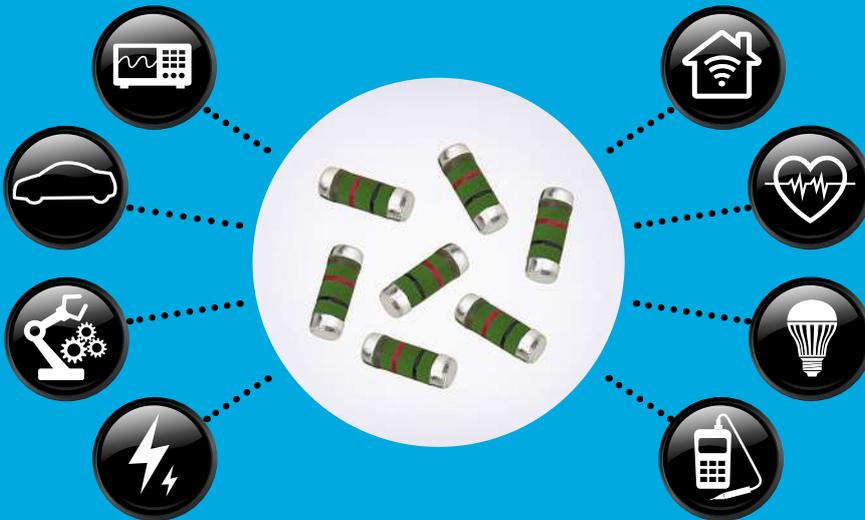


# Spezialist für MELF-Widerstände seit 1969

Wir stehen für ein besseres Leben und eine bessere Welt

MELF 0102 / 0204 / 0207  
/ 0309 / 0411 / 0515

- Medizintechnik /
- Beleuchtung /
- Testen & Messen /
- Industrieautomation /
- Stromversorgung /
- Telekommunikation /
- Smart Home /



- Strommessung /
- Hochfrequenz /
- Hochstrom /
- Zündung /
- Beleuchtung /
- Präzisionssysteme /
- Überspannungsschutz /
- Energietechnik /



Made In Taiwan

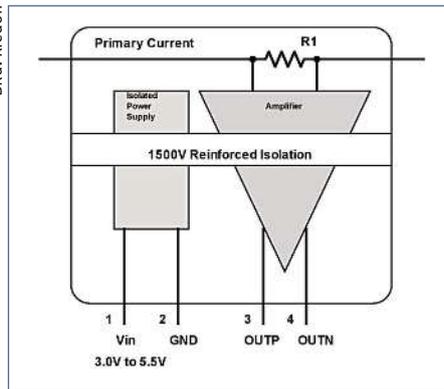
Sicherheit • Qualität • Zuverlässigkeit  
Kostensenkung durch Innovation

Verstärker. Damit stehen alle Vorteile der Shunt-Messung und auch die von Hall-Effekt-Sensoren bekannte Isolierung bereit.

Ein Beispiel für diese aktive Shunt-Ausführung ist der neue Smart Shunt SSA von Riedon, der einen niederohmigen Manganin-Shunt-Widerstand, einen hochpräzisen isolierten Verstärker und einen isolierten DC/DC-Wandler kombiniert. Der Smart Shunt SSA bietet einen Differenzausgang und lässt sich damit direkt an die meisten Mikrocontroller (MCUs) anschließen. Der SSA ist derzeit der branchenweit einzige verstärkende aktive Shunt mit einem Analogausgang.

Die Komplettlösung ist einfach zu entwickeln und zu installieren. Sie wird auf eine Sammelschiene geschraubt, wobei alle elektrischen Verbindungen (Strom und Signal) über einen einzigen Anschluss bereitgestellt werden. Der SSA ist unempfindlich gegenüber Magnetfeldern und lässt sich daher im Gegensatz zu Hall-Effekt-Sensoren frei positionieren, ohne dass eine zusätzliche Abschirmung erforderlich ist, was bei der Ent-

Bild: Riedon



**Bild 3:** Der aktive Shunt SSA von Riedon enthält eine isolierte Stromversorgung und einen isolierten Verstärker sowie das Shunt-Element.

wicklung für mehr Flexibilität sorgt. Der SSA kann Ströme über 1000 A mit einer Genauigkeit von  $\pm 0,1\%$  und einer Linearität von  $\pm 0,1\%$  messen. Der langfristige Stabilitätsverlust beträgt nach 1000 Stunden bei  $45^\circ\text{C}$  weniger als  $0,2\%$ , was eine jährliche Neukalibrierung

erübrigt. Der Differenzausgang negiert effektiv die Thermo-EMK und beseitigt alle damit verbundenen Abweichungen, die aufgrund eines Temperaturgradienten über dem Baustein entstehen.

Im Gegensatz zu anderen Shunt-Lösungen bietet der vollständig nach UL94-V0 gekapselte Baustein eine verstärkte Isolation von  $1500\text{ V}_{\text{DC}}$  ( $1000\text{ V}_{\text{ACeff}}$ ), wodurch er sich in Stromrichtern auf der High-Side montieren lässt, obwohl die Montage auf der Low-Side als Best Practice empfohlen wird.

Da der SSA einen Verstärker enthält, ist der Widerstandswert extrem niedrig, denn die erfasste Spannung wird intern multipliziert. Daher liegt die Verlustleistung bei der Messung von Strömen bis zu 1000 A im Bereich von 5 bis 20 W. Der robuste Baustein enthält einen AEC-Q100-zertifizierten, isolierten Verstärker von Texas Instruments und eignet sich damit auch für die strengen Automotive-Anwendungen, die den erweiterten Betriebstemperaturbereich von  $-40$  bis  $125^\circ\text{C}$  abdecken müssen.



Resistor Technology

## Widerstands-Spezialitäten für anspruchsvolle Anwendungen

Made in Germany Used Worldwide

**Sensork**

- Hohe Widerstandswerte in kleinen Baugrößen  
1 Mega-Ohm bis 10 Tera-Ohm

**Medizintechnik**

- Nichtmagnetische Ausführungen
- Kundenspezifische Versionen

**Messtechnik**

- Enge Toleranzen, hohe Stabilität, kleine VCR
- Temperaturbelastbar bis  $300^\circ\text{C}$

**Hochspannungstechnik**

- SMD bis 6000 V
- Bedrahtet bis 80 kV

**Allgemein**

- SMD bis 4020 oder bedrahtet
- Wertebereich  $0,1\ \Omega$  bis  $10\ \text{T}\Omega$
- Teiler und Netzwerke





**SRT Resistor Technology GmbH**  
**Aktiv bei passiven Bauelementen**  
 D - 90556 Cadolzburg, Germany – Ostlandstr. 31  
 Phone: +49 9103 79520 - Fax: +49 9103 5128  
[www.srt-restech.de](http://www.srt-restech.de)



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

ELEKTRONIK PRAXIS Fachbuch

## Der perfekte PCB-Prototyp



LPKF (Hrsg.)

### Leiterplatten-Prototyping

1. Auflage 2015, 160 Seiten  
 ISBN 978-3-8343-3313-1  
 34,80 €



Weitere Informationen und versandkostenfreie Bestellung unter  
[www.vogel-fachbuch.de](http://www.vogel-fachbuch.de)

Ein Fachbuch von **ELEKTRONIK PRAXIS** –  
 einer Marke der **VOGEL COMMUNICATIONS GROUP**

Bild: Riedon

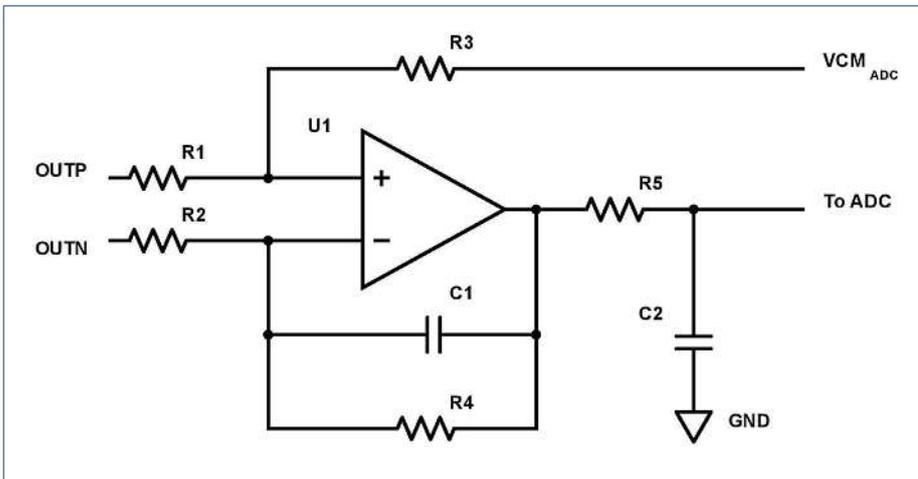


Bild 4: Die Single-Ended-Umwandlung erfordert eine einfache Operationsverstärkerschaltung.

CATEGORY	SHUNT-BASED	HALL-BASED
Solution size	Similar	Similar
offset	Very low	Medium
Offset drift over temperature	Low	Medium
Accuracy	<0.5% after calibration	<2% after calibration
Noise	Very low	High
Bandwidth	Similar	Similar
Latency	Similar	Similar
nonlinearity	Very low	High
Long-term stability	Very high	Medium
Cost	Similar	Similar
Vibration impact	Very low	Low
Power dissipation	Low	Very low
Customization	Flexible	Limited

Tabelle: Vergleich der Strommessung auf Shunt- und Hall-Effekt-Basis.

Der isolierte Verstärker bietet eigens einen Differenzausgang mit einer Reihe von Vorteilen. Falls ein Single-Ended-Signal erforderlich ist, lässt sich dies mit einer einfachen Operationsverstärkerschaltung (OPV) bereitstellen.

Der Differenzausgang des isolierten Verstärkers wird häufig in einen Single-Ended-Analogausgang mit einer OPV-basierten Schaltung umgewandelt. Diese Schaltung kann auch ein Tiefpassfilter implementieren, um die Signalbandbreite weiter auf eine gewünschte Bandbreite zu reduzieren und dadurch die Rauschleistung des Systems zu verbessern.

Fazit: Mit einer flexiblen, genauen und robusten Strommessung lässt sich eine präzise Regelung und damit ein optimaler Wirkungsgrad erzielen. Die Messung von Gleichströmen wurde bisher auf zwei Arten

durchgeführt: mittels eines Shunt-Widerstands in Serie oder eines Hall-Effekt-Sensors, wobei jede Lösung ihre eigenen Vorteile und Herausforderungen mit sich bringt.

Die in diesem Artikel vorgestellte Lösung des aktiven Shunt kombiniert die besten Eigenschaften der Shunt- und der Hall-Effekt-basierten Messung in Hochstromumgebungen. Die praktische Einzelmodullösung ist unempfindlich gegen magnetische Streufelder sowie über der Zeit und Temperatur stabil, sodass keine teuren Kalibrierungen erforderlich sind. Sie bietet auch die höhere Genauigkeit, wie sie in modernen Anwendungen gefordert wird; ist kostengünstig und auf Sammelschienen oder einer Schalttafel mit optionalem Trennadapter einfach zu installieren.

// KU

Riedon

## High Power/Static Semiconductor Testing

Ströme bis 2400 A  
Pulse ab 100 µs  
Spannungen bis 3000 V  
Tests von Parametern,  
u.a.  $R_{DS(on)}$ ,  $I_{DSS}$ ,  $I_{GSS}$



[www.vxinstruments.com/  
static-semiconductor-testing](http://www.vxinstruments.com/static-semiconductor-testing)

Besuchen Sie uns:

electronica  
virtual  
November 09-12, 2020

## GLEICHTAKTFILTER

## Einbaufertiger Filter unterdrückt Gleichtaktstörungen

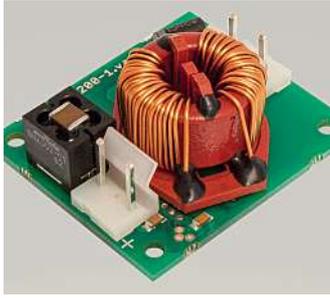


Bild: Elec-Con

Das Entwicklungshaus für kundenspezifische Leistungselektronik bis 1 kVA, Elec-Con, hat für industrielle Anwendungen und Panel- oder Box-PCs den 200-W-

Gleichtaktfilter CMF200.1 entwickelt, der einbaufertig und nicht viel größer als eine Streichholzschachtel ist. Herzstück ist eine stromkompensierte Drossel zur Reduktion leitungsgebundener und vor allem abgestrahlter Störsignale von Schaltnetzteilen. Im sensiblen Frequenzbereich 20 bis 50 MHz beträgt die Dämpfung bis zu 20 dB. Der Gleichtaktfilter CMF200.1 ist für Betriebsspannungen bis 50 V<sub>DC</sub> und Dauerströme bis 4 A (Spitzenstrom 6 A) ausgelegt. Eine Diode sorgt für einen innerhalb 25 ns anspre-

chenden Verpolschutz, um Schäden an der nachgeschalteten Applikation wirksam zu vermeiden. Der CMF200.1 kann ohne Kühlung im Temperaturbereich -10 bis 70 °C eingesetzt werden. Selbst bei 100% Last beträgt die MTBF nach Herstellerangaben über 200.000 Stunden (knapp 23 Jahre Dauerbetrieb); bei 80% Last über 300.000 Stunden nach SN 29500. Aufgebaut ist der nur 50 mm x 44 mm x 18 mm kleine Filter auf einer Leiterplatte nach UL94V-0. Kundenspezifische Filtercharakteristiken sind ebenso

möglich, wie eine angepasste Stromtragfähigkeit. Der elektrische Anschluss erfolgt über Molex-Steckverbinder, alternativ über Flachsteckzungen oder Lötflächen. Als Zubehör sind einbaufertig konfektionierte Anschlusskabel verfügbar. Die Passauer Spezialisten für Leistungselektronik bis 1 kVA verfügen nach eigenen Angaben über langjährige Erfahrung in der Kompensation leitungsgebundener/abgestrahlter Störungen.

Elec-Con

## 35-W-TREIBER-IC

## Geräuscharmer Betrieb von Einspulen-Lüftern und Pumpen

Dieser Treiber-IC für Einspulen-Lüfter und Pumpen liefert einen maximalen Steuerstrom von 2,2 A. Der MLX90412 kombiniert hohe Leistung mit geräuscharmem Betrieb und eignet sich für Haushaltsgeräte sowie industrielle Anwendungen. Er steuert Lasten bis 35 W und ergänzt den bereits erhältlichen MLX90411, wodurch das Angebot von Melexis um eine Hochleistungsoption erweitert wird. Der MLX90412 arbeitet im Spannungsbereich zwischen 3,5 und 32 V und ist spannungsfest bis 40 V. Damit eignet er sich für

Geräte mit 12- und 24-V-Netzteilen sowie für tragbare Anwendungen mit bis zu sieben Li-Ionen-Zellen (ca. 29 V). Zu den Anwendungen für Haushaltsgeräte zählen beispielsweise Abflusspumpen für Waschmaschinen und Geschirrspüler sowie Toilettenpumpen, Ventilatoren, Gebläse und Querstromgebläse in Klimaanlage, Tisch- und Standventilatoren sowie Geräte mit Li-Ionen-Akkus wie Reinigungs- und Rasenmäroboter. Mehrere Motorkommutierungsoptionen sind verfügbar, um vi-

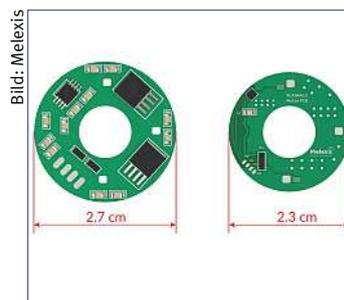


Bild: Melexis

brationsarme Applikationen mit hohen Drehmomentanforderungen und geringen Geräuschpegeln zu realisieren. Durch einen patentierten, adaptiven Regel-

algorithmus kann über den gesamten Drehzahlbereich und unabhängig von der Motorinduktivität oder dem angelegten Steigungswinkel der höchste Wirkungsgrad bei gleichzeitig niedrigstem Rückstrom erzielt werden. Für einen Drehzahlbereich bis 45.000 U/min (elektrische Drehzahl) ist sowohl eine Drehzahlregelung mit offenem als auch geschlossenem Regelkreis möglich. Der MLX90412 hat ein DFN10-Gehäuse (3 mm x 3 mm).

Melexis

## WECHSELRICHTER-DESIGNS

## Niederinduktives SiC-Modul und Programmable-Gate-Treiber-Kit

Für das elektrifizierte Transportwesen offeriert Microchip den digitalen Programmable-Gate-Treiber AgileSwitch und das SiC-Leistungsmodul-Kit SP6LI. Damit stehe eine Systemlösung bereit, mit der Entwickler schnell und effektiv neuartige Siliziumkarbid-/SiC-Leistungsbau-elemente einführen, die Markteinführung beschleunigen und das Vertrauen in diese Technik beim Einsatz im Feld erzielen können. Der Programmable-Gate-Treiber AgileSwitch und das SiC-Leistungsmodul-Kit SP6LI (ab sofort



Bild: Microchip

in Serie und begrenzt als Muster erhältlich) beschleunigen die Entwicklung von der Evaluierung bis zur Fertigung und erübrigen die separate Beschaffung

von Leistungselektronik-Modulen und Gate-Treibern – einschließlich solcher, die für die Fertigung des Endprodukts qualifiziert sind. Mit AgileSwitch und den SiC-Leistungsmodulen vermeiden Entwickler die Qualifizierung solcher Module und können sich der Entwicklung ihrer eigenen Gate-Treiber zuwenden, was Monate an Entwicklungszeit einspart. Microchips Angebot an 700-, 1200- und 1700-V-SiC-Schottky-Barrier-Dioden-basierten Modulen baut auf der neuesten Generation von

SiC-ICs auf. Die AgileSwitch-Reihe beschleunigt dabei den Produktentwurf von der Entwicklung- bis zur Fertigungsphase. Entwicklungstools. Das Kit enthält das AgileSwitch Intelligent Configuration Tool, mit dem sich das Ein- und Ausschalten des Gates, das Kurzschlussverhalten und der Wirkungsgrad des Moduls optimieren und gleichzeitig Spannungsüberschreitungen, Ringing und EMI verringern lassen.

Microchip

1200-V-SiC-MOSFET

## Mehr Wirkungsgrad und Leistung für Industrieanwendungen



Bild: Toshiba

Toshiba Electronics Europe GmbH (Toshiba) stellt einen 1200-V-Siliziumkarbid-MOSFET für industrielle Hochleistungsanwendungen vor, u.a. für

AC/DC-Stromversorgungen mit 400-VAC-Eingang, Photovoltaik-Wechselrichter und bidirektionale DC/DC-Wandler für unterbrechungsfreie Stromversorgungen (USV). Dieser Leistungs-MOSFET mit der Bezeichnung TW070J120B basiert auf Siliziumkarbid, wird in Toshibas Halbleiterfertigungsprozess der zweiten Generation hergestellt und bietet nach Toshiba-Angaben eine höhere Zuverlässigkeit. Zudem bietet der TW070J120B eine niedrige Eingangskapazität von 1680 pF (typ.), eine niedrige

Gate-Eingangsladung von 67 nC (typ.) und einen Drain-Source-Durchlasswiderstand von 70mΩ (typ.). Im Vergleich zu einem 1200-V-Silizium-IGBT wie dem GT40QR21 von Toshiba reduziert der neue Baustein die Ausschaltverluste um etwa 80% und die Schaltzeit (Abfallzeit) um etwa 70%, während er bei einem Drain-Strom bis 20 A eine niedrige Durchlass-Spannungscharakteristik bietet. Die Gate-Schwellenspannung ist hoch eingestellt (im Bereich von 4,2 bis 5,8 V), was unbeabsichtigtes

oder unerwünschtes Ein-/Aus-schalten vermeiden kann, so Toshiba. Darüber hinaus trägt die integrierte SiC-Schottky-Barrierediode (SBD) mit einer niedrigen Durchlassspannung (UDSF) von -1,35 V (typ.) dazu bei, Verluste zu verringern. Der neue MOSFET TW070J120B ist ab sofort im TO-3P(N)-Gehäuse erhältlich und ermöglicht Stromversorgungen mit höherem Wirkungsgrad, insbesondere in industriellen Anwendungen.

Toshiba Electronics Europe

MEHRPHASEN-CONTROLLER UND SMART POWER STAGES

## CPUs, FPGAs, GPUs und AI ASICs mit mehr als 1000 A versorgen

Die zweite Generation der digitalen Mehrphasen-Controller-Serie von Renesas umfasst 15 neue digitale Controller und sechs Smart Power Stages, die Ströme zwischen 10 A und mehr als 1000 A für digitale Systeme der IoT-Infrastruktur, wie Advanced CPUs, FPGAs, GPUs und ASICs für künstliche Intelligenz, bereitstellt. Die Controller haben die Bezeichnungen ISL6822x, ISL6823x, RAA2282xx und für die Smart Power Stages ISL993xx und RAA2213xx. Sie erweitern die digitale Mehrphasen-Platt-

form von Renesas auf nun insgesamt 41 ICs. Diese Lösungen übertreffen laut Hersteller die rasant wachsende Leistungsdichte, die in Servern von Rechenzentren, Speichern, Netzwerken, Routern und Switches sowie in Infrastruktur für 5G und optischen Netzwerken als auch im Computing-Bereich benötigt werden. Die zweite Generation erlaubt eine größere Skalierbarkeit und Flexibilität bei der Anpassung an jede Systemanforderung ohne dabei einen Phasendoppler zu benötigen. Dabei ist

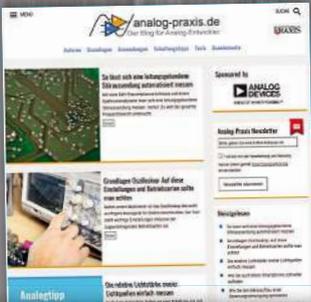


Bild: Renesas

Anwendungen anpassen lässt. Zusätzlich können einzelne Vorgaben gemacht werden, wann Phasen hinzugefügt oder weggeschaltet werden können, um den Wirkungsgrad über den gesamten Lastbereich zu maximieren. Der nichtflüchtige Speicher in jedem Controller erlaubt die komplette Konfiguration im IC abzuspeichern. Die integrierte Black-Box-Funktion erfasst Fehlerereignisse und erlaubt eine schnelle Diagnose und Analyse.

es einfach, einen Controller zu finden, der sich zwischen zwei und zwanzig Phasen in Abhängigkeit von den Stromanforderungen an eine Vielzahl von

Renesas



# Von Analog-Experten für Analog-Experten



**analog-praxis.de**  
Der Blog für Analog-Entwickler.




# Künstliche Intelligenz in Medizinprodukten

*In Medizinprodukten kommt vermehrt Künstliche Intelligenz zum Einsatz. Allerdings müssen die Entscheidungen der KI nachvollziehbar und verifizierbar sein. Für die Sicherheit der Patienten.*

DR. ABTIN RAD \*



Bild: ©Ehnr - stock.adobe.com

IEC 62304 und IEC 82304 beschrieben. Es bestehen jedoch fundamentale Unterschiede zwischen konventioneller Software und KI mit maschinellem Lernen. Maschinelles Lernen fußt auf dem Training eines Modells mit Daten, ohne die Abläufe explizit zu programmieren. Durch Änderungen an sogenannten Hyperparametern wird das Modell im Laufe des Trainings stetig optimiert.

## Die Trainingsdaten prüfen und Umfang festlegen

Die Qualität der Daten ist entscheidend auf die von der KI gemachten Vorhersagen. Häufige Probleme sind verzerrte Trainingsdaten (Bias), die Über- und Unteranpassung (Over-Fitting/Under-Fitting) des Modells oder Kennzeichnungsfehler (Labeling Error) bei überwachten Lernmodellen. Das kann eine gewissenhafte Prüfung aufdecken. Dabei zeigt sich, dass die Verzerrungen und Kennzeichnungsfehler oft unbeabsichtigt durch eine nicht ausreichende Vielfalt in den Trainingsdaten entstehen. Wenn ein KI-Modell beispielsweise Äpfel erkennen soll und darauf trainiert wird und die Trainingsdaten hauptsächlich grüne Äpfel in unterschiedlichen Formen und Größen enthalten, dann kann es passieren, dass eine grüne Birne als Apfel erkannt wird, ein roter Apfel hingegen nicht. Zufällige oder unbeabsichtigte Gemeinsamkeiten in einem nebensächlichen Aspekt können von der KI unter Umständen als maßgeblich eingestuft werden. Die statistische Verteilung der Daten muss begründet und dem realen Umfeld entsprechen. Das Vorhandensein von zwei Beinen darf beispielsweise nicht entscheidend dafür sein, von einer KI als Mensch klassifiziert zu werden.

Kennzeichnungsfehler entstehen zudem durch Subjektivität („Schwere der Krankheit“) oder für den Zweck des Modells ungeeignete Bezeichner. Das Kennzeichnen großer Mengen Daten und die Auswahl geeigneter Bezeichner ist zeit- und kostenintensiv.

**Künstliche Intelligenz:** Grundlage für die Entscheidung einer KI ist der Algorithmus. Dieser ist klinisch relevant und muss erklärbar sein.

**A**nfang Januar 2020 informierte die Weltgesundheitsorganisation (WHO) über einen besonderen Grippefall in Wuhan, China. Bereits Ende Dezember des Vorjahres warnte ein kanadisches Unternehmen, das auf die mit Künstlicher Intelligenz (KI) basierter Überwachung der Ausbreitung von Infektionskrankheiten spezialisiert ist, seine Kunden über die Gefahr einer Epidemie in China [1]. Dazu analysierte ein auf KI-gestütztes System Nachrichtenmeldungen und Beiträge in Online-Netzwerken für Tier- und Pflanzenkrankheiten. Durch den Zugang zu weltweiten Flugticketdaten wurde die Ausbreitung des Corona-Virus in den Tagen nach

seinem ersten Auftreten durch die KI korrekt prognostiziert.

Das Beispiel zeigt, wie leistungsfähig eine KI und maschinelles Lernen (ML) bereits sind. Immer mehr Medizinprodukte greifen auf KI und ML zurück, beispielsweise in Form von integrierten Schaltungen. Trotz verbundener Risiken enthalten die gängigen Regelwerke noch keine spezifischen Vorgaben für den Einsatz. So definiert beispielsweise die Medizinprodukte-Verordnung (MDR) lediglich allgemeine Anforderungen an Software: Sie muss nach dem Stand der Technik entwickelt und hergestellt werden und so ausgelegt sein, dass sie sich bestimmungsgemäß verwenden lässt. Das setzt implizit voraus, dass sich KI vorhersagbar und reproduzierbar verhält. Dafür ist ein verifiziertes und validiertes KI-Modell notwendig. Die Anforderungen an die Validierung und Verifizierung sind in den beiden Software-Standards



\* Dr. Abtin Rad  
... ist Global Director Functional Safety, Software and Digitization, TÜV SÜD Product Service.

Oft wird nur ein sehr geringer Anteil der Daten händisch bearbeitet, die KI wird damit geschult und angewiesen die verbleibenden Daten zu kennzeichnen – was nicht immer fehlerfrei gelingt und Fehler reproduziert. Neben der Datenqualität ist die Menge der verwendeten Daten entscheidend. Es existieren kaum Erfahrungswerte dafür, wie viele Daten für einen Algorithmus nötig sind. Grundsätzlich gilt zwar, dass bei ausreichender Datenmenge ein schwacher Algorithmus gut funktioniert. Die Verfügbarkeit von (markierten) Daten und Rechenleistung begrenzt die Möglichkeiten. Der mindestens erforderliche Datenumfang hängt von der Komplexität des Problems und der Komplexität des KI-Algorithmus ab – wobei nichtlineare Algorithmen in der Regel mehr Daten benötigen als lineare. Üblicherweise werden 70 bis 80% der verfügbaren Daten zum Training des Modells und der Rest zur Verifizierung der Vorhersagen verwendet. Dabei sollten die Trainingsdaten eine maximale Bandbreite von Attributen abdecken.

### Eine Künstliche Intelligenz darf keine Black Box sein

Klinisch relevant und erklärbar muss der KI-Algorithmus in einem Medizinprodukt sein. Aufgrund der stark verschachtelten und nichtlinearen Struktur von KI-Modellen ver-

halten sich diese häufig als Black-Box und die Entscheidungen der KI sind nicht nachvollziehbar. In diesem Fall könnte nicht spezifiziert werden, welcher Teil der Eingabedaten (diagnostische Bilder) zur Entscheidung der KI führt (im Bild gefundenes Krebsgewebe). Auch KI-Methoden zur MRT- und CT-Bildrekonstruktion haben sich in Praxis immer wieder als instabil erwiesen. Schon geringfügige Änderungen an den Eingabebildern können zu völlig unterschiedlichen Ergebnissen führen. Ein Grund dafür ist, dass die Algorithmen nicht immer ausreichend verstanden werden. Ohne transparente und nachvollziehbare KI-Vorhersagen lässt sich die medizinische Aussagekraft der Entscheidung anzweifeln. Einige aktuelle Fehlverhalten von KI in pre-klinischen Anwendungen verstärken diese Zweifel. Eine KI-Entscheidung erklären zu können ist jedoch die Voraussetzung für eine sichere Anwendung am Patienten. Nur so lässt sich Vertrauen gewinnen und erhalten. // HEH

TÜV SÜD Product Service

#### Referenzen

- [1] <https://bit.ly/2SVIAaR> (abgerufen am 15.10.2020)
- [2] Leitfaden zum Download: <https://bit.ly/31b7Pt5> (abgerufen am 15.10.2020)

## Checkliste für Medizinprodukte mit KI

Die Sicherheit von KI-basierten Medizinprodukten erfordert einen prozessorientierten Ansatz über alle Phasen des Lebenszyklus hinweg. Die Checkliste der Interessengemeinschaft der Benannten Stellen für Medizinprodukte in Deutschland umfasst folgende drei Bereiche:

**Allgemeine Anforderungen:** Darunter fällt die Zertifizierbarkeit von KI, die zugehörigen Prozesse und die erforderlichen Kompetenzen bei der Entwicklung, aber auch die sorgfältige Dokumentation.

**Anforderungen an die Produktentwicklung:** 1. Zunächst geht es darum, den Zweck des Medizinprodukts zu bestimmen sowie die Anforderungen an die Stakeholder. Wer nutzt das Produkt in welchem Kontext? Welcher Input existiert für das Risikomanagement und für die klinische Bewertung? 2. Es folgen *Software-Anforderungen* wie Funktionalität und Leistungsfähigkeit oder User Interfaces. Auch hier sind ein umfassen-

des Risikomanagement und eine klinische Bewertung nötig. 3. Das *Datenmanagement* beginnt mit der Sammlung der Trainings-, Validierungs- und Testdatensätzen. Diese müssen gelabelt werden. Neben den Verfahren zur Vorbereitung und Verarbeitung von Daten ist die Dokumentation und Versionskontrolle zentral. 4. Bei der *Modellentwicklung* kommen die Vorbereitung, das Training und die Bewertung sowie die Dokumentation in den Blick. 5. Die *Produktentwicklung* selbst gliedert sich in die Software-Entwicklung, der Erstellung der Begleitmaterialien sowie die Usability-Validierung und die Klinische Bewertung. 6. Schließlich ist die *Produktfreigabe* noch einmal gesondert zu betrachten.

**Anforderungen an nachgelagerten Phasen:** Nach der Entwicklung sollte die Produktion, Distribution und Installation betrachtet werden. Das ist genauso wichtig wie eine anschließende kontinuierliche Marktüberwachung [2].



[www.austerlitz-electronic.de](http://www.austerlitz-electronic.de)

## KÜHLKÖRPER

Austerlitz electronic bietet ein umfangreiches Standardsortiment an Profil- & Flüssigkeitskühlkörper.

- » Individuelle und nachhaltige Kühllösungen
- » Umfangreiche Bearbeitungsmöglichkeiten wie etwa: CNC-Bearbeitung, Oberflächenveredelung, verschiedene Fügeverfahren und Montagearbeiten
- » Über 50 Jahre Erfahrung in der Konzeption bis hin zur Serienproduktion effizienter Kühlsysteme

**austerlitz**  
electronic gmbh

Telefon: +49 (0)9 11/5 97 47-0  
E-Mail: [info@austerlitz-electronic.de](mailto:info@austerlitz-electronic.de)

# Ein Primärschaltregler mit geringem Ripple

*Bei medizinischen Geräten kommt es neben Safety und Security auch darauf an, elektrische Störeinflüsse im Endgerät zu senken. Eine platzsparende DC-Stromspannungsquelle hilft.*

DENNY VOGEL \*



Bild: ©Kadmy - stock.adobe.com

**Rauscharme Netzteile:** Für den störungsfreien Betrieb von medizinischen Geräten eignen sich Primärschaltregler.

Ultra-Low-Noise-Schaltnetzteile haben sich im asiatisch-pazifischen Raum und den USA längst etabliert, in Europa dagegen sind sie noch weitgehend unbekannt. Hinter dem Begriff verbergen sich primär getaktete Netzteile mit einer DC-Ausgangsspannung, die von extrem geringen Störungen überlagert ist. Die R&N-Werte liegen in der Größenordnung lineargeregelter Netzteile: unterhalb bei  $10 \text{ mV}_{\text{ss}}$ . Ein Wert, der vom japanischen Schaltnetzteilhersteller Daitron teilweise sogar noch getoppt wird: Seine neue Schaltnetzteil-Generation liegt hier bei  $1 \text{ mV}_{\text{ss}}$ .

Es war der Wunsch nach der perfekten Bildqualität, der den Anstoß zur Entwick-

lung der rauscharmen Schaltnetzteile gab: Elektronikhersteller Sony benötigte 1996 eine extrem rauscharme DC-Stromversorgung für eine neue Generation von Fernsehgeräten und startete ein entsprechendes Großprojekt. Im Projektverlauf stellte sich jedoch heraus, dass diese Technologie gegenüber Plasma- und LC-Fernsehgeräten chancenlos war. Die Kosten waren zu hoch. Doch war die Ultra-Low-Noise-Technik geboren – und sie und das Entwicklerteam wurden 2001 von Daitron übernommen.

## Low-Noise-Schaltnetzteile und ihre Vorteile

Moderne Industriesysteme, Labor-/Messgeräte oder Medizingeräte müssen ganz unterschiedliche Fähigkeiten mitbringen. In vielen Anwendungsfällen wird eine gewisse Intelligenz benötigt, um Kommunikation zu einer übergeordneten Kontrolleinheit wie beispielsweise einer SPS oder Industrie-PC

zu ermöglichen. Die Folge ist eine zunehmende Verdrahtung in den Geräten sowie eine höhere Anfälligkeit gegen EMV-Störungen.

Wo früher eine Standardstromversorgung ausreichte, müssen heute für einen störungsfreien Betrieb der Geräte – der in medizinischen Anwendungen nicht verhandelbar ist – zusätzliche Filter eingebaut werden. Das aber kostet Platz und geht völlig am derzeitigen Trend zu immer kompakteren Bauformen vorbei. Genau hier kämpfen Konstrukteure von sensiblen Industriesystemen, Medizin-, Labor- oder Messgeräten ohnehin schon mit Problemen. Denn für den Aufbau eines maximal störungsfreien Systems wird nach wie vor größtenteils zu Trafo- bzw. Linearnetzteilen gegriffen. Sie wiesen lange Zeit als einzige Netzteile das benötigte geringe Rauschverhalten auf. Der Nachteil: Sie sind deutlich schwerer und größer als Schaltnetzteile, die in der Vergangenheit aber eben wegen ihres suboptimalen Rauschverhalten bei Bau sensibler Geräte nicht eingesetzt werden konnten.

## Der Fokus der Netzteile liegt auf geringe Störungen

Anders mit der neuen Generation der Ultra-Low-Noise-Primärschaltregler von Daitron. Sie sind rauscharm, ihre Störeigenschaften liegen auf dem Niveau von Linearnetzteilen und damit bieten sie eine Alternative. So liegt der Ripple des Modells RFS50 bei einem Wert von  $1 \text{ mV}$ .

Während bei industriellen Primärschaltreglern Effizienz und Baugröße im Vordergrund stehen, liegt der Fokus der Netzteile von Daitron auf möglichst geringen Störungen – sowohl bei der Netzurückwirkung als auch auf der DC Ausgangsseite und den abgestrahlten Emissionen. Dabei kommt Daitron mit deutlich weniger Entstörkomponenten wie Kondensatoren und Induktivitäten aus als industrielle Schaltnetzteile. Grund dafür ist der Leistungs- bzw. HF-Übertrager. Dieser funktioniert nach dem Prinzip



\* Denny Vogel  
... ist Experte für Schaltnetzteile bei Systemtechnik Leber.

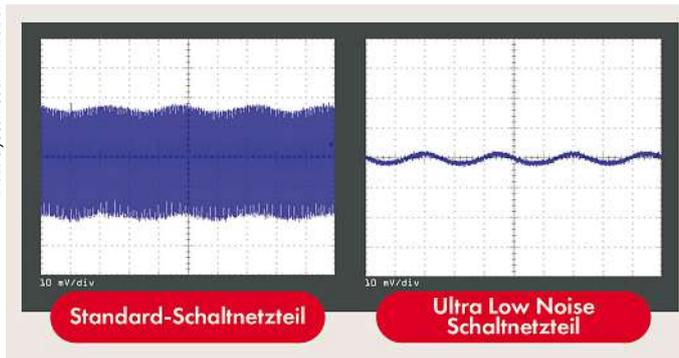
der Resonanz-Mode-Technologie im Soft Switching Verfahren.

■ **Geringe Temperaturentwicklung:** Bei einem Ultra-Low-Noise-Schaltnetzteil fällt die Temperaturentwicklung im Gerät so gering aus, dass kein Lüfter verwendet werden muss. Während Linear-Netzteile eine Effizienz von 50 bis 60% aufweisen, liegt das Schaltnetzteil mit 1 mV bei bis zu 85%.

■ **Weitbereichseingang:** Schaltnetzteile mit Weitbereichseingang ermöglichen es Geräteherstellern, mit einer Spannungsversorgung weltweite Märkte zu bedienen. Messgeräte, die dagegen mit Linearnetzteilen ausgestattet wurden, benötigen einen länderspezifischen Trafo mit beispielsweise 110 V<sub>AC</sub>.

Damit sind die Ultra-Low-Noise-Netzteile für hochsensible Anwendungen in der Sensorik und Analytik geeignet. Somit lassen sich Spektrometrie-Systeme, Hightech-Mikroskope, Scannersysteme oder Röntgen-Detektoren umsetzen. Die Stärken der Netzteile werden im Folgenden an ganz unterschiedlichen Fallbeispielen demonstriert:

Bild: Systemtechnik Leber



**Bild 1:** Vergleich eines Standard-Netzteils mit einem Ultra-Low-Noise-Schaltnetzteil.

■ **Ultra Low Noise Schaltnetzteile in C-Bogen-Röntgengeräten (Medizintechnik):** Untersuchungen belegen, dass Rauschen die Messeigenschaften von CTs negativ beeinflussen kann bzw. dass beim dimensionellen Messen mit CT die Bildqualität maßgeblich die Messgenauigkeit bedingen. Für eine optimale Diagnose müssen CT- und Röntgenaufnahmen sehr scharf ausfallen. Spannungsquellen bedingtes Rauschen sollte folglich auf ein Minimum reduziert

werden – ein Fall für rauscharme Schaltnetzteile. Sie sorgen für eine saubere Spannungsversorgung der Flachbild-Detektoren und reduzieren das Übersprechen, das bei langen Leitungen immer wieder zu Fehlsignalen führen kann.

■ **Ultra Low Noise Schaltnetzteile in Messgeräten für Wellenlängen (Spektrometrie):** Spektrometer zur Analyse des sichtbaren und nicht sichtbaren Lichts finden in der Forschung und Wissenschaft Anwendung.

# TRACO POWER

Reliable. Available. Now.

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

## Gekapselte AC/DC-Schaltnetzteile Ultrakompakte Leiterplatten- und Gehäusevarianten



Für den Einsatz in  
Industrie und Haushalt

- Vier Leistungsstufen: 5, 10, 25 und 50 Watt
- Betrieb mit 90–305 V AC
- Vorbereitet für Klasse II (keine Sicherheitserdung)
- Interner Filter EN55032 Klasse B
- Zulassung nach IEC/EN/UL 62368-1
- 3 Jahre Produktgarantie



	TMPW 5 (5 Watt)	TMPW 10 (10 Watt)	TMPW 25 (25 Watt)	TMPW 50 (50 Watt)
Leiterplattenvariante	1.46 × 1.08 × 0.69"	1.46 × 1.08 × 0.79"	2.07 × 1.08 × 0.93"	2.92 × 1.85 × 0.91"
Gehäusevariante	2.17 × 1.70 × 0.91"	2.17 × 1.70 × 0.91"	3.48 × 1.50 × 0.95"	3.82 × 1.90 × 1.00"



Die Ergebnisse geben Aufschluss über die Zusammensetzung von entnommenen Proben und ihre Bestandteile oder eventuelle Verunreinigungen. Neben der Erforschung neuer Medikamente, kommen Spektrometer auch in der Qualitätskontrolle von Trinkwasser, Umweltanalytik, Geologie oder Prozesskontrolle zum Einsatz. Eine störungsarme Spannungsversorgung ist hier unumgänglich, um die Ergebnisse frei von äußeren Einflüssen zu halten und Fehlinterpretationen zu vermeiden.

■ **Ultra Low Noise Schaltnetzteile in Weg-Messsysteme mit Piezo-Elementen:** Messgeräte für Längenmessungen werden gleichermaßen in Forschung und Industrie eingesetzt. Beispiel Fertigungskontrolle: überprüft werden hier teilweise Ergebnisse im Nanometer-Bereich. Für solch genaue Messungen werden oft sogenannte Piezo-Elemente verwendet, mit denen kleinste Veränderungen messbar sind. Auch hier darf die Spannungsversorgung das elektrische Feld nicht beeinflussen und sollte daher einen möglichst geringen Ripple aufweisen. Trafo-Netzteile wären eine Option, führen jedoch aufgrund ihres geringen Wirkungsgrads teilweise zu erheblicher Abwärmehildung im Messgerät. Der Einsatz eines Low-Ripple-Schaltnetzteils reduziert das Risiko dagegen, dass Temperaturen zum Störfaktor werden – denn die Abwärme fällt um bis zu 70% geringer aus.

■ **Ultra Low Noise Schaltnetzteile in Amplifiern:** Amplifier werden dazu benötigt, Signale zu verstärken – beispielsweise in Rasterelektronen-Mikroskopen, Lasersystemen, Messgeräten, Oszilloskopen, Spektrometern oder Audio-Komponenten. Die Crux: diese Verstärker verstärken sämtliche Bestandteile eines Signals – auch eventuell störendes Rauschen. Aus diesem Grund wurde bisher zur Spannungsversorgung fast ausschließlich auf Linear-Netzteile gesetzt. Immer öfter wird aber Umstieg zu störungsarmen Schaltnetzteilen vorgenommen, die inzwischen nur noch bis  $1\text{ mV}_{pp}$  an Ripple aufweisen und obendrein deutlich weniger Platz benötigen.

Im fiktiven Anwendungsfall werden die Sensoren einer Messeinrichtung – beispiels-

## Spezifikationen des RFS50 im Überblick

Das Low-Ripple-Schaltnetzteil des Herstellers Daitron bietet einen Ripple von  $1\text{ mV}$ . Der Weitbereichseingang für einen weltweiten Einsatz liegt bei  $110\text{ bis }240\text{ V}_{AC}$ . Weitere Merkmale sind:

- eine Leistung von  $50\text{ W}$ ,
- einen Ableitstrom von  $264\text{ V}_{AC}$ ,  $0,2\text{ mA}$ ,
- Remonte on/off,
- Ausgangsspannungen:  $5\text{ V} / 12\text{ V} / 15\text{ V} / 24\text{ V} / 30\text{ V} / 48\text{ V}$ ,
- Maße:  $82\text{ mm} \times 42\text{ mm} \times 184\text{ mm}$ ,
- Zulassung nach EN 60950-1, UL,
- Konvektionsgekühlt bei einem Betriebstemperaturbereich von  $-10\text{ bis }60\text{ °C}$  sowie
- eine weitere Serie mit einer Leistung von  $50\text{ bis }300\text{ W}$  verfügbar.

weise eines Flachbilddetektors in der Röntgentechnik – mit DC Spannung versorgt. Die Systemkomponenten wurden weit entfernt von Netzteilen und Messeinrichtungen eingebaut, sodass DC-Leitungen und Datenkabel gemeinsam über ein- und dieselbe Strecke geführt werden. Hierbei kann es jedoch zum Phänomen des Übersprechen kommen. Es werden Störungen der Versorgungsleitung in die Messleitung eingekoppelt. Die Folge: für eine optimale Auswertung und Diagnose muss das Messsignal verstärkt werden. Dabei werden die Störungen der Spannungsversorgung ebenfalls verstärkt und müssen, zum Teil aufwendig, herausgefiltert werden. Das ist selbst dann der Fall, wenn der Standard-Primärschaltregler über eine medizinische Zulassung verfügt.

### Der Vorteil eines geringen Ripples eines Schaltnetzteils

Anders verhält es sich, wenn vornherein ein Ultra-Low-Noise-Schaltnetzteil in das Gerät integriert wird. Sein Ripple liegt bei

$1\text{ mV}_{ss}$  und es liefert eine Leistung von  $50\text{ W}$ . So geringe Ripple-Werte wurden bisher nur durch Linearnetzteile ermöglicht. Und: der Platzbedarf für die zusätzliche Filterstufe entfällt und kann für andere Komponenten genutzt werden bzw. erlaubt eine kompaktere Bauform. Das knifflige Konzept hinter dieser Schaltnetzteiltopologie ermöglicht es weitgehend auf Entstörkomponenten zu verzichten. Unter anderem führt das weiche Schalten mit flacheren Schaltflanken zu wesentlich weniger Störungen als das üblicherweise harte Schalten mit steilen Flanken bei Standardschaltnetzteilen.

Das Schalten erfolgt synchron zu den Nulldurchgängen mit einer minimalen Überlappung von Spannung und Strom. So werden Störungen auf ein Minimum reduziert, und dass bei Wirkungsgraden zwischen  $82\text{ und }90\%$  im Maximum, je nach Ausgangsspannung. Bei industriellen Netzteilen liegt dieser Wert zwar teilweise nochmal höher, aber bei Linearreglern deutlich darunter, bei gerade mal  $50\text{ bis }60\%$ . Sowohl die leitungsgebundenen als auch die abgestrahlten Störungen liegen weit unterhalb der zulässigen Grenzwerte wie beispielsweise die der *EN 55022 Klasse B*. Gleiches gilt für den Ableitstrom der unter  $0,15\text{ mA}$  liegt, was speziell für medizinische Anwendungen essentiell wichtig ist, da für sie die Vorgaben der medizinischen Norm *EN 60601-1* gelten.

**Fazit:** Ob bildgebendes System in der Medizin, der Spektrometrie oder hochgenaues Messgerät: Für Hersteller besteht die Möglichkeit, eine alternative, störungsarme Spannungsquelle zu nutzen.

Zusätzlich ermöglicht der Einsatz von Low-Ripple-Schaltnetzteilen die Entwicklung deutlich kleinerer Geräte, die für den Anwender leichter zu handhaben sind. Wer seine Geräte weltweit vermarktet, kann erstmals dank Weitbereichseingang nur eine einzige Spannungsquelle einsetzen – mit dem Vorteil, weniger Komponenten vorhalten zu müssen. Gleichzeitig werden internationale Normen wie UL standardmäßig erfüllt, was wiederum den Zulassungsprozess vereinfacht. // HEH

Systemtechnik Leber



MEDIZINISCHES TERMINAL

## Krankenhäuser und Pflegeheime

Mit dem medizinischen Terminal POC-624 bietet Advantech eine Schnittstelle mit 24". Ausgestattet ist das Point-of-Care-Terminal mit einem Prozessor des Typs Intel Core i5/i7-8665UE der 8. Generation sowie eine integrierte NVMe-SSD, die Daten siebenmal schneller verarbeitet als herkömmliche 2,5 Zoll-SSDs. Durch Einbindung des WLAN-Moduls Intel Wireless-AC 2x2 überträgt das Terminal Daten zuverlässiger und zwölfmal schneller als 1x1-BGN-Anwendungen. Außerdem kommt das POC ohne aktiven Lüfter aus und ist nach IP54 vor Staub und Spritzwasser und die Frontplatte nach IP64 geschützt. Das Terminal ist nach der Norm IEC 60601-1 für medizinische elektrische Geräte konzipiert. Darüber hinaus verfügt das System über COM- und LAN-Anschlüsse (1,5 kV), die zum Schutz vor elektromagnetischer Störstrahlung oder Leckagen isoliert



Bild: Advantech

sind. Um verschiedene Arten von Anwendungen zu unterstützen, kann das POC-624-Terminal optional mit Modulen ausgestattet werden, beispielsweise mit einem RFID-Lesegerät oder einem Chipkartenleser zur Patientenidentifikation sowie mit einem HD-Kamera-Modul mit Soundbar für telemedizinische Anwendungen.

Advantech

MEDIZINISCHES STECKERNETZTEIL

## Mit einer Leistung von 18 Watt

Die Serie TR18RDM von Cincon (Vertrieb: Emtron) ist ein Steckernetzteil mit einer Leistung von 18 W mit verstärkter Isolierung von 2x MOPP. Ausgelegt mit einer weiten Eingangsspannung von 80 bis 264 V<sub>AC</sub> kommt das Bauteil auf einen Wirkungsgrad von 85,45%. Es arbeitet bei Temperaturen von -30 bis 70 °C. Seine volle Nennleistung liefert es bei einer Temperatur von 40 °C. Au-

ßerdem lassen sich die Netzteile bis zu einer Höhe von 5000 m einsetzen. Ihr Leckstrom beträgt laut Hersteller weniger als 30 µA.

Das Netzteil erfüllt die Schutzart IP22 sowie alle aktuellen Energiesparanforderungen wie die DoE-Energieeffizienzstufe VI (USA) und CoC Tier 2 (EU). Es zeichnet sich durch einen geringen Leerlaufstromverbrauch von weniger als 75 mW aus. Die Reihe ist gegen Ausgangsüberspannung geschützt und dauerkurzschlussfest. Sie wurde für die medizinische Sicherheit nach IEC60601-1, EN60601-1, ANSI/AAMI ES60601-1 ed.3.1 zugelassen.

Darüber hinaus erfüllen alle Modelle die Emissions- und Immunitätsnormen EN60601-1-2 Ed4, EN55011 Klasse B, FCC Teil 18 Klasse B.

Emtron



Bild: Emtron



# Mit uns springen Sie nicht ins kalte Wasser

## Embedded- Linux-Woche

08. – 12. März 2021

14. – 18. Juni 2021

11. – 15. Oktober 2021

VCC Vogel Convention Center Würzburg



NEUE  
TERMINE  
2021

### Melden Sie sich jetzt zur Embedded-Linux-Woche an!

Abgestimmt auf Ihren Kenntnisstand transformieren  
prämierte Referenten in Einsteiger- oder  
Expertenkursen Sie zu echten Linux-Kennern.

[www.linux4embedded.de](http://www.linux4embedded.de)

ELEKTRONIK  
PRAXIS

ist eine Marke der



VOGEL COMMUNICATIONS  
GROUP

# Multicore-Mikrocontroller für IoT-Geräte am Edge einsetzen

*Mit der heute oft geforderten Funktionsfülle von IoT-Endgeräten sind viele Single-Core-Controller überfordert. Zeit für den Einsatz von Multicore-Mikrocontrollern. Wir zeigen, wie der Einstieg gelingt.*

ROLF HORN \*

Entwickler von Edge-Geräten für das Internet der Dinge (Internet of Things, IoT) müssen immer mehr Funktionen in ihre Produkte integrieren. Die Palette reicht von Kommunikations- und Abtastensoren bis hin zur Ausführung von Inferenzberechnungen für maschinelle Lernen (ML). Gleichzeitig soll der Stromverbrauch der Geräte so gering wie möglich sein. Dies erfordert einen flexiblen architektonischen Ansatz für ein Kernelement ihres Designs – den Mikrocontroller. Da MCUs mit nur einem Prozessorkern mit der geforderten Funktionsvielfalt überfordert sind, kommen vermehrt Multicore-MCUs zum Einsatz. Diese vereinen mehrere, oft unterschiedliche Kerne auf einem Chip.

## Einführung in Multicore-Mikrocontroller

Das wiederum fordert Entwickler heraus: Sie müssen die Unterschiede zwischen symmetrischen und asymmetrischen Mehrkernprozessoren verstehen, müssen Funktionen geschickt verteilen und die MCUs effizient programmieren. Dieser Artikel stellt das Konzept von Multicore-Mikrocontrollern auf Basis der STM32H7-Dual-Core-Baureihe von Halbleiterhersteller STMicroelectronics vor und erklärt, wie sich eine Balance zwischen Rechenleistung und Energieaufnahme finden lässt. Der Artikel bespricht auch mehrere Anwendungsfälle, in denen Entwickler die Mehrkernverarbeitung nutzen und die Arbeitslast auf mehrere Kerne aufteilen können.

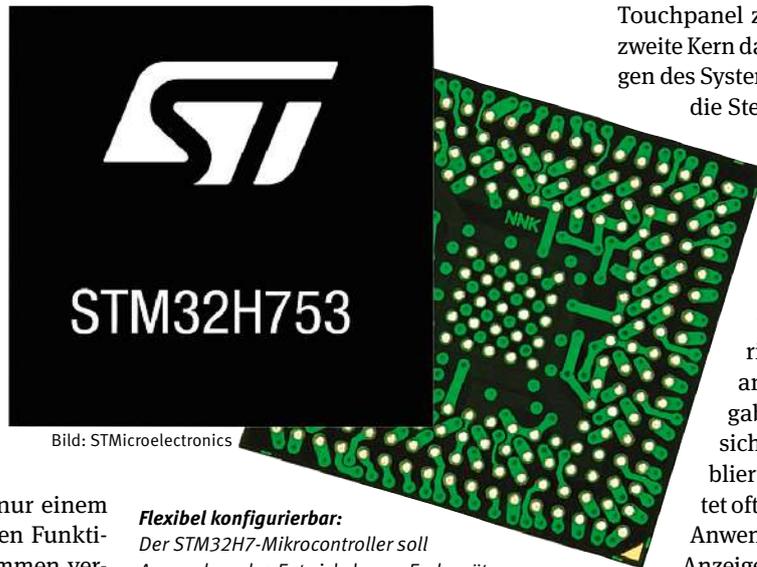


Bild: STMicroelectronics

### Flexibel konfigurierbar:

*Der STM32H7-Mikrocontroller soll Anwendern das Entwickeln von Endgeräten für das Internet of Things vereinfachen.*

Bei Multicore-Mikrocontroller gibt es überwiegend zwei Arten von Konfigurationen: die symmetrische und die asymmetrische Verarbeitung. Symmetrische Konfigurationen enthalten zwei oder mehr exakt gleiche Verarbeitungskerne. In MCUs kommen häufig Prozessoren von IP-Anbieter ARM zum Einsatz, etwa Cortex-M4. Asymmetrische Konfigurationen setzen auf unterschiedliche Kerne, zum Beispiel einen Cortex-M7-Prozessor und einen Cortex-M4-Prozessor oder einen Cortex-M4- und einen Cortex-M0+. Letztlich entscheidet der geplante Einsatzzweck über die Kombination.

Grundsätzlich sind Multicore-Mikrocontrollern für IoT-Entwickler interessant, da sie ihre Anwendung in mehrere Ausführungsdomänen zu separieren können. Getrennte Ausführungsdomänen ermöglichen eine präzise Steuerung der Leistung, der Funktionen und des Energiebedarfs der Gesamtanwendung. Beispielsweise kann ein Kern verwendet werden, um mit einem Benutzer über ein hochauflösendes Display und ein

Touchpanel zu interagieren, während der zweite Kern dazu dient, Echtzeitanforderungen des Systems zu verwalten, zum Beispiel die Steuerung eines Motors, von Relais und Abtastensoren.

Die meisten Entwickler teilen ihre Anwendungen in die Blöcke Funktionsumfang und Echtzeit (feature rich/real-time) oder Echtzeit und Sicherheit (real time/security) auf. Es gibt natürlich noch andere Möglichkeiten, die Aufgaben zu verteilen, doch haben sich diese beiden Paradigmen etabliert. Im ersten Paradigma verwaltet oft ein Kern die funktionsreichen Anwendungskomponenten, etwa die Anzeige, Inferenzberechnungen, Audiowiedergabe und Speicherzugriffe.

Der zweite Kern behandelt dann Echtzeitfunktionen wie Motorsteuerung, Sensorik und Kommunikationsstapel (Bild 2).

Das zweite Paradigma trennt die Anwendung in Echtzeit und Sicherheitsfunktionen. Im ersten Kern kann die Anwendung Dinge wie die Anzeige, den Speicherzugriff und die Echtzeit-Audiowiedergabe handhaben. Der zweite Kern agiert ausschließlich als Sicherheitsprozessor. Als solcher übernimmt er das Speichern kritischer Daten wie Geräte- und Netzwerkschlüssel, die Verschlüsselung, den sicheren Bootloader und alle sonstigen Funktionen, die in die Kategorie sichere Software fallen (Bild 3).

## Auswählen einer passenden Entwicklungsplatine

Obwohl Multicore-Mikrocontroller immer beliebter werden, zählen sie noch nicht zum Mainstream. Entwickler müssen zunächst entscheiden, welche MCU am besten für ihr Projekt geeignet ist. Dabei helfen Entwicklungsplatinen, die praktisch alle Chiphersteller für ihre Controller anbieten. Diese sollten LCD-Display zur Untersuchung funk-



\* Rolf Horn  
... ist Applications Engineer bei Digi-Key Electronics

tionsreicher Anwendungen besitzen, Ein- und Ausgänge zum Anschluss von Erweiterungen haben, günstig sein und von einem breiten Ökosystem unterstützt werden, zu dem Beispielcode, Gemeinschaftsforen und Zugang zu sachkundigen Applikationsingenieuren (FAE) zählen.

Sehen wir uns einige Beispiele von STMicroelectronics an, beginnend mit dem STM32H745I-DISCO (Bild 4). Dieses Board basiert auf der Dual-Core-MCU STM32H745ZIT6 mit einem Cortex-M7-Kern, der mit 480 MHz läuft, und einem Cortex-M4-Prozessor, der mit 240 MHz taktet. Dieser Teil enthält eine Gleitkommaeinheit mit doppelter Genauigkeit und einen L1-Cache mit 16 KByte Daten und 16 KByte Befehls-cache. Das Evaluierungsboard ist besonders interessant, denn es hat einen SAI-Audio-Codec, ein mikromechanisches MEMS-Mikrofon, integrierten Quad-SPI-Flash, 4 GByte eMMC-Speicher, einen Steckplatz für eine Tochterplatine sowie Anschlüsse für Ethernet und Audio. Für Entwickler, die nach einer Entwicklungsplatine mit zusätzlichen Fähigkeiten und weit mehr Erweiterungs-E/A suchen, könnte STM32H757I-EVAL besser geeignet sein (Bild 5). Das STM32H757I-EVAL verfügt über zusätzliche Funktionen, etwa 8 M x 32-Bit-SRAM, 1-GBit-Zwei-Quadranten-SPI-NOR-Flash, eingebettete Trace-Makrozelle (ETM) zur Befehlsverfolgung, Potentiometer, LED und diverse Taster und Knöpfe (Manipulation, Joystick, Aufwachen). Diese zusätzlichen Fähigkeiten, insbesondere die E/A-Erweiterung, können für Entwickler, die den Einstieg in die Entwicklung suchen, äußerst nützlich sein.

**So starten Sie die erste Multicore-Anwendung**

Unabhängig vom ausgewählten Board benötigen Entwickler zwei Hauptwerkzeuge. Einerseits STM32CubeIDE, eine freie inte-



**Bild 1:** Die Dual-Core-Controller der STM32H7-Serie haben eine große Bandbreite unterschiedlicher analoger und digitaler Schnittstellen integriert, deren Daten flexibel von den beiden Cortex-M4- und -M7-Kernen verarbeitet werden können.

grierte Entwicklungsumgebung (IDE), mit der Entwickler ihren Anwendungscode kompilieren und auf das Entwicklungsboard laden können. STM32CubeIDE bietet auch die notwendigen Ressourcen, um eine Anwendung schrittweise auszuführen und zu debuggen. Es ist für die wichtigsten Betriebssysteme einschließlich Windows, Linux und MacOS verfügbar. Andererseits das Firmware-Paket STM32H7. Dazu gehören Beispiele für die STM32H7-Entwicklungsboards für Multicore-Verarbeitung, Verwendung von

FreeRTOS, Peripherie-Treiber und FatFS (Dateisystem). Sinnvoll ist es, sich das Firmware-Anwendungspaket herunterzuladen und sich mit den Beispielen vertraut zu machen, die von der gewählten Entwicklungsplatine unterstützt werden. Insbesondere gibt es zwei Ordner, auf die Entwickler achten sollten. Der erste ist der Anwendungsordner mit Beispielen, die zeigen, wie OpenAMP verwendet wird (Bild 6). Diese Beispiele zeigen, wie man Daten zwischen den Mikrocontroller-Kernen überträgt, wobei ein Kern

#zwergenaufstand4punkt0  
**BoxPC-NUCV**

- ✓ AMD Ryzen™ V1000 embedded Serie mit Vega 3 / 8 / 11 GPU
- ✓ Ultrakompakt: Nur ca. 117 x 47 x 120 mm groß
- ✓ Intelligent: Optimal ausgerüstet für AI, ML, DL, Robotics etc.

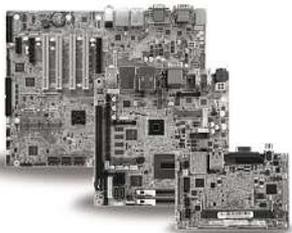


Made in Germany. Seit 1988.

Gewerbering 3  
85258 Weichs – Germany  
Phone +49 8136 2282-0  
[www.eepd.de](http://www.eepd.de)



...by people who care!



## CPU BOARDS

Intel® / AMD / RISC Platform

- ATX, microATX, Mini-ITX, EPIC, 3.5", Pico-ITX, PICMG 1.3/1.0



## EMBEDDED PC

Intel® / AMD Platform

- PCI, PCIe, Mini PCIe Slots
- DIN Rail-, Wall-, 19" Rackmount



## PANEL PC

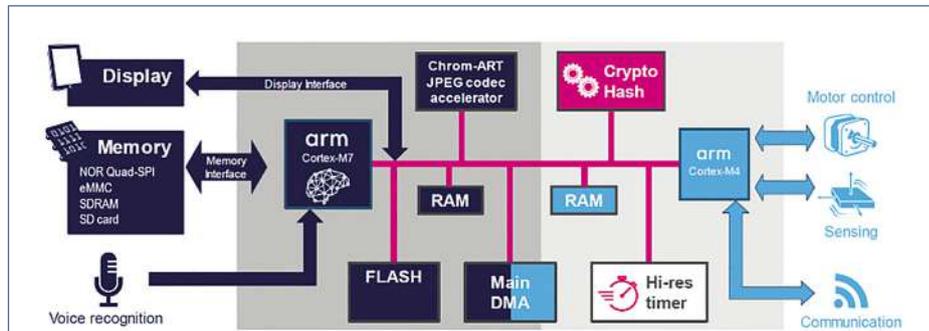
Intel® / RISC Platform

- 4.3"-24" resistive/capacitive Touch
- Panel-, VESA-, Wall-, Armmount

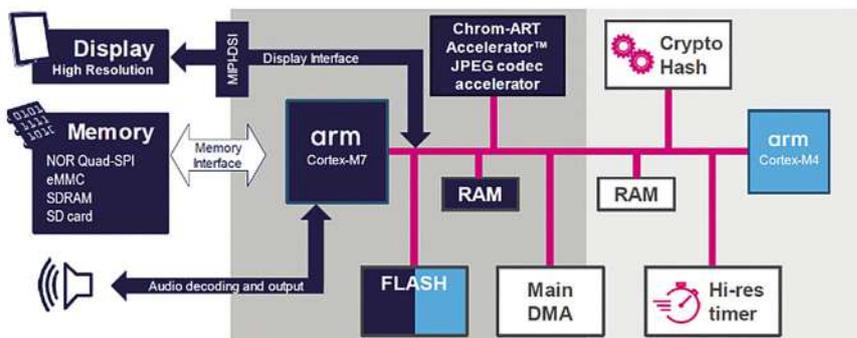


- ✓ BERATUNG
- ✓ SUPPORT
- ✓ LAGER

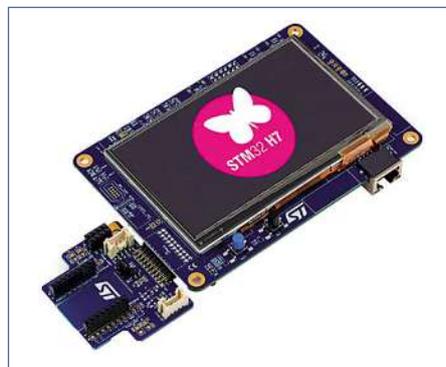
ICP Deutschland GmbH  
 Mahdenstr. 3 | 72768 Reutlingen  
 Tel.: +49 71 21 14323-0  
 info@icp-deutschland.de  
 www.icp-deutschland.de



**Bild 2:** Im ersten Beispiel übernimmt ein Kern (hier Cortex M7) die funktionsreichen Anwendungs-komponenten, der zweite (Cortex M4) die Echtzeitkomponenten.



**Bild 3:** Im zweiten Ansatz ist ein Kern für die Verarbeitung der Echtzeit-Anwendungssegmente zuständig, während der zweite Kern die Sicherheitsfunktionen berechnet.



**Bild 4:** Das STM32H745I-DISCO-Board integriert eine breite Palette von On-Board-Sensoren und Speicherfunktionen, die es Entwicklern ermöglichen, die Dual-Core-Mikrocontroller mit 480 MHz und 240 MHz zu testen.

Bild: STMMicroelectronics



**Bild 5:** Die Baugruppe STM32H757I-EVAL bietet Entwicklern viel Erweiterungsplatz, einfachen Zugang zu Peripheriegeräten und einen LCD-Bildschirm für den Einstieg in Multicore-Anwendungen.

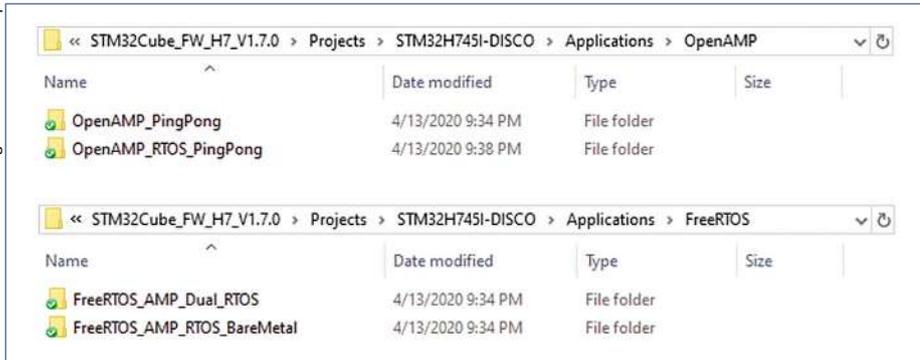
Bild: STMMicroelectronics

Daten an den anderen Kern sendet, der sie dann wieder an den ersten Kern zurück überträgt. Beide Beispiele führen dies auf unterschiedliche Weise durch: einmal ohne Betriebssystem, einmal mit FreeRTOS.

### Kerne mit oder ohne RTOS konfigurieren

Der zweite Satz von Beispielen zeigt, wie beide Kerne mit und ohne RTOS konfiguriert werden können (Bild 6). Einmal wird Free

RTOS auf jedem Kern ausgeführt, während im anderen RTOS nur auf einem Kern läuft. Andere Beispiele im Firmware-Paket zeigen weiterreichende Funktionen. Das Laden eines Beispielprojekts führt dazu, dass ein Entwickler ein Projektlayout sieht, das dem in Bild 7 gezeigten ähnelt. Wie veranschau-



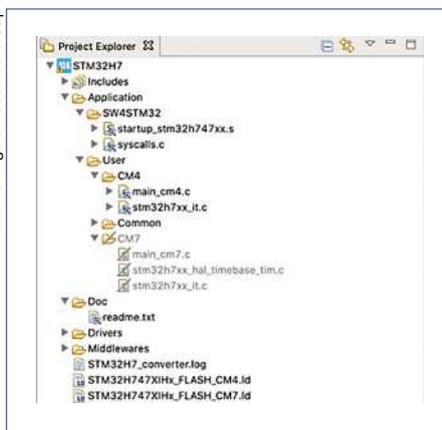
**Bild 6:** Der STM32Cube\_FW\_H7 bietet mehrere Beispiele, die den Einstieg in die Multicore-Verarbeitung mit OpenAMP demonstrieren und zeigen, wie ein Betriebssystem mit Mehrkernprozessoren konfiguriert werden kann.

licht, ist das Projekt für jeden Kern in Anwendungscode unterteilt. Wenn der Anwendungscode auf mehrere Kerne aufgeteilt ist, kann die Build-Konfiguration so eingerichtet werden, dass ein Entwickler jeweils nur mit einem Kern zur gleichen Zeit arbeitet. Die mit dem Paket mitgelieferte Datei readme.txt enthält eine detaillierte Beschreibung der Funktionsweise. Dies hilft, den Quellcode zu untersuchen, um zu verstehen, wie die Inter-Prozessor-Kommunikation (IPC) tatsächlich erfolgt.

### Tipps und Tricks für die Arbeit mit Multicore-Mikrocontrollern

Der Einstieg in die Entwicklung eigener Projekte mit Multicore-Mikrocontrollern ist nicht schwierig. Entwickler müssen allerdings einige zusätzliche Überlegungen zu ihrem geplanten Design anstellen. Dabei können folgende Tipps helfen:

- Es ist möglich, Domänen auf einem einzigen Prozessor zu mischen. Dies kann aber die Leistung beeinträchtigen, wenn nicht sorgfältig vorgegangen wird. Überlegen Sie daher bereits im Vorfeld, welche Applikationssteile auf welchem Kern laufen sollen.
- Nehmen Sie sich die Zeit, um die in das OpenAMP-Framework eingebauten Funktionen zu untersuchen und zu evaluieren, wie die geplante Anwendung diese Funktionen nutzen kann.
- Laden Sie die Anwendungsbeispiele für die STM32H7-Prozessoren herunter und führen Sie die Multicore-Anwendungsbeispiele für das ausgewählte Entwicklungsboard aus. Das H747 enthält zwei: eine für FreeRTOS und eine für OpenAMP.
- Wenn Sie eine Anwendung debuggen, vergessen Sie nicht, dass jetzt zwei Cores laufen! Stellen Sie sicher, dass Sie den richtigen Thread innerhalb der Debug-Umgebung auswählen, um seinen Aufrufverlauf zu untersuchen.



**Bild 7:** Ein Beispiel für ein OpenAMP-Ping-Pong-Projekt demonstriert Entwicklern, wie ein Kommunikationskanal zwischen den beiden CPU-Kernen erstellt wird.

- Nutzen Sie interne Hardwareressourcen, z. B. eine Hardwaresemaphore, um die Anwendungsausführung auf den Cores zu synchronisieren.

### Kernfunktionen besser auf die Anwendung abstimmen

Mit Multicore-MCUs können Entwickler von IoT-Edge-Geräten Funktionalität, Leistung und Stromverbrauch besser auf die Anforderungen der Anwendung abstimmen. Die Bausteine ermöglichen es Schaltungsdesignern, ihre Anwendung in Funktionsbereiche wie Feature Rich/Echtzeit- oder Echtzeit/Sicherheitsverarbeitung aufzutrennen. Entwickler können beispielsweise einen Kern deaktivieren und so Energie sparen, wenn eine Verarbeitungsdomäne nicht mehr benötigt wird. Oder sie schalten ihn gezielt ein, um die Anwendungsleistung zu verbessern. So können die Geräte flexibel auf geänderte Rahmenbedingungen reagieren. // ME

Digi-Key Electronics

# Mikroskopisch.

Unsere wechselbare Mikroskop-Optik für IR-Kameras bietet eine Detailauflösung von 28 µm und eine Bildfrequenz von 125 Hz.

Pyrometer. Infrarotkameras. Zubehör. Software. Wir messen berührungslos Temperaturen von -50 °C bis +3000 °C. Besuchen Sie uns: [www.optris.de](http://www.optris.de)



ab  
4980 €



**optris**  
when temperature matters

# Einsatz von Verschlüsselung für den Softwareschutz

*Software wird in Embedded-Systemen zunehmend essentiell für die Sicherung des eigenen Wettbewerbsvorteils. Der effiziente Einsatz von Verschlüsselung stellt sicher, dass dieser Wert auch gewahrt bleibt.*

RÜDIGER KÜGLER \*

Der Anteil der Software am Wert eines Embedded-Gerätes hat in den letzten Jahren stark zugenommen. Dies hat zur Folge, dass sich immer mehr Hersteller von Geräten über die Themen Softwareschutz und Lizenzierung Gedanken machen; oft auch mit den Gedanken, Features nachträglich freischalten oder über Abonnements wiederkehrende Einkünfte erzielen zu können. Häufig wird eine schlüsselfertige Lösung eingesetzt.

Aber wie integriert man eine Schutzlösung, so dass diese nicht oder nur schwer umgangen werden kann? Wichtig ist hier der Einsatz von Verschlüsselung. Es gibt dabei mehrere Strategien, wie z.B. das Verschlüsseln ausführbaren Codes, das Verschlüsseln von Daten oder das Reagieren auf Ergebnisse kryptographischer Funktionsaufrufe.

Für ein hohes Schutzlevel lassen sich verschiedene Strategien kombinieren. Falls

Geräte mit Arbeitsplatz-Computern zusammenspielen, kann auch die Kommunikation zwischen Gerät und PC verschlüsselt werden.

## Verschlüsseln von ausführbarem Code „en bloc“

Das Verschlüsseln von ausführbarem Code ist vor allem dann eine gute Option, wenn die eigentliche Anwendung auf einem Medium wie einer SD-Karte liegt und in den Hauptspeicher geladen wird.

Werkzeuge des Softwareschutz-Herstellers verschlüsseln die komplette Anwendung. In der Regel wird ein Start-Code an die so geschützte Anwendung angehängt. Nach dem Laden der Anwendung in den Hauptspeicher wird anstelle der eigentlichen Anwendung zuerst der Start-Code ausgeführt. Dieser prüft, ob eine Lizenz für die Anwendung vorhanden ist und verwendet einen Schlüssel in der Lizenz, um die Anwendung zu entschlüsseln. Danach wird erst der Code der Anwendung aufgerufen. Durch die Trennung von Schlüssel (in der Lizenz) und Anwendung wird ein hohes Schutzlevel erreicht. Ein Angreifer ohne passende Lizenz kann die Anwendung nicht entschlüsseln.

Alternativ kann der Start-Code auch bereits in das Betriebssystem integriert werden. Diese Technologie ist etwa für VxWorks von Wind River verfügbar. Der Gerätehersteller kann in diesem Fall zusätzlich zum Schutz gegen Raubkopien auch noch das Starten von Malware verhindern, da nur korrekt verschlüsselte und vor allem signierte Anwendungen gestartet werden können.

## Die hohe Kunst der Code-Verschlüsselung

All diese Methoden laden eine Anwendung komplett in den Speicher und entschlüsseln sie. Das hat den Vorteil, dass die Anwendung nach dem Start mit der gleichen Geschwindigkeit läuft, wie sie ohne Schutzmaßnahmen laufen würde. Ein Angreifer könnte jedoch versuchen, ein Abbild des Hauptspeichers zu erzeugen und dieses zu analysieren. Hieraus eine lauffähige Anwendung zu erzeugen ist nicht einfach, mit entsprechenden Kenntnissen aber durchaus möglich. Anbieter von Softwareschutzlösungen bieten daher verschiedene Gegenmaßnahmen an.

Ein Ansatz ist das automatische Einfügen „kleiner Schweinereien“. Dabei wird der ausführbare Code so modifiziert, dass automatische Tools für die Rekonstruktion einer Anwendung aus einem Speicherabbild versagen. Für den Angreifer ist Handarbeit angesagt. Anbieter einer solchen Lösung geben meist keine Details über diese Maßnahmen preis, was ein Risiko für Gerätehersteller darstellt, da es eine Abschätzung von Sicherheit und Einfluss auf die Performance erschwert.

Besser ist es, die Anwendung in kleine funktionale Teile zu zerlegen und diese zur Laufzeit dynamische zu entschlüsseln. Teile werden nicht beim Starten der Anwendung entschlüsselt, sondern bleiben verschlüsselt im Hauptspeicher. Bei CodeMeter kann der Gerätehersteller beispielsweise entscheiden, ob er eine Teil-Entschlüsselung per API selber anstößt oder ob dies automatisch beim Aufruf erfolgt. Im ersten Fall kann der Ent-



\* Rüdiger Kügler  
... ist VP Sales und Sicherheitsexperte bei der WIBU-SYSTEMS AG.

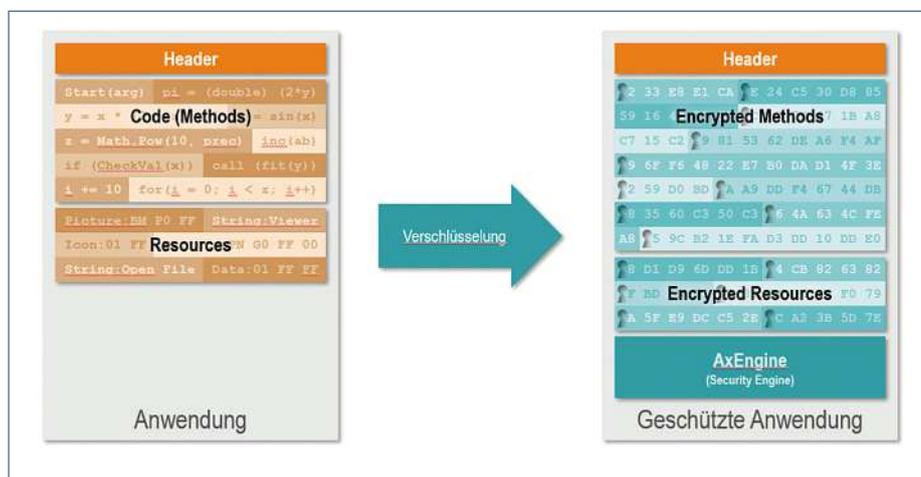
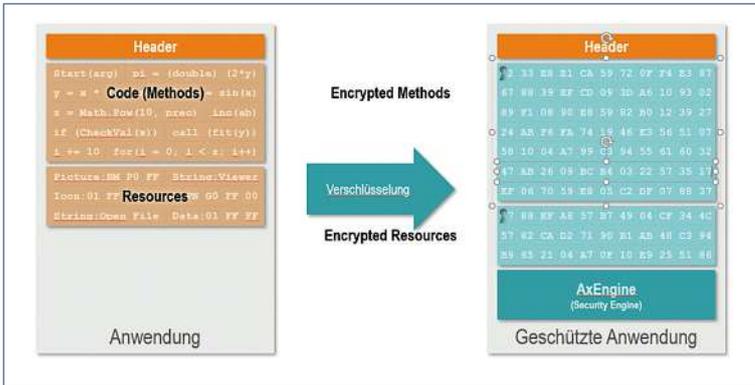
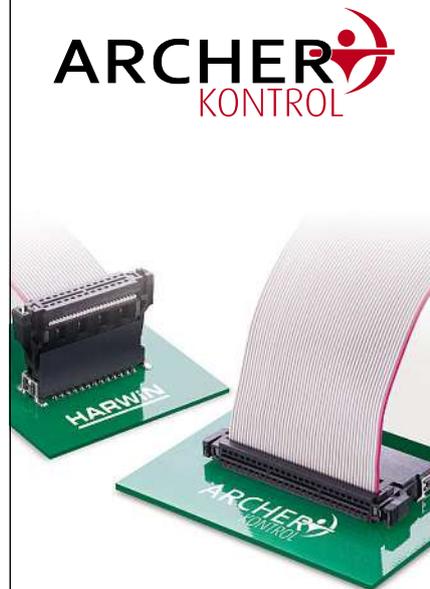


Bild: WIBU-SYSTEMS AG

Bild 1: Verschlüsselung einer Anwendung auf Methodenebene.



**Bild 2:**  
Verschlüsseln  
einer Anwen-  
dung „en bloc“.



wickler die Performance komplett selbst bestimmen.

### Verschlüsselte Daten anstelle von verschlüsseltem Code

Falls Code-Verschlüsselung nicht möglich ist oder der Schutzlevel weiter erhöht werden soll gibt es noch die Möglichkeit, Daten zu verschlüsseln. Auch hier sollte ein Schlüssel verwendet werden, der sich in der Lizenz und außerhalb der Anwendung befindet.

Eine Strategie ist, nötige Daten verschlüsselt in der Anwendung abzulegen. Dazu ein vereinfachtes Beispiel: Der Hersteller benötigt die Zahl Pi für eine Berechnung und kennt die Zahl auf 10 Stellen genauer als seine Mitbewerber. Daher verschlüsselt er Pi und legt es als verschlüsseltes Byte-Array in seinem Quellcode ab. Bei Bedarf entschlüsselt er Pi, prüft eine Checksumme und verwendet es für seine Berechnung. Je mehr solcher Konstanten verschlüsselt hinterlegt sind, umso höher die Sicherheit, da ein Angreifer all diese Konstanten erst finden muss.

Eine zweite Strategie ist das Verschlüsseln erfasster Daten, etwa mit Hilfe eines in der Software hinterlegten öffentlichen Schlüssels. Dies ist ohne passende Lizenz möglich. Zum Laden und Entschlüsseln der Daten wird dann der private Schlüssel verwendet, der sich in der Lizenz befindet. Somit können Sensoren z.B. immer aufzeichnen, Anwender Daten aber nur weiterverarbeiten, wenn sie die passende Lizenz besitzen.

### Überprüfen der Lizenz mit API-Aufrufen

Eine weitere Option ist das Prüfen der Lizenz mit einem API-Call. Dabei gilt es, Simulatoren an der Schnittstelle zwischen Software und Sicherheitssystem zu verhindern. Folgende Strategien sind gebräuchlich:

1. RED (Random Encryption Decryption). Es werden zufällige Daten erzeugt, verschlüsselt und später entschlüsselt. Das Ergebnis der Verschlüsselung muss anders sein als die

originalen Daten. Die Methode erzeugt ein zufälliges Rauschen in der Kommunikation mit dem Sicherheitssystem und kann nicht durch Aufzeichnen und erneutes Abspielen der Kommunikation simuliert werden.

2. RID (Required Information Decryption). Ähnlich zum oben bereits behandelten Punkt, allerdings lassen sich hier auch zufällige Daten hinterlegen, die nur auf Korrektheit geprüft, aber nie verwendet werden. Diese Methode ist nicht durch eine andere Entschlüsselung simulierbar.

3. P-RID (Probabilistic RID). Hier wird ein Wert unterschiedlich verschlüsselt in mehreren Sequenzen hinterlegt. Zur Entschlüsselung wird abhängig von Datum oder Gerät eine dieser Optionen ausgewählt. Eine so erzeugte Simulation von Aufzeichnung und Abspielen sieht für den Angreifer auf den ersten Blick lauffähig aus, funktioniert aber nicht zu jeder Zeit und/oder auf jedem Gerät.

### Sichere Ablage von Schlüsseln für Decrypting

Die Schlüssel für die Entschlüsselung sollten sicher abgelegt sein. Zwei gängige Strategien sind Dongles und Lizenzdateien. Bei Dongles gilt es zu unterscheiden, ob dieser nur eine reine eindeutige Identifikation liefert oder Schlüssel sicher speichern kann und deren Verwendung per API ermöglicht.

Lizenzdateien können wahlweise signiert sein, um eine Manipulation zu verhindern. Besser ist, die Lizenzdatei mit Daten des Zielgerätes zu verschlüsseln, so dass sie auch als sicherer Speicher für Schlüssel dienen kann. Bei CodeMeter wird z.B. aus der Hardware ein „Fingerabdruck“ berechnet und daraus ein privater Schlüssel generiert. Den zugehörigen öffentlichen Schlüssel verwendet der Gerätehersteller, um seinen Schlüssel verschlüsselt auszuliefern. Die Lizenzdatei kann so nur auf dem Zielgerät mit dem korrekten Fingerabdruck entschlüsselt werden. // SG

WIBU-Systems

## Mehr Leistungsfähigkeit für angeschlossene Hardware

### Für den Einsatz in Umgebungen mit hohen Vibrationen.

Mit SMD-Lötflächen für zusätzliche Festigkeit auf der Platine kann Archer Kontrol den Biege- und Torsionskräften in Umgebungen mit hohen Vibrationen standhalten.

### Höchste Zuverlässigkeit für die nächste Generation angeschlossener Geräte.

- Temperaturbereich von -55 bis +125 °C
- Hilfe bei der Blindpaarung
- Getestet für bis zu 500 Steckzyklen
- Bis zu 3 GBit/s Datenrate

[harwin.com/archer-kontrol](http://harwin.com/archer-kontrol)

**HARWIN**  
Connect with confidence

# NAND statt NOR: Flash-Speicher für anspruchsvolle Anwendungen

*Die Skalierung von NOR-Flash ist ausgereizt. Eignet sich NAND-Flash als Alternative für anspruchsvolle Applikationen, beispielsweise das Speichern von Anwendungs-Code in Automotive-Systemen?*

ANIL GUPTA \*



Bild: Winbond

sere Lösung sein. Solche NAND-Chips sind von der Leistung her so zuverlässig und robust wie NOR-Flash-ICs, mit vergleichbarer Wiederbeschreibbarkeit, jedoch zu weniger als den halben Kosten pro Bit. Dieser Artikel beschreibt diese Umstände und die Gründe, warum NOR-Flash nicht in allen Fällen als die richtige Technologie zum Speichern von Code angesehen werden kann.

## Warum die Wahl der Flash-Technologie heute wichtig ist

In vielen Embedded-Anwendungen ist die Möglichkeit, SPI-NOR-Flash zum Speichern von Code durch serielles NAND-Flash mit einer SPI-Schnittstelle zu ersetzen, von geringer oder keiner Bedeutung. Bei Embedded-Entwicklungen mit einer Code-Basis bis 256 MBit wäre eine Lösung mit NAND-Flash nicht billiger als die entsprechende NOR-Flash-Schaltung. Bei niedrigen Dichten von 256 MBit und weniger haben Peripheriefunktionen wie Logik und eine Ladungspumpe einen hohen Anteil an den Kosten des Chips, und das Speicher-Array allein hat keinen bestimmenden Anteil. Je geringer die Speicherdichte, umso mehr ist dies der Fall. Hier hat die geringere Größe der NAND-Speicherezelle gegenüber einer NOR-Speicherezelle einen vernachlässigbaren Nutzen. Bei Dichten von 512 MBit und mehr belegt das Speicher-Array hingegen den größten Teil der Die-Fläche, sodass die niedrigeren Kosten per Bit einer NAND-Flash-Zelle einen klaren Vorteil gegenüber NOR-Flash verschaffen.

Für eine neue Kategorie von Embedded-Anwendungen reicht eine Speicherkapazität von 256 MBit jedoch nicht aus. Das zeigt sich am deutlichsten bei den Fahrzeugsystemen, die sich heute in der Entwicklung befinden. Hochentwickelte automotiv Anwendungen von fortschrittlichen Fahrerassistenzsystemen (ADAS) bis zu Systemen zum vollautonomen Fahren erfordern eine sehr viel größere Codebasis. Mittlerweile spezifizieren OEM automotiver Systeme Speichersysteme

**Echte Alternative:** Das QspiNAND-Flash eignet sich zum Speichern von systemkritischem Code, wenn Anwendungen Speicherdichten von 512 MBit oder mehr verlangen – etwa in Automotive- oder IoT-Geräten.

**N**OR und NAND: Jeder erfahrene Systementwickler kennt die beiden Hauptkategorien von nicht-flüchtigem Flash-Speicher. NOR-Flash ist robust und zuverlässig und speichert Daten für lange Zeit. Es wird in vergleichsweise geringen Dichten von 256 MBit und weniger hergestellt, und die Kosten pro Bit sind relativ hoch. NAND-Flash ist hingegen eher für Bitfehler anfällig, kann aber hohe Speicherdichten bereitstellen. 2020 sind 3D-NAND-Bauteile in Dichten bis 8 Tb und zu sehr niedrigen Kosten pro Bit verfügbar. Das gibt den Entwicklern bei der Auswahl des Flash-Speichers für eine gegebene Anwendung eine einfache Regel an die Hand:

zum Speichern von Code wird NOR-Flash eingesetzt, um hohe Zuverlässigkeit und eine

lange Datenerhaltung zu erreichen. Es eignet sich auch für häufiges Programmieren und Löschen.

Zum Speichern von Daten wird NAND-Flash wegen seiner Fähigkeit eingesetzt, hohe Kapazitäten zu sehr niedrigen Kosten bereitzustellen. Wichtig: Die Anwendung muss eine hohe Bitfehlerrate zulassen.

So kann man die allgemeinen Annahmen in der Branche zum Einsatz von NOR und NAND umreißen. Und wie die meisten Annahmen trifft sie nur teilweise zu. Tatsächlich entwickeln sich die Technologien von NOR- und NAND-Flash-Speicher mit unterschiedlicher Geschwindigkeit weiter, was sich auf ihre jeweiligen Vor- und Nachteile auswirkt.

Unter gewissen Umständen kann heute ein bestimmter Typ von NAND-Flash-IC zum Speichern von missionskritischem Code gegenüber einem NOR-Flash-Bauteil die bes-

\* Anil Gupta  
... ist Technischer Manager bei Winbond

zur Code-Speicherung mit einer Kapazität von bis zu 2 GBit (oder 256 MByte).

Daher wünschen sich die Entwickler autonomer Systeme, die in einer sehr kostenbewussten Umgebung arbeiten, NOR-Flash mit höheren Dichten zu niedrigeren Kosten oder kostengünstigeres NAND, das sich für die Codespeicherung eignet. Und hier kollidieren die Wünsche der Entwickler mit der harten Realität der Geschwindigkeit, mit der sich die NOR-Flash-Technologie weiterentwickelt.

## Das Ende der Skalierung beim NOR-Prozess

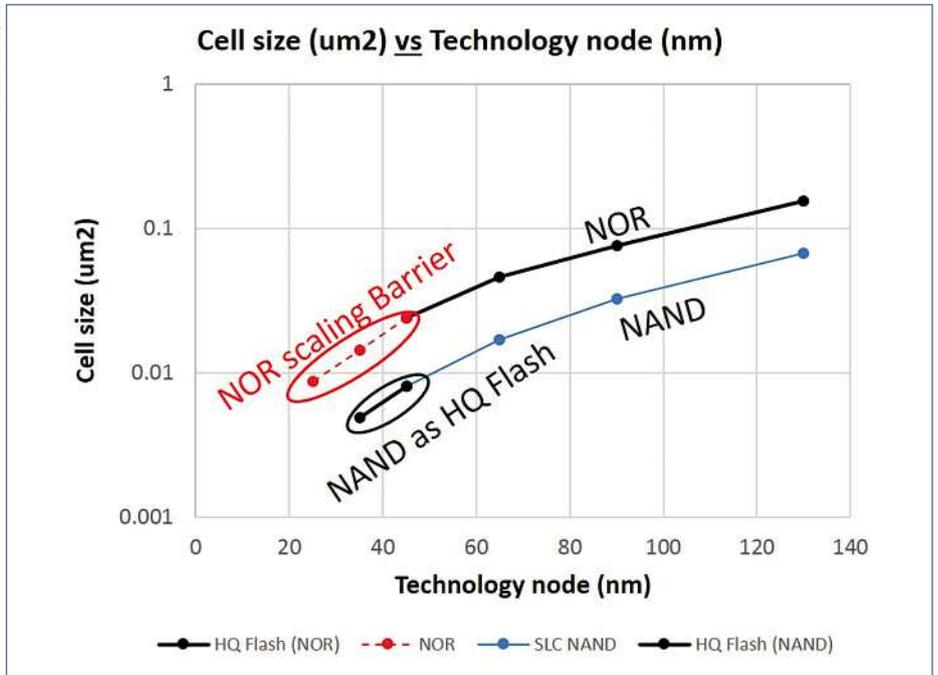
Eine weitere Miniaturisierung des Prozesses ist das seit langem bewährte Verfahren der Halbleiterindustrie, immer mehr Funktionalität zu immer niedrigeren Kosten zu liefern. Viele Jahre lang galt das für NOR-Flash-ICs ebenso wie für jede andere Art von Halbleitern. 1986 war der 1,5- $\mu\text{m}$ -Node die fortschrittlichste Technologie für die Herstellung von NOR-Flash. Rund zwei Jahrzehnte später wurden NOR-Flash-Bauteile im 65-nm-Node gefertigt. Seither hat sich die Entwicklung bei NAND-Flash fortgesetzt. Heute werden die 3D-NAND-Flash-ICs mit der höchsten Dichte, die in Smartphones und Computergeräten eingesetzt werden, im 1x-nm-Node produziert.

Die Skalierung beim NOR-Flash ist hingegen zum Stillstand gekommen. Die Implementierung des 65-nm-Nodes hat sich bereits als sehr viel schwieriger erwiesen, als bei allen vorherigen Nodes. 2008 hat Intel ein Papier mit der Beschreibung eines neuen 45-nm-Prozesses zur Herstellung von Flash veröffentlicht. Rund zehn Jahre später lieferten nur zwei Hersteller Produkte mit 45-nm-NOR-Flash. Die Industrie hat feststellen müssen, dass die Abmessungen bestimmter Elemente einer NOR-Flash-Schaltung die Möglichkeiten zur Fertigung an ihre Grenzen bringen. Wenn 65 nm bereits eine Hürde bei der Skalierung von NOR war, scheint 45 nm eine endgültige Barriere zu sein, und es gibt heute keine Aussicht, NOR-Flash über diesen Node hinaus zu skalieren.

Für die Hersteller autonomer Systeme heißt das, dass es bei den Kosten pro Bit von NOR-Flash keine weitere Reduzierung nach Moores Gesetz geben wird, und die Auswirkungen steigender Anforderungen für die Codespeicherung durch die Einführung fortschrittlicher Anwendungen, z.B. zum autonomen Fahren, werden sich durch eine weitere Skalierung des Prozesses nicht ausgleichen lassen.

Kann NAND-Flash mit seinen viel niedrigeren Kosten pro Bit für die Codespeicherung

Bild: Winbond



**Bild 1:** Vergleich der Zellgrößen von NOR und NAND mit Extrapolation der NOR-Zellgröße, wenn die NOR-Technologie auf 2x nm skaliert würde. Wenn ein NOR-Bauteil mit 2x nm produziert werden könnte, wäre seine Zellgröße mit der von heutigen 4x nm seriellen NAND-Bauteilen vergleichbar.

in diesen sicherheitskritischen Anwendungen NOR-Flash ersetzen? Um diese Frage zu beantworten, müssen wir den Mechanismus verstehen, nach dem Daten in einem NAND-Flash-IC verlorengehen können.

## Verbreitete Ausfallmodi von NAND-Flash-Speicher

Es gibt zwei Hauptmechanismen, nach denen im normalen Betrieb eines Flash-ICs Bitfehler auftreten können: Erstens beim Schreiben in das Speicher-Array und zweitens durch das Abfließen von Elektronen aus den Flash-Speicherzellen, was nach einiger Zeit zu einem Datenverlust führen kann, durch den Lesefehler entstehen. Der Betrieb bei sehr hohen Temperaturen beschleunigt diesen Vorgang und verkürzt daher die durchschnittliche Datenerhaltung in den Zellen von Flash-Bauteilen.

Das Risiko des Datenverlusts durch Bitfehler beim Lesen lässt sich durch die Implementierung eines robusten Fehlerkorrekturcodes (ECC) beseitigen. Alle seriellen NAND-Flash-Bauteile von Winbond in der 46-nm-Technologie haben onboard einen 1-Bit-ECC.

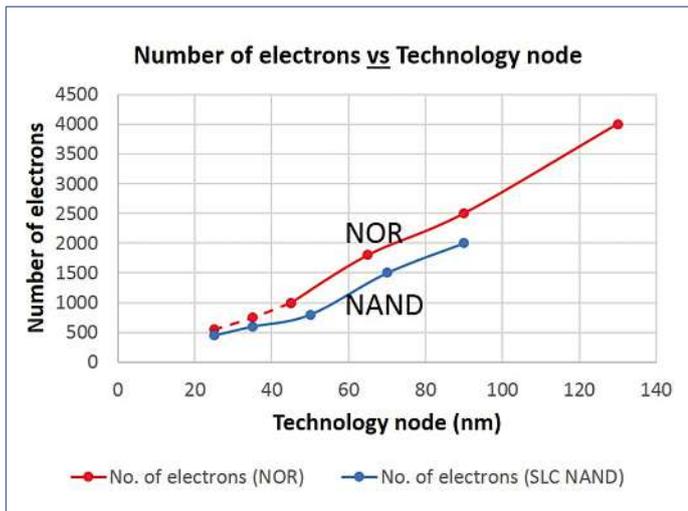
Das Abfließen von Elektronen kann hingegen nicht verhindert werden. Aber wie hoch ist das dadurch entstehende Risiko? Das ist einfach eine Frage der Berechnung der anfänglichen Anzahl von Elektronen in einer Zelle nach der Programmierung und der Rate, mit der sie abfließen. Einfach gesagt, wenn eine Zelle mit vielen Elektronen be-

ginnt und diese mit niedriger Rate abfließen, wird es lange dauern, bis die Ladung in der Zelle soweit abgesunken ist, dass sie nicht mehr zuverlässig ausgelesen werden kann.

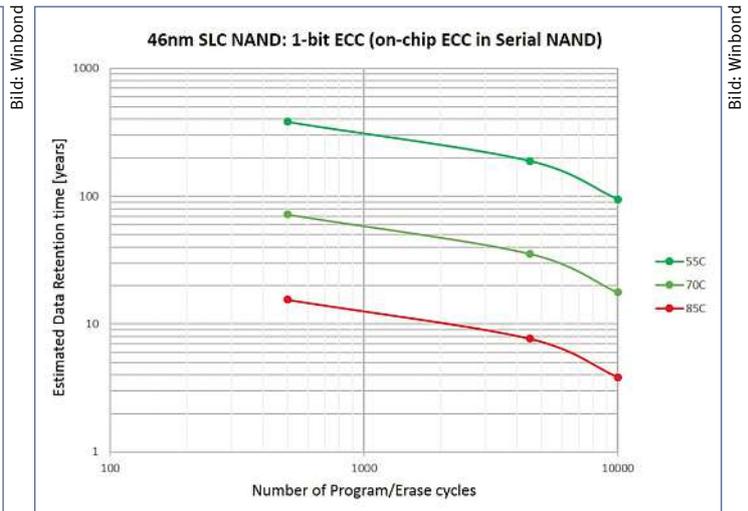
Die Elektronenzahl zu Beginn ist eine Funktion der Zellgröße. Wie Bild 1 zeigt, ist eine serielle NAND-Zelle bei jedem Prozessnode kleiner als eine SPI-NOR-Zelle. Dies ist ein grundlegendes Merkmal der beiden Technologien, das erklärt, warum NAND niedrige Kosten pro Bit erlaubt – denn ein kleineres Die ist ein billigeres Die.

Bild 2 zeigt einen Vergleich der Elektronenzahl von SPI-NOR und SLC (Single-Level Cell) seriellen Flash-Bauteilen. Dies trägt zur Erklärung von NOR-Flash als dem ‚zuverlässigen‘ Speichertyp bei. Ein im 130-nm-Node gefertigtes NOR-Flash-IC würde pro Zelle 4.000 Elektronen aufnehmen. Wenn man die Abflussrate vorsichtig mit einem 1 Elektron pro Monat oder 120 Elektronen über 10 Jahre ansetzt, sind die Auswirkungen des Abfließens auf die Ladung in der Zelle vernachlässigbar.

Das Abfließen von Elektronen wird jedoch mit kleinerer Prozessgeometrie zu einem immer akuterem Problem, denn kleinere Zellen nehmen weniger Ladung auf. Dies gilt für NOR-Flash ebenso wie für NAND-Flash. Die winzigen Strukturen heutiger 1x-nm-MLC – oder TLC (Three-Level-Cell) NAND-Flash-ICs können unter einigen Betriebsbedingungen zu spezifizierten Datenerhaltungszeiten von nur wenigen Stunden oder Tagen führen.



**Bild 2:** Selbst beim 3x-nm-Node nimmt eine NAND-Flash-Zelle über 500 Elektronen auf, was der erforderlichen Anzahl für die Klassifizierung als ‚High Quality‘-Speicher entspricht (Vt Shift von 4 V).



**Bild 3:** Die Grafik zeigt, dass die Datenerhaltung von Winbond seriellen HQ-NAND-Bauteilen mit den heutigen NOR-Flash-Bauteilen mit 65 nm und weniger vergleichbar ist.

Diese aktuell führenden Bauteile erfordern komplexe Scan- und Refresh-Mechanismen, um die Zellen regelmäßig wieder aufzuladen. Missionskritische automotiv Anwendungen erlauben jedoch keinerlei Datenverlust über eine lange Produktlebensdauer von mindestens zehn Jahren. Hinzu kommt, dass die Entwickler im Automotive-Bereich sich nicht mit den Problemen und Risiken der Implementierung von Scan- und Refresh-Funktionen befassen wollen.

Was ist also die erforderliche Mindestanzahl an Elektronen, um Speicher als ‚High Quality‘-Speicher für den Einsatz in Anwendungen mit hoher Zuverlässigkeit zu qualifizieren? Die wissenschaftliche Literatur und die Erfahrung legen nahe, dass 500 Elektronen pro Zelle als Schwellwert für die Qualität betrachtet werden können, da eine solche Zelle bei einem angenommenen Verlust von einem Elektron pro Monat nach 10 Jahren immer noch 75% der gespeicherten Elektronen enthalten würde. Bild 2 zeigt, dass serielles NAND mit 46 nm und 3x nm diesen Wert übertrifft.

Dieser Schwellwert für die Qualität von Flash-Speicher entspricht der Leistung einer neuen Klasse von HQ SLC seriellen NAND-Flash-Bauteilen (HQ = High Quality), die Winbond entwickelt hat und im eigenen 46-nm-Prozess fertigt. Diese Bauteile durchlaufen spezielle Auswahl- und Testverfahren. Bild 3 zeigt, dass die Datenerhaltung von Winbond HQ seriellen NAND-Bauteilen mit der heutiger NOR-Flash-Bauteile mit 65 nm und weniger vergleichbar ist.

Relevanter für fortschrittliche Anwendungen zur Speicherung von Code im Automotive-Bereich ist die Tatsache, dass die Datener-

haltung von HQ seriellem NAND bei maximal 100 Programmier-/Löschzyklen (P/E) und einer hohen Betriebstemperatur von 85 °C einen Wert von 25 Jahren erreicht. In einer Automotive-Anwendung ist es äußerst unwahrscheinlich, dass der Code tatsächlich 100 P/E-Zyklen erfährt. Tests bei Winbond haben auch gezeigt, dass die Datenerhaltung bei 70 °C und über 10.000 Schreib/Lösch-Zyklen mehr als 15 Jahre beträgt, was der Leistung heute auf dem Markt verfügbarer NOR-Flash-Produkte entspricht.

Die Winbond HQ seriellen NAND-Flash-Bauteile bieten dieselben Kostenvorteile gegenüber NOR-Flash wie jeder andere NAND-Typ, z.B. ONFi NAND-Flash. Die Kosten pro Bit eines seriellen NAND-Flash-IC von Winbond betragen gemeinhin weniger als die Hälfte einer entsprechenden SPI-NOR-Flash-Lösung bei Speicherdichten von 512 MBit und mehr.

### Einfache Implementierung automotiver Schaltungen

Dank weiterer Merkmale lassen sich die Winbond HQ seriellen NAND-Bauteile in automotiven Schaltungen genauso einfach integrieren wie NOR-Flash-Bauteile. Im Lieferzustand und für bis zu 100 PE-Zyklen wird garantiert, dass sie keine defekten Blocks enthalten. Für Anwendungen zur Speicherung von Code heißt das, dass in einem SoC oder Mikrocontroller kein Bad-Block-Management (BBM) implementiert werden muss. Mit einem herkömmlichen seriellen NAND-Bauteil wäre ein BBM normalerweise erforderlich.

Die Winbond-Bauteile unterstützen – dank zusätzlicher Features wie dem automati-

schen Laden von Seite 0 beim Einschalten, On-Chip ECC und NOR-Flash-kompatiblen Lesebefehlen – das direkte Booten aus dem seriellen NAND-Flash. Winbond HQ serielle NAND-Flash-Bauteile sind für den Einsatz in Anwendungen mit Code-Shadowing vorgesehen, bei denen das SoC oder der Host-Prozessor durch DRAM unterstützt wird.

Bei einer Migration von SPI NOR-Bausteinen mit Dichten von 256 MBit (32 MByte) und weniger zu seriellen NAND-Bausteinen mit 512 MBit oder 1 GBit bleiben Anschlussbelegung und Platzbedarf gleich, was die Umstellung von SPI-NOR auf serielles NAND erheblich vereinfacht.

### Großer Kostenvorteil ohne Leistungseinbuße

Die Barriere beim Skalieren von NOR-Flash über den 45-nm-Node hinaus führt dazu, dass Hersteller von Automotive-Systemen vor dem Problem höherer Materialkosten stehen, wenn sie entscheiden, die erforderliche höhere Kapazität zur Codespeicherung in neuen Anwendungen mit teuren SPI-NOR-Flash-Bauteilen zu realisieren. Mit Kosten pro Bit, die typisch weniger als die Hälfte von SPI-NOR-Flash bei Dichten von 512 MBit, 1 GBit und 2 GBit betragen, eröffnen die Winbond HQ seriellen NAND-Flash-Bauteile den Automotive-Herstellern eine neue Möglichkeit, ausreichende Speicherkapazität für Code zu deutlich niedrigeren Kosten zu realisieren und gleichzeitig die für sicherheitskritische Automotive-Systeme vorgeschriebenen sehr hohen Standards zur Zuverlässigkeit und Robustheit zu erfüllen. // ME

Winbond

# IHR PARTNER FÜR ENGINEERING & DISTRIBUTION

## Hochstrominduktivitäten für alle Leistungsanwendungen

Mit den SHI-/THI-Serien von PEC-Coil bietet Finepower das weltweit größte Standardsortiment an Hochstrom-Induktivitäten für alle Einsatzgebiete der Leistungselektronik.

### Technische Daten

- ➔ Flachdraht-Drosseln in SMD- & THT-Bauweise
- ➔ Induktivitäten von 0,1 µH bis 100 µH
- ➔ Hohe Ströme von 4 A bis 100 A
- ➔ Kantenlänge von 5 bis 35 mm
- ➔ Temperatur von -40 °C bis +125 °C (AECQ-200, Klasse 1)

### Vorteile

- ➔ Hohe Leistung
- ➔ Ausgezeichneter Wirkungsgrad
- ➔ Niedrige Kernverluste
- ➔ Geringer Gleichstromwiderstand
- ➔ Minimales Streufeld
- ➔ Sehr gute Filterwirkung bei Gegentaktstörungen
- ➔ Geeignet für Plasma-Reinigung

### Anwendungen

- ➔ Differential-Mode-Filter in allen Kfz-Leistungsanwendungen
- ➔ Speicherdrossel in DC/DC-Wandlern
- ➔ Ausgangsfilter in Ladegeräten
- ➔ Batteriebetriebene Geräte aller Leistungsklassen



## Bipolarmodule von ABB für den mittleren Leistungsbereich

Die neuen Gleichrichtermodule der 60Pak-Serie im 60 mm-Industrie-Standardgehäuse erfüllen höchste Anforderungen an Zuverlässigkeit und Qualität.

### Vorteile

- ➔ Verschiedene Dioden- und Thyristorkombinationen
- ➔ 1800 V bis 6000 V bei 480 A bis 890 A
- ➔ Geringste Verluste auch bei hohen Betriebstemperaturen
- ➔ Höchste Lebensdauer dank isolierter Grundplatte aus AiN-Keramik und Präzisions-Druckkontakten

### Anwendungen

- ➔ Eingangsgleichrichter von AC/AC-Wandlern
- ➔ DC-Stromversorgungen
- ➔ Ungeregelte Netzfrequenz-Brückenarme in Mittelspannungsantrieben
- ➔ Industrielle Energieversorgung
- ➔ Regenerative Energien
- ➔ AC-Softstarter
- ➔ Drehzahlvariable Antriebe



## Leistung als Kernkompetenz beim Design elektronischer Komponenten und Systeme

- ➔ 12 Jahre Know-how in digitaler Leistungselektronik
- ➔ 10 Jahre Erfahrung mit Wide-Bandgap-Halbleitern
- ➔ Unterstützung des kompletten Entwicklungsprozesses

### Anwendungskompetenz

- ➔ Leistungselektronik für Hybrid- und E-Fahrzeuge
- ➔ Drahtlose oder konduktive Batterieladetechnik
- ➔ Resonanzwandler
- ➔ Bidirektionale Wandler
- ➔ Leistungen von wenigen Watt bis >100 kW

### Dienstleistungen

- ➔ Elektrische, magnetische, thermische und mechanische Simulationen
- ➔ Schaltungsdesign und -layout
- ➔ Mechanisches Design
- ➔ Prototypenbau und Inbetriebnahme
- ➔ Unterstützung bei Qualifikation für Serienreife

### Qualitätssicherung

- ➔ ISO 9001:2015 und ISO 26262
- ➔ Automotive SPICE Level 3
- ➔ Soft- und Hardware-Design bis ASIL C
- ➔ Laborverifikation für elektrische Sicherheit
- ➔ Pre-Compliance-Tests für EMV



## MOSFETs mit extrem hoher Leistungsdichte

Das neue MOSFET-Flaggschiff MXP40F1P0BG(L) von MaxPower bietet Entwicklern von kompakten Schaltungen neue Möglichkeiten zur Steigerung der Leistungsdichte.

### Technische Daten

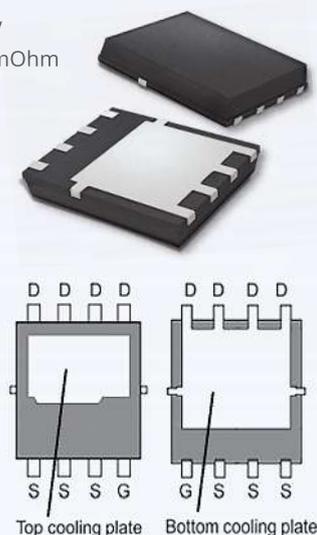
- ➔ Betriebsspannung max. 40 V
- ➔ Durchgangswiderstand < 1 mOhm
- ➔ Spitzenströme bis 1000 A
- ➔ Verlustleistung bis zu 190 W

### Vorteile

- ➔ Doppelseitige Kühlmöglichkeit (Dual-Side Cooling Package)
- ➔ Niedrige Durchlass- und Schaltverluste
- ➔ Schnelle Body-Diode
- ➔ Hohe Robustheit

### Anwendungen

- ➔ Umrichter für Power Tools
- ➔ DC/DC-Wandler
- ➔ Synchrongleichrichter



# HIGH-END FÜR JEDERMANN

Der Hersteller ELECTRONIC ASSEMBLY ist für seine hochwertigen Displays und den kompetenten Service über die Landesgrenzen hinaus bekannt.

**DISPLAY**  
ELECTRONIC ASSEMBLY  
**VISIONS**

**ELECTRONIC  
ASSEMBLY**  
*new display design*

## OLED von 0,66" bis 5,5"

Die neuen OLED-Displays bieten aufgrund ihres hohen Kontrasts und ihres außerordentlich weiten Betrachtungswinkels eine ausgezeichnete Ablesbarkeit. Einige Versionen bieten sogar Pins zum Einlöten, alle sind für Temperaturen von -40 bis zu +80°C ausgelegt. Ab Lager verfügbar, mit Langzeit-Liefergarantie.



## Neu sind auch...

...die kleinsten Smartdisplays der Welt von ELECTRONIC ASSEMBLY.

Das Kleinste misst gerade einmal 2". Die schwarze, wasserdichte Glasfront beinhaltet ein voll funktionsfähiges PCAP-Touchpanel.

Alle Displays bieten eine brillante Darstellung bei einer Helligkeit von 1000 cd/m<sup>2</sup> in modernster IPS-Technik. Zusammen mit dem extrem weiten Blickwinkel von 170° und echter Farbtreue, auch bei seitlicher Ablesung. Damit überzeugen die Kleinen selbst im direkten Sonnenlicht.

Die integrierten Touchfunktionen zum Wischen und Einstellen von Werten und Reglern ermöglichen ein elegantes Bedienkonzept trotz kleinster Abmessungen.

Diese Miniaturdisplays sind in den Größen 2,0", 2,8", 3,5" und 4,3" verfügbar.

Serie EA uniTFTs.



## Live Event

vom 10. bis 12. November 2020

Erleben Sie die neuesten Entwicklungen im Bereich Displays und HMI. 18 Veranstaltungen per Livestream in Deutsch und in Englisch. Zielgenau für Entwickler und Entscheider. Melden Sie sich gleich über der QR-Code an, und profitieren Sie von dem kompakt und kurzweilig präsentierten Know-how.



**DISPLAYS LIVE!**

10. ~ 12. November 2020



### USB-Power

Die USB-Schnittstelle bietet einen großen Vorteil anderen Schnittstellen gegenüber: Sie stellt neben den Daten auch eine Stromversorgung zur Verfügung. Damit ist nur 1 Anschluss erforderlich. Der USB ist weit verbreitet, sowohl im Consumer- als auch im industriellen Umfeld. Displays mit USB-Schnittstelle sind schnell und einfach integriert und bieten umfangreiche Funktionen.



### Rundum-Blickwinkel

Moderne Displays sind aus allen Richtungen exzellent ablesbar. Sie sind außerdem superhell bei mit mindestens 1000 cd/m<sup>2</sup> oder mehr. Selbst bei Ansicht von der Seite bleiben die Displays extrem hell und brillant. Satte Farben und ein gleichbleibender Farbton unabhängig vom Blickwinkel. Selbst im Außenbereich bei direkter Sonneneinstrahlung lassen sie sich hervorragend ablesen. Zu finden bei den Displays EA OLEDxxx und einer Reihe TFT-Displays der Serien EA TFTxxx und EA uniTFT.



### Touchpanel

Die berührungsempfindlichen Oberflächen sehen edel aus, sind leicht zu reinigen und ermöglichen Eingaben aller Art. Flach, glatt und glänzend sind sie das Aushängeschild jeder hochwertigen Applikation. Klein, kompakt und zusammen mit OLED- oder TFT-Displays sind sie ideal für die Hausautomation, als Bedientableaus in Wohnmobilen oder zum Einbau in Küchen-, Wellness- und Fitnessgeräte.



### Frei Programmierbar

Zur allgemein üblichen Darstellung von Texten, Grafiken und Bildern lassen sich die Displays der neuesten Generation frei programmieren (EA uniTFT). Quasi als kompakte Steuerung bieten sie alle Möglichkeiten rund um digitale Ein- und Ausgänge, Interaktion, PWM oder SPI, RS-232 und I<sup>2</sup>C-Features. Zusätzlich können sie Spannungen messen, verarbeiten und speichern. Alternativ bieten die Displays der Serien EA OLED und EA TFT klassische Interfaces wie RGB, SPI und I<sup>2</sup>C. Damit sind sie voll kompatibel zu allen Embedded-Systemen.

Der schnellste Weg  
auf die Homepage:



# inPOTRON™

Schaltnetzteile  
Switch Mode Power Supplies



## Der Maßanzug für Ihre Stromversorgung

Sie sind auf der Suche nach einem erfahrenen, innovativen Experten für die Beratung, Entwicklung und Herstellung von kundenspezifischen Schaltnetzteilen. Sie benötigen eine Stromversorgungslösung für industrielle, medizinische und LED-Beleuchtungs-Anwendungen, der Transport- und Verkehrstechnik, der Gebäudesystem- oder der Kommunikationstechnik.

Bei uns sind Sie bestens aufgehoben. Für Sie entwickeln und fertigen wir hochwertige Individuallösungen an drei Standorten.



- **AC/DC-, DC/DC-Wandler, USV, Akkuladegeräte**
- **Offene Platine, Open Frame, Gehäuselösungen**
- **0,5 W bis 1 kW**
- **Zertifiziert nach DIN EN ISO 9001 / DIN EN ISO 14001**
- **Fertigungsüberwachung: UL, SIQ, VDE, CSA, PSE, TÜV, VDS**

Genau auf Ihre Wünsche und Anforderungen abgestimmt, planen und realisieren wir Ihre individuelle Stromversorgungsbaugruppe. Dabei sind intensive Beratungen und die gemeinsame Suche nach optimalen Lösungen Grundlage für eine langfristige, partnerschaftliche Geschäftsbeziehung. Sie erhalten eine Lösung mit Produkten von höchster Qualität, 100% Made in Germany – jeweils als Maßanzug für Ihre Stromversorgungsanforderungen.

Wir Technologen handeln und denken unternehmerisch. In verantwortungsvollem Umgang mit Ressourcen entwickeln wir marktführende Produkte. Es motiviert uns, dass viele Unternehmen uns daran beteiligen, für sie ein Vertrauensprodukt zu entwerfen und es letztendlich in unserer hausinternen Produktion entstehen zu lassen.

Ihr Vertrauensvorschuss, unsere Leidenschaft und Ausdauer schaffen innovative Lösungen für unterschiedlichste Märkte und Anwendungen. Eine Spitzentechnologie, die Sie und uns begeistert.



**Customized Solutions**  
Quality made in Germany



**inpotron Schaltnetzteile GmbH**

Hebelsteinstr. 5 | 78247 Hilzingen | Phone +49 7731 9757-0 | Fax +49 7731 9757-10 | info@inpotron.com | www.inpotron.com

# Spezialist in der Dünnschichttechnologie

Seit 1964 bietet Susumu (SSM) innovative und hochqualitative Dünnschichtwiderstände für alle Bereiche der Elektronikindustrie an. Als Spezialist in der Dünnschichttechnologie und einer der weltweit größten Hersteller bietet das Unternehmen eine große Bandbreite hochwertiger Bauteile an, u.a. Chipwiderstände, Chipnetzwerke bis 1,5 kV, Präzisionswiderstandsnetzwerke, HF-Dämpfungsglieder, HF-Abschlusswiderstände oder Stromsensoren.

## Verbesserte RG-Dünnschicht-Widerstände

Susumu Deutschland hat mit der RoHS-konformen Serie PRG eine zweite verbesserte Ausführung der RG-Serie vorgestellt, die bei 4-facher Nennleistung dieselbe Präzision und Zuverlässigkeit beibehält.



Die RoHS-konforme Serie PRG ist eine verbesserte Ausführung der RG-Serie von Susumu

Durch ein neues Design der Anschlüsse konnte die Wärmeableitung verbessert werden; die Anschlüsse befinden sich auf der Längsseite. Diese Anschlussart ist nicht für alle Anwendungen geeignet, daher wurde die Bodenklemme an den Schmalseiten vergrößert. Damit können auch solche Applikationen bedient werden, bei denen die unkonventionelle lange Bodenklemme nicht möglich ist. Durch ihre Stabilität auch unter rauen Bedingungen ist die neue Serie insbesondere für Anwendungen in der Robotik sowie in der Ansteuerung von Gleichstrommotoren und Wechselrichtern geeignet.

Die in der Baugröße 1206 im Bereich von 10 bis 100 kOhm lieferbaren Widerstände bestehen aus NiCr und sind daher sehr rauscharm. Der Betriebstemperaturbereich erstreckt sich von -55 bis +155 °C bei einem TK von  $\pm 25$  ppm/K und einer Drift von 0,1 bis 0,5 %. Die Nennleistung beträgt 1 W. Aufgrund der kleinen Bauformen sind die Widerstände bis 1 GHz einsetzbar. Die hohe Langzeitstabilität wird durch eine anorganische Passivierung erreicht.

## ATS Serie Chip-Dämpfungselemente

Im riesigen elektromagnetischen Spektrum wird nur ein Bruchteil für die drahtlose Kommunikation genutzt: der Bereich von 1 MHz bis 30 GHz. Und der ist dicht belegt – von drahtlosen Kommunikationssystemen einschließlich Kurzwellen-, AM-, FM-, TV-Rundfunk, Mobilfunk, sowie von verschiedenen Anwendungen wie Wi-Fi, Bluetooth, ZigBee, oder industriellen und medizinischen Systemen.

Da hier kaum noch ungenutzte Frequenzen übrig sind, soll der Frequenzbereich für die drahtlose Kommunikation erweitert werden. Hierfür müssen einige Hürden genommen werden, da die Signaldämpfung durch die Luft, die Kommunikationsdistanz und die Fähigkeit, feste Objekte zu durchdringen mit zunehmender Frequenz abnehmen. Um eine ausreichende Signalstärke für viele Nutzer bereitzustellen, sind Hochverstärkungsantennen sowie Strahlformungstechniken und Diversitätsverfahren erforderlich. Module, die breite Frequenzbereiche abdecken, werden immer wichtiger, um viele Kommunikationsbänder in nur einem Gerät abzudecken.

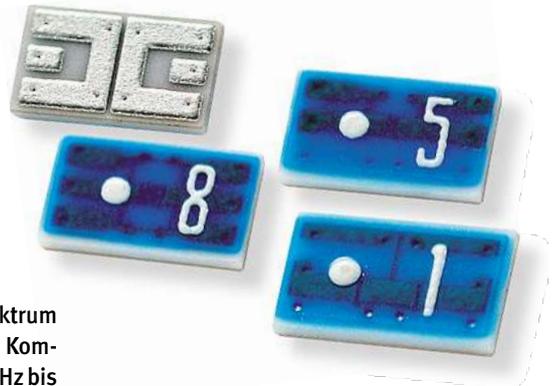
Dementsprechend müssen auch die Dämpfungsglieder angepasst werden. Diese spielen eine wichtige Rolle beim Begrenzen von Sende- oder Empfangssignalen auf die gewünschte Signalstärke. Dies ist immer dann notwendig, wenn ein zu starkes Antennensignal Gerätestörungen verursachen könnte oder empfindliche Empfänger vor Überlastung geschützt werden müssen.

Wie alle Komponenten werden Dämpfungsglieder anhand verschiedener Spezifikationen definiert. Die primären sind der Dämpfungswert sowie der Frequenzbereich. Letzterer wurde bei den Attenuatoren der ATS-Serie auf 30 GHz erweitert. Diese decken somit im Vergleich zu der Vorgängerserie PAT (10 GHz) eine größere Bandbreite ab.

Die Dämpfungsglieder der ATS-Serie sind im T-, p- oder Dualp-Design erhältlich und

**SSM SUSUMU**  
Thin Film Specialist and Innovator

since 1964

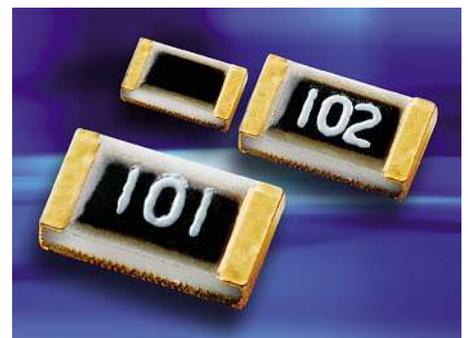


besitzen eine Dämpfung von 1 ~ 2, 3 ~ 7 bzw. 8 ~ 10 dB (je nach Design) und können in 1,0-dB-Schritten eingestellt werden.

## RGA Serie

Susumu hat bei der bekannten Serie RG durch den Einsatz von Goldkontakten anstelle der üblichen Zinnkontakte den zulässigen Betriebstemperaturbereich auf 230 °C erweitern können. Allerdings ist hierbei ein Derating zu beachten, die volle Nennleistung kann im Bereich von -55 bis +125 °C genutzt werden. Gleichzeitig gestatten die Goldkontakte die Verwendung leitfähiger Kunstharze, wodurch Kleben möglich wird.

Der erweiterte Temperaturbereich erleichtert den Einsatz der Bauteile in der Automobilindustrie, in Bohrgeräten und allgemein in Geräten, die im Betrieb hohen Temperaturen ausgesetzt sind. Ferner sind diese Bauteile RoHS-konform und 100 % blei- und halogenfrei. Hervorzuheben sind die kleine Drift von  $< \pm 0,1$  % und ein TK von  $\pm 10$  ppm/K. Die Widerstände sind in den Bauformen 0402, 0603 und 0805 erhältlich. Die Nennleistung beträgt 1/32 bis 1/10 W, der Widerstandsreich 47 Ohm bis 1 MOhm.



Die Serie RGA arbeitet zuverlässig bis zu 230 °C



## SCHNELLE UEFI-BIOS-KONFIGURATION

**Wizard für Embedded-BIOS**

Der BIOS-Wizard von Advantech soll eine schnelle UEFI-BIOS-Konfiguration und die Anpassung für Embedded-Projekte ermöglichen. Das anwenderfreundliche Tool bietet es eine Baumansicht, die alle verfügbaren BIOS-Einstellungen anzeigt. Nutzer können die Einstellungen auf einen Blick sehen, die Standardkonfiguration bearbeiten und im BIOS-Image speichern oder andere integrierte Funktionen nutzen, um einen benutzerdefinierten Startbildschirm der OEM-Marke zu ändern oder einzurichten. UEFI-BIOS-Einstellungen lassen sich granular an entwickelte Anwendungen anpassen, um das gewünschte Startverhalten eines Systems sicherzustellen.

Das Tool ist eine Windows-Anwendung und wurde ausschließlich für den Einsatz mit Advantechs Angebot an Embedded-Hardwareplattformen wie

Bild: Advantech



COMs (Computer on Module), SBCs (Single-Board Computer), Embedded-PCs und Embedded-Motherboards konzipiert. Advantech schildert in Online-Tutorials, wie sich das volle Potenzial des BIOS-Wizard in Embedded-Projekten nutzen lässt. Der BIOS-Wizard für Advantech-Plattformen ist ab sofort erhältlich.

Advantech

## SCHUTZ VON EDGE-IOT-GERÄTEN

**Geräte-Köder für Cyberangreifer**

Attivo Networks hat seine auf der Deception-Technologie basierende ThreatDefend-Plattform in das Microsoft Azure Security Center integriert. Da Intelligent Edge ein häufiges Ziel für Angreifer darstellt, bietet der Azure IoT Edge-Dienst Cyberisiken eine Möglichkeit, Bedrohungen frühzeitig und aktiv zu bekämpfen. Die Integration beider Plattformen bietet Unternehmen eine

zuverlässige Möglichkeit, um Angreifer im Netzwerk schnell und sicher zu identifizieren, sie in die Irre zu führen und auf sie zu reagieren.

Die gemeinsame Lösung von Attivo Networks und Microsoft ist so konzipiert, dass sich Azure IoT-Module nahtlos als Köder einsetzen lassen. Dadurch werden Bedrohungen frühzeitig erkannt und abgewehrt. Cybersicherheits-Teams können direkt von der Azure IoT Hub-Konsole aus diese Köder auslegen und so Täuschungsmanöver im großen Maßstab über die Cloud, IoT-Geräte oder in industriellen und medizinischen Unternehmensnetzwerken projizieren, um die gesamte Infrastruktur eines Unternehmens zu schützen. Die Lösung ist im Azure Marketplace erhältlich.

Attivo Networks



Bild: ©LuckyStep - stock.adobe.com

**Kabelkonfektionierung und Wireless-Lösungen aus einer Hand**

— Mehr als 30 Jahre Erfahrung —

- LVDS Mikro-Koaxialkabelkonfektionen
- Mikro-Koaxial- und diskrete Kabelkonfektionen

Wir bieten kundenspezifische Kabellösungen für folgende Anwendungsbereiche:

- Intelligente Industriekabel ■ Kabel für Überwachungssysteme

**Industriekabel****Fahrzeugkabel****Antennen- und mm-Wellen-Design**

www.embedded-software.engineer

**embedded-software** engineer

Fachwissen für Software-Professionals

**Marketing-Kommunikation für die Embedded-Software-Branche**

Deutschlands führendes Online-Fachmedium, das sich dediziert den Trends und Herausforderungen der Embedded-Software-Entwicklung widmet.

www.embedded-software.engineer

ELEKTRONIK PRAXIS

ist eine Marke der



VOGEL COMMUNICATIONS GROUP

# EMS-Baugruppenkalkulation – vom Zeitfresser zum Profitbringer

*Preise, Lieferzeiten und Mengen bei der Bauteilrecherche abzufragen ist zeit- und personalintensiv. Abhilfe verspricht die automatisierte Bauteilbeschaffung und Baugruppenkalkulation.*

RAINER SCHOPPE\*

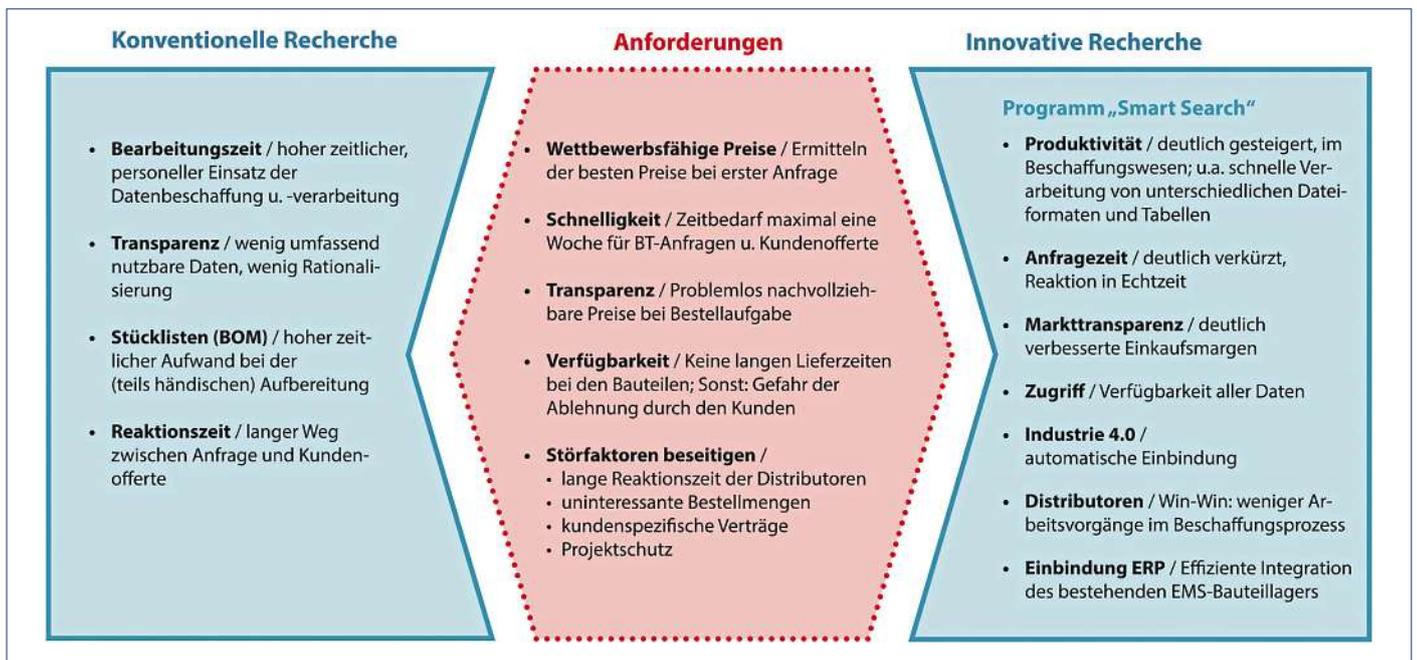


Bild: IMA Institut

**Bild 1:** Vergleich konventionelle und innovative Bauteilrecherche

Der Einkauf hat es nicht leicht: Preise, Lieferzeiten und -mengen bei der Bauteilrecherche abzufragen ist bekanntlich zeit- und personalintensiv. Der gesamte Informationsbeschaffungsprozess, den ein EMS-Unternehmen zur Angebotsgestaltung durchlaufen muss, wird zunehmend komplexer und kostenträchtiger. Abhilfe verspricht hier die automatisierte Bauteilbeschaffung und Baugruppenkalkulation.

Welche Vorteile ein derart modernes Beschaffungsmanagement mit sich bringen kann, zeigt das Beispiel des Karlsruher Softwareentwicklers „etit systems“ mit dem von ihm entwickelten Programm „Smart Search“.

In fortwährender Anwendung durch den badischen EMS-Provider Fritsch Elektronik zeigt sich, wie man prozessbeschleunigt mit wettbewerbsfähigen Angeboten Kunden und Projekte gewinnen kann.

## Der Markt fordert eine veränderte Einkaufspolitik

„Elektronikhersteller haben es mit einem volatilen Markt zu tun. Nachfrage- und Preisschwankungen sind die Regel“, meint Matthias Sester, Geschäftsführer der Fritsch Elektronik im baden-württembergischen Achern. Seiner Erfahrung nach sind jene EMS-Dienstleister klar im Vorteil, die auf Allokationen wie auch auf einen Bauteil gesättigten Markt mit der richtigen Einkaufspolitik reagieren. Das setze optimale Markttransparenz und schnelle Reaktionsfähigkeit voraus.

Eine mühsame, teils noch händisch übers Netz vorzunehmende Recherche bei den ein-

zelnen Distributoren nach Preisen und Verfügbarkeiten wirkt dabei obsolet. Auch die schrittweise Ergebnisaufbereitung über sehr verschiedene Quellen und Informationsträger in Tabellen- und Angebotsform werde dem nicht mehr gerecht. Trotz immer wiederkehrender Muster der Nachfrageschwankungen finde die Branche nur schwer in einen standardisierten, arbeitserleichternden Workflow.

Hier Abhilfe zu schaffen sei jedoch nur ein wichtiger Aspekt für ein modern funktionierendes EMS-Unternehmen, betont Sester: „Wir müssen den gesamten Beschaffungs- und Verarbeitungsprozess integrativ bündeln, um Prozesstransparenz zu gewinnen und wirtschaftlich optimal handlungsfähig zu sein. Das braucht funktionierende IT-Schnittstellen nach innen und außen – und ein Organisationstool mit Drehscheibenfunktion.“



\* Rainer Schoppe  
... ist Fachjournalist für Umwelt, Energie und Innovationstechnologie

Nach eigenem Bekunden fertigt die Fritsch Elektronik als mittelständischer Dienstleister an die 1,5 Millionen Baugruppen pro Jahr für mehr als 3.000 aktive Produkte. Damit bedient sie rund 50 Kunden aus verschiedenen Marktsegmenten – von der Industrierausrüstung, der Haus-, Sicherheits- und Medizintechnik bis zur Mess-, Steuer- und Regeltechnik. Mehr als 15.000 Bauteile werden so gleichzeitig über ein leistungsfähiges ERP-System und verschiedene Logistikkonzepte verwaltet.

Allein der Umstand, dass sich, nach Gordon Moore, die Komplexität der integrierten Schaltkreise rund alle zwei Jahre verdoppeln und dies Auswirkungen auf die Bauteildichte auf den Baugruppen haben wird, hat zeitlich und logistisch Auswirkungen auf den Beschaffungsprozess. Spätestens die geforderte Industrie 4.0-Integration führt jedem EMS-Unternehmen die notwendige Verarbeitung mit der rasant fortschreitenden Datenflut vor Augen: 90 Prozent der weltweit angefallenen Daten kamen in den letzten zwei Jahren hinzu. Auf den Einkauf wartet eine schweißtreibende Aufgabe im Wissen, dass sich der Bestand in den nächsten 18 Monaten nochmals um 100 Prozent erhöhen wird. Die Folge: Mehr Bauteile pro Baugruppe und eine Verschiebung hin zur Spezialisierung.

### Die Chancen der Veränderung ergriffen

Im Zuge der Überlegungen, den Daten-Workflow zur Bauteilbeschaffung und zur Baugruppenkalkulation zukunftsweisend auszurichten, entschied sich die Fritsch Elektronik vor fünf Jahren für ein Angebot der etit systems GbR. Dem damals noch jungen, studentisch geprägten Unternehmen stand das CIE, Center für Innovation und Entrepreneurship, des Karlsruher Instituts für Technologie beratend zur Seite, einer Idee zur Markt-

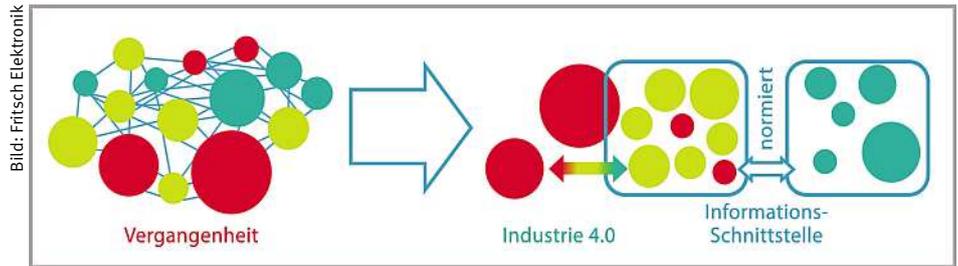


Bild 2: Informationsschnittstelle in der Vergangenheit und heute bzw. künftig

higkeit zu verhelfen: Beiden Start-up-Gründern, dem promovierten Bao Ngoc An und dem 30-jährigen Aygen Selcuk, der dem Vater in seinem EMS-Unternehmen zur Seite steht, waren die zunehmend schwierige Datennutzung und der aus ihrer Sicht umständliche Beschaffungsprozess im Einkauf von EMS- und E<sup>2</sup>MS-Unternehmen aufgefallen.

Noch im selben Jahr, 2015, entwickelten sie daraufhin eine Lösung. Das Programm Smart Search, das dem Nutzer Ersparnis an Zeit und profitableres Arbeiten versprach, war geboren. Für eine lang angelegte Feldinstallation suchte das Software-Duo für Kalkulations- und Einkaufsprozesse im Elektronik-produzierenden Gewerbe Probanden, die nicht nur an das Konzept glaubten. Sie sollten den gesicherten Beweis der effizienten Wirkungsweise des Smart-Search-Programms antreten und es langfristig nutzen wollen.

„Die Fritsch Elektronik war mit ihrem Wunsch nach einer grundsätzlichen Rationalisierung in der Bauteilbeschaffungs- und Angebotsaufbereitung für uns ein idealer Partner, unser System ins Feld zu führen und sattelfest zu gestalten“, erklärte der 34-jährige etit systems-Mitbegründer Bao An. EMS-Unternehmen dieser Größenordnung mühen sich hier bislang von einem Lieferantenkontakt zum nächsten um Transparenz und Ver-

gleichbarkeit.“ Nicht selten, so An weiter, sei zudem telefonischer Austausch notwendig, um Fragen zu klären oder direkt zu verhandeln. Ebenso an der Tagesordnung sei es, dass Projekte sich verschieben und Angebote erneut einzuholen sind. Ein mühsamer und zeitraubender Prozess, der einer Warteschleife gleicht.

Das an zentraler Stelle implementierte Smart-Search-Programm hingegen ermöglicht mit der Bündelung und Verarbeitung einer Fülle an Informationen eine direkte Datenkommunikation, mit allen gewünschten Lieferanten und Distributoren – und das in Echtzeit.

Über normierte Informationsschnittstellen werden die notwendigen Daten durch den Aufbau einer Direktverbindung einfach und sicher transferiert. Die Vergleichbarkeit von Bauteilen wird so erheblich verbessert. Smart Search wird hier zur konkreten Anwendung der Industrie 4.0-Philosophie.

Durch die automatische Verarbeitung der Stücklisten entfällt die bisher zeitraubende Arbeit der bislang vom EMS-Dienstleister aufzubringenden Ergebnisanalyse und -bewertung.

Auch die Abwägung, inwieweit Anfragen bei unterschiedlichen Mengen von Kondensatoren, elektromechanischen Elementen oder ICs rein wirtschaftlich noch interessant



**Bild 3:**  
Mit der zentralen Einbindung des intelligenten Recherchetools Smart Search werden EMS-Provider schneller und flexibler bei der Bauteilrecherche und der Abgabe von Angeboten.

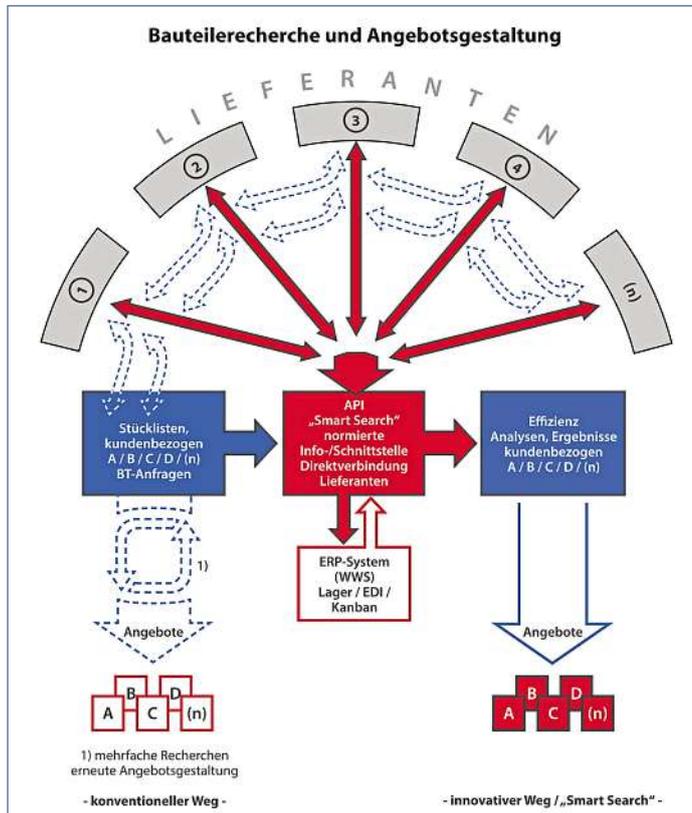


Bild: IMA Institut

oder notwendig erscheinen, lassen sich mit den Analysen der über das Smart-Search-Tool aufbereiteten Daten schnell und exakt ermitteln. Das gilt auch für Bauteile, bei denen eine Anfrage sich nicht rentieren würde.

Sie werden so automatisch bei jeder projektbezogenen Anfrage ohne weiteren Aufwand stets in die preislich optimierte Angebotsgestaltung einbezogen. Angesichts der geringen Marge beim Materialeinkauf von unter 5,0 Prozent am Ende der Supply Chain, wird dem EMS so die Gewissheit zuteil, beim Einkauf bestens recherchiert zu haben.

### Prozessoptimierung: Einbindung von ERP

Die Einbindung des eigenen ERP-Systems in die Smart-Search-Schnittstelle zur Prozessoptimierung erlaubt es, bei Sammelrecherchen den EMS-eigenen Bauteilbestand in die Abfragen einzubeziehen. Er wird wie ein „selbstständiger Lieferant“ geführt, mit flexibler Zuweisung und transparentem Umgang mit den vorhandenen Bauteilen. Die Stücklisten sind auf diese Weise mit einem Vorgang komplettiert. Bei der Anlage neuer Stücklisten wird das vorhandene Portfolio

# NEU: Bestückung für Flex-Leiterplatten

10 Jahre Erfahrung im Bestücken von Leiterplatten

- Sofort online bestellbar
- Schon ab 1 Stück
- Überlieferung immer gratis
- Preise für Flex-Leiterplatten um bis zu 30 % gesenkt

**20% Aktionsrabatt**  
auf Flex-Bestückung

exkl. Bauteilkosten  
bis 31.12.20



**Bild 4:** etit systems-Gründer Aygen Selcuk (links) und Bao An vor ihrem Bürocontainer, einer Gründerschmiede in Karlsruhe.

automatisch mit eingebunden. Die Umsetzung erfolgt deutlich zeitverkürzt.

In der Folge erscheint übersichtlich der EMS-eigene Bauteilbestand, mit Artikelnummern, Mengen- und Preisauszeichnung und dem Verwendungszweck. Fehlende Bauteile werden automatisch in die Anfragen bei den verschiedenen Lieferanten integriert. Auch die KANBAN-Bestellautomation wird erleichtert über diese Schnittstelle geführt.

### Aus der Defensive in die konstruktive Position gebracht

Es tritt langsam ein Wandel in der EMS-Branche ein, weg von der fremdbestimmten Position am Ende der Lieferkette. Man schreibt sich wirtschaftlich prozessoptimiertes Denken und partnerschaftliches Handeln auf die Fahnen. Möglich wird dies durch Geschäftsmodelle, die die Bildung von Einkaufsgemeinschaften zum Ziel haben. Die Anwendung von normierten Schnittstellen, bei denen niemand unter den Anfragenden benachteiligt wird, macht es möglich.

Auch durch den Umstand, dass mit der digitalisierten Recherche die Ungleichbehandlung bei der Bauteilsuche entfällt und sie den Beschaffungsprozess rationalisiert, wird der Aufwand an Zeit und Personal geringer. Ein segensreicher Umstand, der auch seitens der Hersteller und Distributoren sein Gutes hat; mehr Zeit für weitere Kunden und Aufträge beiderseits. „Unterm Strich wird mit der Einführung des Smart-Search-Tools im Beschaffungswesen dem Begriff Industrie 4.0 ein wahres Gesicht gegeben“, resümiert Fritsch-Geschäftsführer Matthias Sester nach der nun schon über fünfjährigen partnerschaftlichen Zusammenarbeit mit den Softwareentwicklern von etit systems.



**Bild 5:** Mit Blick fürs Effiziente: Beim Bauteilmanagement kommt Fritsch Elektronik-Geschäftsführer Matthias Sester mit dem Smart-Search-Programm zeit- und kostensparender voran.

Mit dem IT-gestützten Tool, so Sester, sei man in der Lage neue Produktivitätssteigerungen auszumachen. Dies gälte nach seinen Erkenntnissen insbesondere dort, wo der Anteil der Materialkosten bereits heute mehr als 65 Prozent an den Gesamtkosten habe.

Daraus ließen sich neue Geschäftsmodelle entwickeln, die die Branche nachhaltig verändern werden. Die Bedeutung daran würde umso größer, je mehr sich daran beteiligen und an der Umsetzung aktiv mitarbeiten. Für die EMS-Betriebe in Deutschland hieße es aber auch, sich auf ihre Stärken zu besinnen und sich mit der Rolle am Ende der Supply Chain nicht mehr zufrieden zu geben. Aktiv zu gestalten und gemeinsam Einfluss geltend machen, sei nun angesagt – sonst machten es die anderen. // JW

etit systems / Fritsch Elektronik



## AK4092 - Serie

Für große Leistungsfähigkeit bei beengten Platzverhältnissen

- ❶ Reflow-Leiterplattensteckverbinder mit Push-In-Technik
- ❷ Niedrige Bauhöhe von nur 5.6 mm
- ❸ Helle, weiße Farbe zur absoluten Minimierung von Lichtabsorption
- ❹ Ansprechendes Design mit dynamischer Formgebung
- ❺ In Tape-on-Reel lieferbar, THR-Variante auch als VPE
- ❻ Erfüllung der relevanten Stoffanforderungen (RoHS2, REACH, etc.)



**GUDECO**  
ELEKTRONIK



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

**WWW.GUDECO.DE**

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

✉ [info@gudeco.de](mailto:info@gudeco.de)

# Kunststoffteile mit integrierten Silberleitstrukturen via FDM-Druck

*Durch die integrierte Fertigung von elektrisch leitfähigen Strukturen während des FDM-Prozesses lassen sich elektrische Komponenten wie Antennen mit in Bauteile drucken – ohne nachgelagertem Sintern.*

PROF. S. GRÜNWARD, PROF. R. KRONBERGER, V. A. WIENSTROER, A. A. BÜTER, V. TSATSOS \*

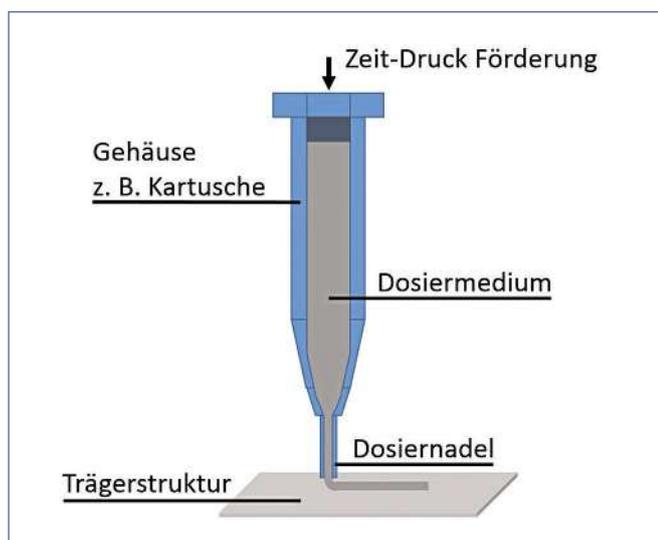


Bild: TH Köln

**Bild 1:** Aufbau des berührenden Nadel-Dosiersystems (links) und Temperaturverteilung beim FDM Druckprozess (rechts)

Die Problemstellung: Im Zuge der Industrie 4.0, des Internet of Things (IoT) sowie der neuen 5G-Mobilfunktechnologie steigt der Bedarf an smarterer Elektronik. In Branchen wie der Automobilindustrie oder im Bereich der Unterhaltungselektronik nimmt der Einsatz von gedruckter Elektronik zu. Häufig stehen Hersteller solcher Bauteile jedoch vor Platzproblemen hinsichtlich der Kontaktierung oder Anbringung von Leiterplatten, da solche Bauteile tendenziell kleiner werden. Bauteile oder Bauteilgruppen mit integrierten elektrischen Schaltungen gewinnen dabei zunehmend an Bedeutung. Aktuelle Verfahren zur Herstellung von gedruckten Leiterstrukturen erfordern den Auftrag eines nicht leitfähigen Trägermaterials sowie von elektrischen Leiterbahnen.

So kommen 3D-Drucker zum Einsatz, welche entweder zwei Extruderdüsen besitzen oder die einzelnen Materialien in nacheinander ablaufenden Prozessen auftragen. Zur Erzeugung der elektrischen Leiterbahnen werden häufig elektrisch leitfähige Tinten oder Nanopartikelpasten verwendet. Eine Alternative zu diesen vergleichsweise teuren Flüssigkeiten bietet die Verwendung von Klebstoffen mit leitfähigen Mikropartikeln. Diese Klebstoffen erfordern jedoch in den meisten Fällen eine thermische Nachbehandlung durch einen separaten Prozessschritt, der Sinterung, um die Leitfähigkeit zu erhalten.

## Kürzere und damit preiswertere Verfahren und Prozesse

Es lässt sich feststellen, dass bei den aktuell angewandten Verfahren nacheinander ablaufende Prozesse notwendig sind, die zusätzliche Kosten verursachen. Dafür sind weitere Prozessschritte und weitere Geräte und Anlagen notwendig. Von daher besteht hohes Potenzial an einem Verfahren zur Her-

stellung von integrierter Elektronik, bei dem die Prozessdauer sowie die -kosten signifikant reduziert werden können.

Hierfür hat ein interdisziplinäres Team der Technischen Hochschule Köln am Institut für Produktentwicklung und Konstruktionstechnik sowie am Institut für Nachrichtentechnik ein neuartiges Verfahren entwickelt. Damit ist das Einbringen von elektrisch leitfähigen Strukturen in den schichtweisen Aufbauprozess der additiven Fertigung möglich. Der Prozess basiert auf dem Fused Deposition Modeling Verfahren (FDM) sowie der Verwendung von leitfähigen Pasten, welche mit geringeren Anschaffungskosten verbunden sind.

Das FDM-Verfahren ist eines der meist genutzten Verfahren in der additiven Fertigung und ist hervorragend für die Klein- und Mittelserienfertigung geeignet. Bei dem entwickelten Verfahren wird die vom aufgetragenen Filament (aus der Düse des FDM-Druckers) abgestrahlte Wärme effektiv zur Aushärtung d.h. zur Sinterung der elektrisch leitfähigen Paste verwendet. Dieses Verfah-



\* Prof. Dr.-Ing. Stefan Grünwald (Bild) und Prof. Dr.-Ing. Rainer Kronberger ...lehren Konstruktionstechnik und Hochfrequenztechnik an der Technischen Hochschule.

ren vereint somit die additive Herstellung mit der Sinterung von elektrisch leitfähigen Flüssigkeiten wie z.B. von Silberleitklebstoffen.

Die leitfähigen Strukturen können auf der Oberfläche der Bauteile oder auch innerhalb der Bauteile angeordnet werden. Des Weiteren können gewölbte oder unebene Bauteiloberflächen mit elektrisch leitfähigen Strukturen versehen werden.

### Funktionsbeschreibung und FDM-Prozess

Bei allen FDM-Druckern wird das eingesetzte Material z.B. PLA, ABS im Extruder aufgeschmolzen. Durch die Extruderdüse wird es schichtweise auf einer Bauplattform aufgetragen und erzeugt dadurch das entsprechende Bauteil. Die Temperaturen der Extruderdüse liegen standardmäßig in einem Bereich von 150°C bis 250°C. Um eine Sinterwirkung durch das heiße Filament zu erhalten, wurden Untersuchungen des FDM-Prozesses mit einer Wärmebildkamera durchgeführt (s. Bild 1). Dabei konnte bestätigt werden, dass das Filament noch über eine Strecke von einigen Millimetern eine ausreichende Temperatur besitzt.

Erste Versuche mit einem handelsüblichen FDM-Drucker, der durch ein Low-Cost-Dosiersystem ergänzt wurde, zeigen die Funktionsfähigkeit des Prozesses. Eine Kartusche wird hierbei mit Silberleitklebstoff gefüllt, dessen Silberpartikel eine Größe bis 50 µm aufweisen. Die Steuerung des Flüssigkeitsauftrags erfolgt über eine Druck-Zeit-Förderung. Der präzise Auftrag des Klebstoffes wird mithilfe einer Dosierdüse (s. Bild 1) sichergestellt und stellt somit ein berührendes Dosierverfahren dar.

Um ein Verstopfen der Silberpartikel am Ausgang der Dosierdüse zu verhindern,

muss der max. Partikeldurchmesser mit einem Faktor multipliziert werden, welcher laut Literatur zwischen 7 und 10 liegt. Der genaue Wert ist abhängig von den Eigenschaften der verwendeten Flüssigkeit und wurde in einer Reihe von Versuchen bestimmt. Verwendet wird aktuell ein Nadelndurchmesser von ca. 0,4 mm, also ca. sieben Mal so hoch wie die max. Partikelgröße. Diese Vorgabe beeinflusst auch die Strukturauflösung des Verfahrens.

Bei Flüssigkeiten mit kleineren Partikeldurchmessern könnten auch kleinere Dosierdüsen zum Einsatz kommen, welches kleinere Strukturen ermöglicht. Durch das adaptierte Dosierventil kann ein idealer Flüssigkeitsauftrag in der Nähe der Extruderdüse des 3DDruckers sichergestellt werden.

Wie bereits erwähnt, wird bei diesem Verfahren die abgestrahlte Wärme des aufgeschmolzenen Filaments genutzt. Aus diesem Grund ist es wichtig, dass die Spitze der Dosierdüse so nah wie möglich an der Extruderdüse des FDM-Druckers anliegt. Dadurch kann sichergestellt werden, dass der Klebstoff unmittelbar nach Verlassen der Dosierdüse gesintert wird. Eine Druckluft-Kühleinheit wird parallelgeschaltet, um ein verfrühtes Aushärten des Silberleitklebstoffs zu vermeiden.

### Geometrische Anpassungen beeinflussen die Leitfähigkeit

Aufgrund der geometrischen Gegebenheiten des FDM-Druckers muss das Dosiersystem schräg zur Extruderachse angebracht werden. Die Halterungen für die Kartusche sowie für die Druckluft-Kühleinheit wurden mithilfe von CAD ausgelegt und mit dem FDM-Drucker hergestellt. Durch empirische Versuche wurde der ideale Abstand zwischen



“ Für eine Großserien-Prüfanlage ist sie echt kleinlich beim End-of-Line Test. ”

### High-End Qualitätssicherung in Serie. Mit ultrapräzisen Testsystemen von MCD.

Unsere elektronischen Prüf- und Testsysteme decken die komplette Bandbreite der Anwendungen ab. Von Optik, Akustik, Haptik bis Sensorik. Ob Customized oder Out-of-the-box – wir bieten skalierbare Lösungen bis hin zur Integration in die industrielle Linienfertigung.

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

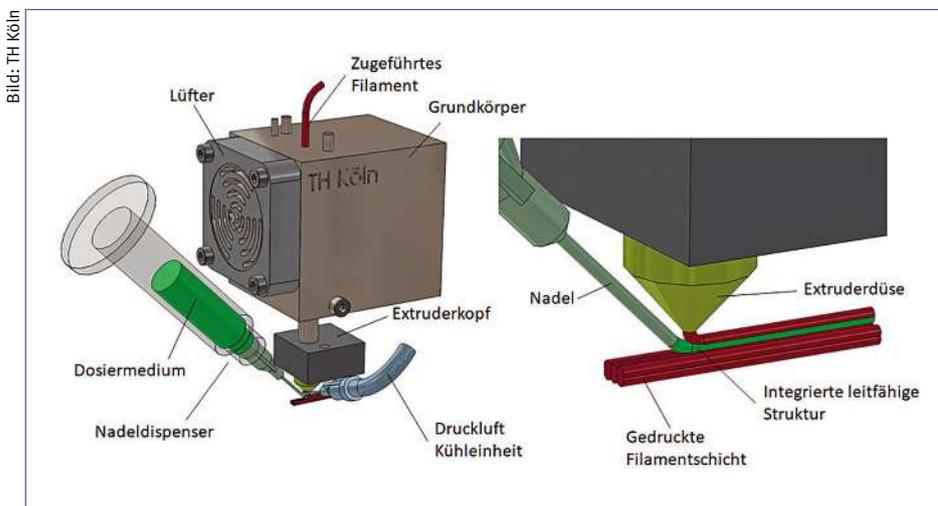


Bild 2: Schematischer Aufbau der Dosiervorrichtung am FDM-Drucker

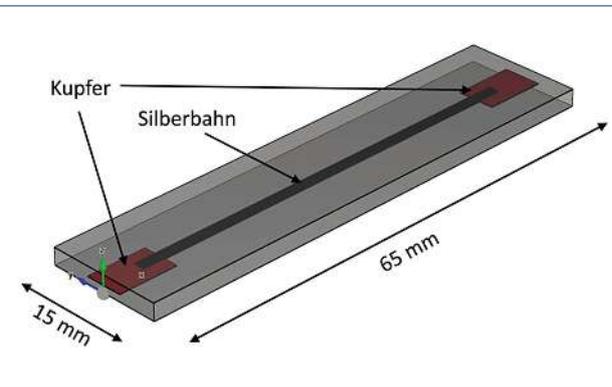


Bild: TH Köln

**Bild 3:** Aufbau der leitfähigen Struktur (links) und gedrucktes Bauteil (rechts)

der Dosiernadel und der Extruderdüse von wenigen Millimetern ermittelt und eingestellt (siehe Bild 2).

Bei zahlreichen Versuchen konnten verschiedenste leitfähige Strukturen erzeugt werden. Aktuelle Versuche zeigen, dass definierte geometrische sowie systemrelevante Anpassungen die Leitfähigkeit beeinflussen. Dabei kann z.B. durch geeignete Anordnung der einzelnen Schichten bzw. Bahnen ein nahezu gleichförmiger Leiterquerschnitt erreicht werden. Diese ist für den Einsatz entscheidend, um verschiedenste elektrische Bauteile zu kontaktieren.

Die derzeit durchgeführten Untersuchungen werden mit einem handelsüblichen FDM-Drucker im unteren Preissegment durchgeführt. Aus diesem Grund liegt die aktuell untersuchte Schichthöhe bei ca. 0,3 mm. Die eingebrachten elektrischen Bahnen weisen ebenfalls einen Durchmesser in dieser Größenordnung auf. Zur Kontrolle werden alle erzeugten Leiterbahnen durch entsprechende Messtechnik untersucht und bewertet. Zur Kontaktierung werden während des FDM-Prozesses kleine Kupferplättchen eingelegt. (s. Bild 3).

### Die Vorteile des neuen 3D-Verfahrens

Das hier beschriebene Dosiersystem ermöglicht einen schnellen, prozesssicheren sowie reproduzierbaren Auftrag einer leitfähigen Flüssigkeit, welche in den schichtweisen Aufbauprozess eines Kunststoffträgers integriert werden kann. Die Vorrichtung bietet aufgrund der Verwendung von elektrisch leitfähigen Pasten mit größeren Füllstoffen eine kostengünstige Alternative zu den Prozessen, welche auf Nanopartikelpasten beruhen. Durch den integrierten Sinterprozess entfällt die Notwendigkeit einer thermischen Nachbehandlung.

Dadurch, dass mit dem Dosiersystem präzise dosiert werden kann, wird ein exakter

Auftrag in der Nähe zur Wärmequelle sichergestellt. Insgesamt läuft der Sinterprozess innerhalb weniger Sekunden ab, wodurch der gesamte Herstellungsprozess signifikant verkürzt wird. Eine Erzeugung verschiedenster leitfähiger Strukturen im und auf dem Material ist möglich und ist zudem nicht auf ebene Flächen begrenzt.

Das Dosiersystem ermöglicht in Kombination mit einem FDM-Drucker eine unkomplizierte Herstellung komplexer, elektronischer Bauteilstrukturen wie Antennen und Leiterbahnen sowie deren Integration in elektrisch nichtleitende Trägerstrukturen oder Gehäuseseteile.

### Wärmebedingte irreversible Bauteilverformung eliminiert

Dadurch, dass der Sinterprozess nicht separat abläuft, ist die Entnahme des Bauteils während des Druckprozesses nicht notwendig. Hierdurch wird das Risiko einer wärmebedingten, irreversiblen Bauteilverformung eliminiert.

Auch werden Positionierabweichungen bei der Fixierung der Bauteile in unterschiedlichen Anlagen verhindert. Durch das Dosiersystem kann der FDM-Prozess für eine

besonders rentable Klein- und Mittelserienfertigung gedruckter Elektronik eingesetzt werden. Damit sind auch kostengünstige und flexible Anpassungen von elektronischen Bauteilen möglich.

### Ergebnisse des Projekts und Ausblick

Der verwendete Klebstoff besitzt laut Herstellerangaben einen spezifischen elektrischen Widerstand von  $10^{-4} \Omega \text{cm}$ , sofern dieser vollständig ausgehärtet ist. Da die Verfahrgeschwindigkeit während des Auftrags von Klebstoff nur 5 mm/s beträgt und gleichzeitig heißes Filament beim Überfahren der Silberleitstruktur aufgetragen wird, kann von einer vollständigen Sinterung ausgegangen werden. Bestätigt wird dies durch Messung des elektrischen Widerstands der in Bild 3 gezeigten Leiterstruktur.

Die darin integrierte Leiterbahn besitzt folgende Abmessungen: 50 mm x 0,8 mm x 0,3 mm (L x B x H). Dessen Widerstand liegt bei wenigen Ohm und ergibt einen spezifischen elektrischen Widerstand ähnlich der Angaben des Datenblatts. Es ist zu erkennen, dass die Leiterbahn gleichmäßig durch das gesamte Bauteil verläuft und vollständig eingebettet werden konnte.

In weiteren Untersuchungen werden Parameteroptimierungen vorgenommen, um reproduzierbare Ergebnisse von hoher Qualität zu erzeugen. Obwohl sich das verwendete System noch in der Entwurfsphase befindet, können bereits komplexere Bauteilgeometrien mit zusätzlichen elektrischen Funktionen wie beispielsweise RFID-Antennen oder ähnliche Sensorstrukturen zur Anwendung in der Hochfrequenztechnik hergestellt werden. Damit können die Anforderungen der Industrie 4.0 sowie der Bedarf an Anwendungen mit drahtlosen Funkverbindungen erfüllt werden. // JW

[www.th-koeln.de](http://www.th-koeln.de)

### Nutzen für die Praxis

Durch die integrierte Fertigung von elektrisch leitfähigen Strukturen während des FDM-Prozesses lassen sich elektrische Komponenten, wie z.B. Antennen mit in die Bauteile drucken. Der bisher notwendige nachgeschaltete Sinterprozess derartiger Pasten wird während des FDM-Prozesses durchgeführt. Somit entfallen Kosten für entsprechende Geräte und Fehler infolge der Bauteilpositionierung.

REFLOW

## Lötprozesse genau protokollieren

Die ProCap-Software von Rehm Thermal Systems bietet eine kontinuierliche, statistische Prozess-Stabilitätskontrolle und wurde speziell für die Anlagen der Vision-Serie von Rehm zugeschnitten. Dabei legen die Entwickler großen Wert auf eine simple und effiziente Bedienung sowie ein übersichtliches Screen Design. Vor allem beim Produktwechsel oder bei der Fertigung von neuen Baugruppen ist die Abstimmung aller Prozessparameter für optimale Ergebnisse eine große Herausforderung.

ProCap misst während des gesamten Lötvorgangs mit einer sensiblen Sensorik kontinuierlich die Temperatur bzw. den Wärmeeintrag über die komplette Baugruppe. Die Prozessparameter werden automatisch für das Produkt beim ersten Anlauf abgelegt. Jede weitere Baugruppe wird mit den zu diesem Produkt abgespeicherten Para-



Bild: Rehm Thermal Systems

metern verglichen. Dazu werden die 50 ersten Baugruppen des Produkts, Metallplatten oder Dummie-Boards als sog. statistische Prozesskontrolle gemessen und verglichen. In dieser „Baseline“ werden Kenngrößen, wie die natürliche Varianz des Prozesses, ermittelt. Daraus ergibt sich ein Mittelwert als Referenz für alle weiteren Messungen.

Rehm Thermal Systems

EMS-BRANCHE

## Starkes Wachstum trotz Corona

Die KATEK Group meldet trotz der Coronapandemie starkes Wachstum. Der derzeit zweitgrößte Elektronikdienstleister in Deutschland (Top 10 in Europa) ist in den ersten acht Monaten des laufenden Jahres im Umsatz bereits um mehr als 40 % gewachsen und will dieses hohe Tempo auch für den Rest des Jahres fortsetzen. Das Wachstum wird stark von den Zukäufen der

letzten Quartale getragen, liegt aber auch rein organisch bei aktuell mehr als fünf Prozent.

„Eine besondere Leistung ist, dass wir weiter Marktanteile gewinnen, obwohl in diesem Jahr die Elektronikbranche wegen der Pandemie schrumpft“, sagt Rainer Koppitz, CEO der KATEK Group. „Der Unternehmensberater in4ma spricht von – 7,5 % im Jahr 2020. Die ausgezeichneten Ergebnisse von KATEK lassen sich auch auf unsere breite, krisenresistente Aufstellung und die unternehmerische Führung der Töchter zurückführen, die wir seit dem Start der Gruppe im Januar 2019 umsetzen. Die Wachstumsträger waren insbesondere die Medizintechnik, der Bereich Solar/Energie, die Elektromobilität und das Geschäft mit Embedded Systems.“



Bild: KATEK

KATEK Group

## Kompakte ICT- und FKT-Testsysteme

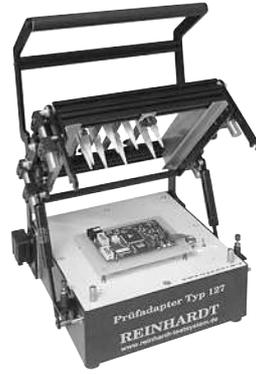


Abbildung Testsystem ATS-UKMFT 627 und Prüfadapter Typ 127



- ▷ Incircuit- und Funktionstest bis 608 Kanäle, Boundary Scan
- ▷ Stand-alone und Inline-Einsatz
- ▷ Funktionstest analog, digital, Impuls, Leistungselektronik, Flashen, optische Anzeigenauswertung
- ▷ Incircuit-Test: Pinkkontakt, Lötfehler, Bauteiltest, ...
- ▷ Feldbussysteme: GPIB, RS232-, RS485, I<sup>2</sup>C-Schnittstelle, CAN-Bus, K-Bus, DeviceNet, VISA-Bus, Profibus, TCP/IP, ...
- ▷ Oberflächenprogrammierung mit Autogenerierung und Autolern, CAD-Datenimport, ODBC-Schnittstelle, Qualitätsmanagement
- ▷ grafische Fehlerortdarstellung, auch für Boundary Scan
- ▷ Einsatz: Automotive, Avionik, Medizintechnik, Sensorik u.v.m.

# REINHARDT

System- und Messelectronic GmbH

Bergstr. 33 D-86911 Diessen Tel. 08196 934100 Fax 08196 7005  
E-Mail: info@reinhardt-testsystem.de http://www.reinhardt-testsystem.de

Du suchst einen passenden Job in der Elektronikbranche?



jobs.elektronikpraxis.de

ELEKTRONIK PRAXIS

ist eine Marke der



VOGEL COMMUNICATIONS GROUP

ELEKTRONIK PRAXIS

Folgen Sie uns auf Facebook!  
www.facebook.com/elektronikpraxis



VOGEL COMMUNICATIONS GROUP



DYNAMIC SYSTEMS GMBH  
Industrial Identification

Etikettierung für die automatisierte Produktion und Rückverfolgbarkeit

www.dynamic-systems.de

# Fortschritte auf dem Gebiet der Indoor-Ortungssysteme

*Gängige Navigationssysteme basieren auf GPS, das funktioniert im Freien. Aber in Gebäuden eignet sich GPS nur bedingt. Wir vergleichen mehrere Möglichkeiten zur Realisierung von Indoor-Ortungssystemen.*

Prognosen besagen, dass Indoor-Ortungsdienste in den kommenden Jahren durch die Einführung in neue vertikale Märkte ein exponentielles Wachstum verzeichnen werden. Von Social-Distancing-Lösungen für COVID-19 und dem Verfolgen einzelner Arbeitskräfte bis hin zum Asset Tracking und zur Effizienzverbesserung von Fabriken sind Ortungsdienste möglicherweise die nächste große Mehrwerttechnologie für viele Anwendungsgebiete.

Erreicht wird dies mithilfe von wichtigen Entwicklungen, die alle zu einem Wendepunkt hinführen:

- Indoor-Ortungsdienste auf Mobiltelefonen,
- Einführung schlüsselloser Zugangssysteme für Fahrzeuge,
- Verbesserungen an sicheren kontaktlosen Bezahlssystemen,
- Einführung von Bluetooth 5.1.

Wie bei der Einführung aller neuen Technologien, so gilt auch hier, dass die Vorteile

des Vorreiters durch die Kosten und die Komplexität aufgewogen werden, die sich durch die Integration in ein neues Ökosystem ergeben.

Die Wahl des richtigen Einstiegszeitpunktes ist entscheidend, wenn sich die Investitionen bezahlt machen sollen. Bei der Untersuchung des Ökosystems kann der Verlauf der Kosten- und der Komplexitätskurve mit hinreichender Sicherheit vorhergesagt werden, jedoch ist der Nutzen für den Endanwender der entscheidendste Faktor dafür, wie groß die Vorteile für den Vorreiter ausfallen.

## Techniken zur Entfernung- und Winkelmessung

Ultra-Wide-Band (UWB) und Bluetooth gelten als die vielversprechendsten Technologien für Indoor-Ortungslösungen. Da sich beide Ökosysteme gerade rapide weiterentwickeln beginnen, sollen hier beide Techniken vorgestellt werden, ergänzt durch eine

Beschreibung des aktuellen Entwicklungsstands.

Für die Realisierung von Ortungssystemen kommt eine ganze Reihe von Techniken in Frage. Bluetooth basiert in der Regel auf der Stärke des empfangenen Signals, während bei UWB die Time-of-Flight-Technik (Laufzeitmessung) zum Bestimmen der Entfernung herangezogen wird. Die Ermittlung der Phasendifferenz zwischen ankommenden Signalen mithilfe mehrerer Antennen ist eine häufig genutzte Technik, um den Auftreffwinkel eines ankommenden Signals zu bestimmen.

Infolge der unterschiedlichen Entfernungen der einzelnen Empfangsantennen von der Sendeantenne weisen die an den Antennen ankommenden Signale eine Phasendifferenz auf. Der Empfänger nimmt IQ-Signalsproben und schaltet dabei zwischen den verschiedenen Antennen um, um diese Phasendifferenz zu berechnen und daraus die relative Signalrichtung herzuleiten.

In Bild 1 bezeichnet  $x$  die Phasendifferenz zwischen den an Antenne 1 und an Antenne 2 ankommenden Signalen. Bei konstanter Wellenlänge lässt sich  $x$  vom System einfach berechnen, und mit  $x$  und  $d$  kann schließlich der Auftreffwinkel ( $\theta$ ) errechnet werden.

## Ortung auf Basis von Ultra-Wide-Band (UWB)

Für dieses Jahr ist die Ratifizierung eines neuen Standards auf Basis von UWB Impulse Radio (802.15.4z) zu erwarten. Dieser soll die Entfernungsmessgenauigkeit, die Sicherheit und die Interoperabilität verbessern und gleichzeitig mit weniger Sendevorgängen auskommen, was den Leistungsverbrauch senkt und die Kanalkapazität erhöht. Zusätzlich zu den Aktivitäten der für die Entwicklung dieses Standards zuständigen IEEE-Arbeitsgruppe wurde das FiRa-Konsortium (Fine Ranging) ins Leben gerufen, um Zertifizierungen zu entwickeln und Interoperabilität zu ermöglichen. Das Mandat des FiRa-Konsortiums besteht darin, die Verbreitung der UWB-Technik in vertikalen Marktseg-

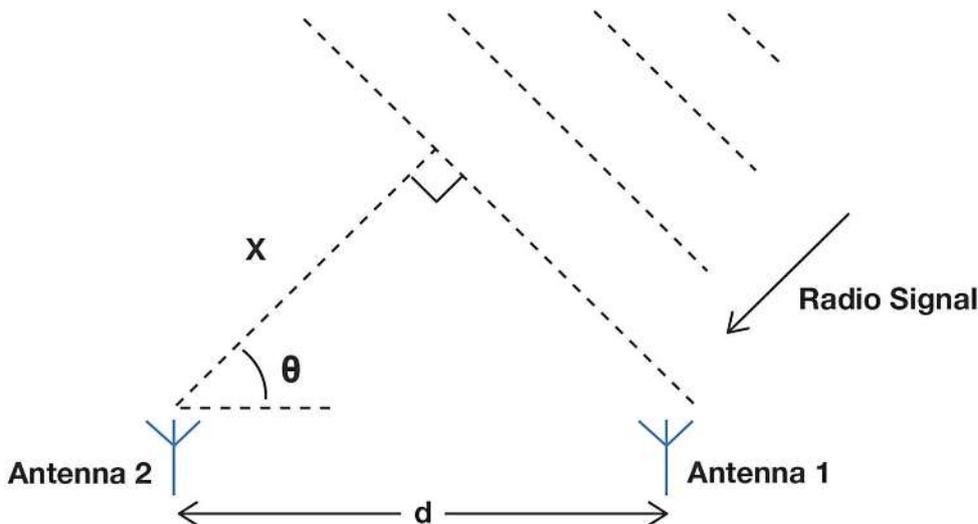
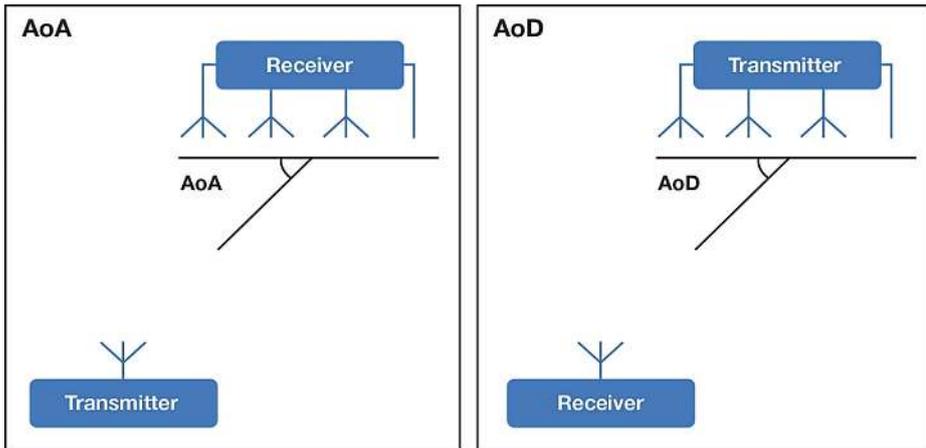


Bild: Future Electronics

**Bild 1:**  $x$  ist die Phasendifferenz zwischen den an Antenne 1 und an Antenne 2 ankommenden Signalen. Bei konstanter Wellenlänge lässt sich  $x$  vom System einfach berechnen, und mit  $x$  und  $d$  kann schließlich der Auftreffwinkel  $\theta$  errechnet werden.

Bild: Future Electronics



**Bild 2:** Mit der Bluetooth Core-Spezifikation v5.1 kommt Unterstützung für die hochgenaue Richtungsermittlung. Es werden zwei Betriebsarten vorgeschlagen, AoA und AoD.

menten voranzubringen und UWB bei Regierungen, Herstellern und Einzelpersonen auf der ganzen Welt als Marke bekannt zu machen. Das FiRa-Konsortium wird dazu mit verwandten Branchenorganisationen wie dem Car-Connectivity-Konsortium sowie dem WiFi- und NFC-Alliances zusammenarbeiten, um die Nutzung von UWB sowie die Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Technologien zu fördern.

Verglichen mit Nicht-UWB-Techniken wie Bluetooth werden UWB-Lösungen als kostengünstiger weniger wettbewerbsfähig angesehen werden (dies gilt allerdings nur beim Vergleich mit früheren Bluetooth-Versionen, die hardwareseitig keine Fähigkeit zur präzisen Richtungsermittlung mitbringen). Angesichts der rasch wachsenden Verbreitung dürfte sich dies jedoch bald ändern. Im vergangenen September erfolgte die Einführung der UWB-Technik im iPhone 11 von Apple, und für das kommende Jahr ist das Erscheinen von UWB in Android-Smartphones ebenso zu erwarten, wie die großflächige Einführung der UWB-Technik im Automotive- und Security-Segment. Zusammen mit dem Einstieg wichtiger Akteure wie Apple, Samsung und NXP in das Segment werden alle soeben genannten Faktoren gemeinsam zu Skaleneffekten führen und dadurch die Kosten senken.

Die Norm 802.15.4z ermöglicht präzise, laufzeitbasierende Entfernungsmessungen (bis zu 10 cm) mithilfe sehr kurzer Bursts aus HF-Energie, die sich über eine große Bandbreite verteilt. Diese scharfen Bursts weisen klar definierte Flanken auf, mit denen sich die Ankunftszeiten am Empfänger präzise ermitteln lassen. Der Einsatz eines kohärenten Demodulators in Verbindung mit der großen Bandbreite und der Kürze der UWB-Impulse helfen bei der Vermeidung von

Interferenzen durch reflektierte Signale (Mehrwegempfang), was im Gegensatz zu Nicht-UWB-Lösungen zuverlässige Messungen ermöglicht.

Die von Qorvo übernommene Firma Decawave war ein Pionier der UWB-basierenden Entfernungsmessprodukte und hat mehrere Lösungen auf der Basis ihres weitentwickelten ICs des Typs DW1000 zu bieten. Dieser erlaubt eine Messgenauigkeit von 10 cm und kann mit gepulsten Funksignalen einen Datendurchsatz von 6,8 MBit/s erreichen. Noch in diesem Jahr soll außerdem ein neuer IC mit mehreren Verbesserungen auf den Markt kommen.

### Mit Bluetooth die Richtung ermitteln

Mit der Bluetooth Core Specification v5.1 kommt Unterstützung für die hochgenaue Richtungsermittlung. Die Controller-Spezifikation wurde verbessert, um das Berechnen der Richtung mithilfe spezieller Hardware zu unterstützen, zu der ein Antennen-Array gehört.

Es werden zwei Betriebsarten vorgeschlagen (Bild 2). Bei der AoA-Methode (Angle of Arrival; dt.: Auftreffwinkel) werden von einem Gerät mit einer Einzelantenne Frames abgesendet, die durch Richtungsermittlungsdaten ergänzt werden. Die über Antennen-Arrays verfügbaren Ortungsgeräte/Anker messen anhand der Phasendifferenz die Richtung, aus der diese Frames eintreffen. Ortungsgeräte mit Antennen-Arrays können beispielsweise an den Decken eines Lagergebäudes platziert werden, während sich Einheiten mit Einzelantennen an Paletten befestigen lassen.

Bluetooth-Systeme können außerdem die AoD-Methode (Angle of Departure; dt.: Absendewinkel) nutzen. Hierbei werden die



# PCB SPECIALS

## Plangengenau Punktgenau Innovativ

- **Exklusivität**  
Kompetenz  
in exotischen Materialien
- **Leistungsstärke**  
Leiterplatten und Kupferschichten in extremen Stärken
- **Präzision**  
Minimalste  
mechanische Toleranzen

## Spezialisten für bahnbrechende Leiterplatten



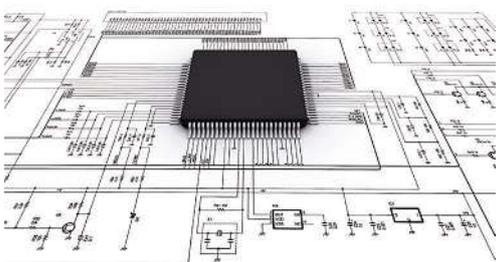
**Becker & Müller**  
Schaltungsdruck GmbH  
Tel.: +49 (0)7832 9180-0  
[www.becker-mueller.de](http://www.becker-mueller.de)

Mit Köpfchen  
zur Lösung!



## RESULTAT

Ihre Elektronik - spezifisch für Sie entwickelt und gefertigt



Besuchen Sie uns!  
[messe.turck-duotec.com/electronica](http://messe.turck-duotec.com/electronica)

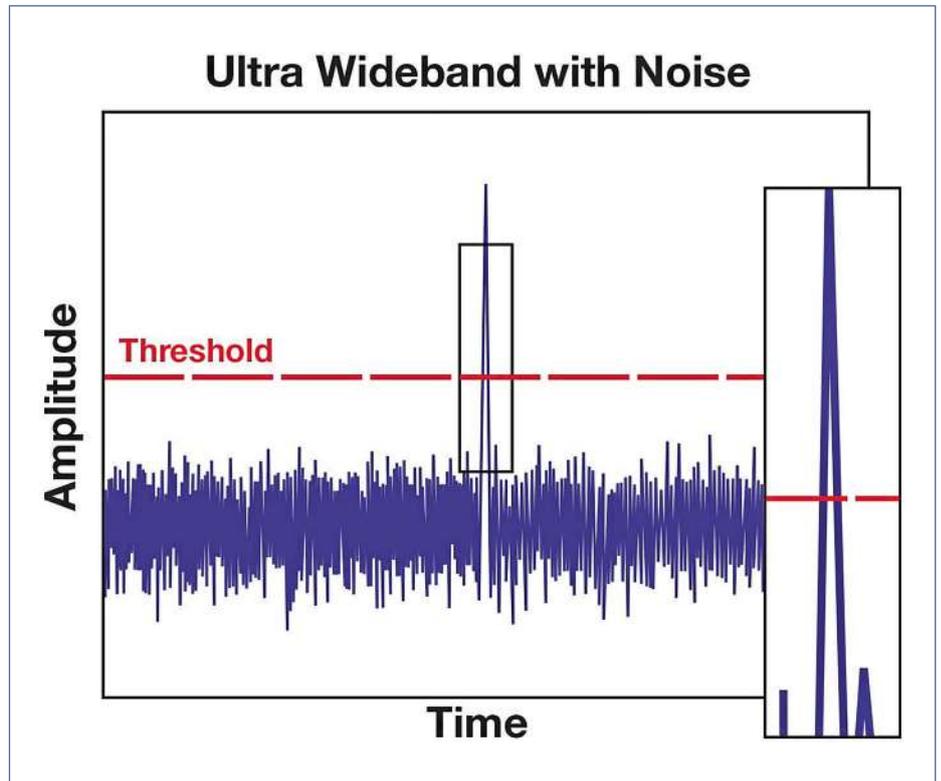


Bild: Future Electronics

**Bild 3:** Die scharfen Bursts bei der laufzeitbasierenden Entfernungsmessung weisen klar definierte Flanken auf, mit denen sich die Ankunftszeiten am Empfänger präzise ermitteln lassen.

Richtungsermittlungs-Frames vom Antennen-Array abgesendet, und das empfangende Gerät berechnet die Richtung aus der Phasendifferenz der Signale. Als Beispiel kann ein Mobiltelefon die von den Anker in einem Supermarkt ankommenden Signale nutzen, um einen Käufer durch die Gänge zu dirigieren.

Ob die Wahl auf die AoA- oder die AoD-Methode fällt, hängt von mehreren Faktoren ab. Entscheidend ist unter anderem, ob der verbindungslose oder der verbindungsorientierte Betrieb bevorzugt wird, welchen Stromverbrauch die Geräte haben und wie teuer sie sein dürfen. Bei der AoA-Methode erfolgt die Berechnung von Winkel und Position durch das Gerät mit dem Antennen-Array, während bei der AoD-Methode das Gerät mit der Einzelantenne dafür zuständig ist.

Mit einem komplexen Antennen-Array und nur einem Anker lassen sich zwei Winkel berechnen. Bei der Verwendung von zwei Ankern ergibt die Überschneidung von Räumen nicht nur einen Winkel, sondern auch die Position (x, y, z). Alternativ kann zusätzlich zur Winkelmessung die Stärke des empfangenen Signals genutzt werden, um die Entfernung zu schätzen und eine ungefähre Position zu ermitteln. Beide Verfahren eignen sich zum Abschätzen der Position, jedoch sind die Genauigkeit, die Zuverlässig-

keit und die Komplexität der Implementierungen gegeneinander abzuwägen.

Verbesserungen an den unteren Schichten (LE-Controller) des Bluetooth-Stacks machen es möglich, gewissermaßen den „Rohstoff“ (nämlich die IQ-Daten) für die Richtungsermittlung herzustellen. Abgesehen davon müssen beim Design von Anwendungen bestimmte Aspekte einbezogen werden, die größtenteils durch von der Bluetooth SIG herauszugebenden Profilspezifikationen abgedeckt werden dürften.

Zum Beispiel können verschiedene Konzepte gewählt werden – von einem mathematisch einfachen Modell bis zu einem anspruchsvolleren mehrdimensionalen Ansatz, bei dem mehrere Winkel berechnet werden und deren Überschneidung zur präzisen Positionsermittlung dient. Die Bluetooth SIG sieht hierin einen Bereich, in dem die Hersteller miteinander konkurrieren können, und lässt die genaue Implementierungsweise daher offen.

Für das kommende Jahr wird die Einführung von Produkten durch mehrere Hersteller erwartet. BL653 von Laird Connectivity basiert auf dem Baustein nRF52833 von Nordic. Die kosteneffiziente, mehrprotokollfähige BLE-5.1-Lösung BMD-360 von Ublox wiederum basiert auf dem Nordic-IC nRF52811. Von Cypress kommt eine Kombilösung für

BLE 5.1/5.2 und WiFi, von der es bereits Muster gibt. UWB-basierende Impuls- und ToF-Systeme sind eigens für Indoor-Ortungssysteme konzipiert und können auf dem Markt den Vorreitervorteil ausspielen.

### Genauerer UWB oder günstigeres Bluetooth

Die Technik, die von unabhängigen Herstellern und Partnern auf verschiedenen vertikalen Märkten angeboten wird, ist mittlerweile standardisiert und ist jetzt auch in Smartphones verfügbar. Mehrere UWB-Applikationen dürften BLE als stromsparenden Wake-up-Controller nutzen. Der Einstieg der Bluetooth SIG mit dem Ziel, die gleichen Probleme zu lösen, ist eine interessante Entwicklung. Bluetooth ist Entwicklern vertraut, und das zugehörige Ökosystem ist bedeutend umfangreicher als die sich erst neu formierende FiRa-Community.

Mit Bluetooth lässt sich stromsparender kommunizieren und zudem benötigen einige Anwendungen möglicherweise gar nicht die von UWB gebotene, höhere Genauigkeit. Tatsache ist jedoch auch, dass die Genauigkeit und Zuverlässigkeit kommerzieller Bluetooth-Lösungen ebenso noch bestätigt werden muss wie die Entfernungsgrenzen von Anker und Tags, was wiederum Rückwirkungen auf die Infrastrukturkosten haben wird. Die Gerätekosten machen schließlich nur einen Teil der finalen Installations- und Betriebskosten aus. Einen großen Anteil an den Bedenken, die gegen die Einführung gehegt werden, haben die vom Installationspersonal geforderten Fähigkeiten und die geschäftlichen Ausfallzeiten.

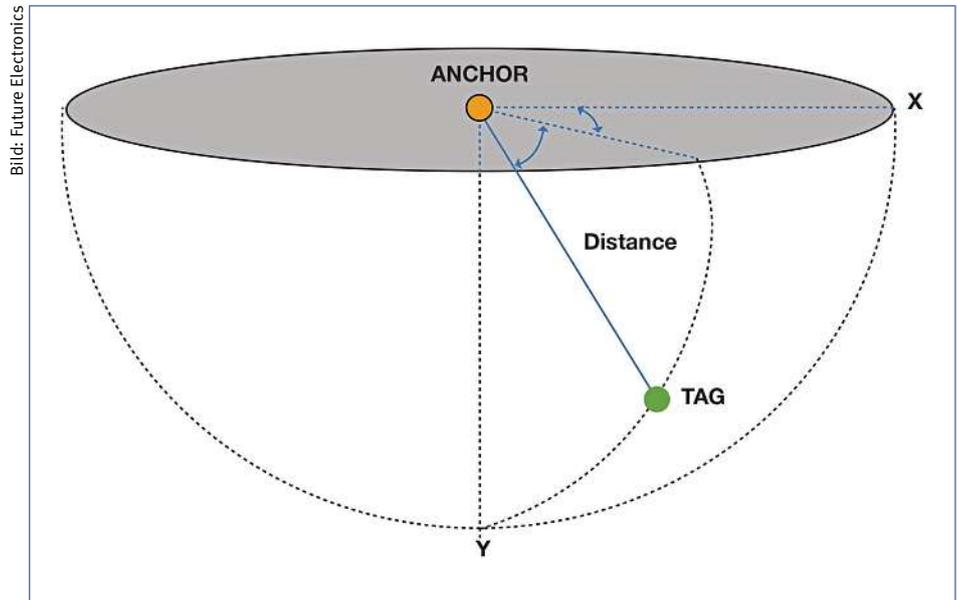


Bild 4: Mit einem komplexen Antennen-Array und einem Anker lassen sich zwei Winkel berechnen.

Ein ausgereiftes, installationsberechtigtes System erfordert eine Zusammenarbeit an mehreren Fronten, wobei auch die Verfügbarkeit eines zugehörigen Ökosystems kritisch sein wird. Zum Beispiel ist absehbar, dass Antennen-Arrays und Positionsrechnungs-Algorithmen von anderen Partnern beigesteuert werden als den Chip- oder gar den Modulherstellern. Für die meisten Prüf- und Zertifizierungsinstanzen ist die Technik noch neu, und um der Interoperabilität und der weiten Verbreitung den Weg zu ebnet, werden die entsprechenden Zertifizierungen derzeit ausgearbeitet. Die Benutzeroberflächen sind applikationsspezifisch und wer-

den individuell entwickelt, während die Backend-Integration in die Cloud projektspezifisch erfolgt.

Langfristig wird sich die Wertschöpfungskette von der Hardware auf solche Firmen verlagern, die eine komplette Systemintegration mit Cloud, Datenvisualisierung und Auswertung anbieten können. Mit den Hard- und Softwareanbietern werden Unternehmen, die Systemintegration und Gebäudemanagementsysteme anbieten, in einer einzigartigen Position sein, um diesen Markt zu erschließen.

// MK

Future Electronics

Business Sponsor



www.intelligent-edge.de

Deutschlands neue Entwicklerkonferenz für Intelligent Edge und KI in eingebetteten Systemen

Digitalkonferenz, 17. – 18. November 2020

Intelligent Edge Conference – get ready for the next decade

www.intelligent-edge.de



Bild: Amnesty International

**Rohstoffe:** Kinder sortieren Steine, die Konfliktmineralien enthalten, an den Ufern des Malo-Sees in Kongo.

# Der Countdown läuft: Verordnung der EU zu Konfliktmineralien

*Ab 1. Januar 2021 müssen Unternehmen die Vorschriften der EU-Verordnung zu Konfliktmineralien beachten. Das ist nicht nur für Rohstoffhändler und Hüttenbetreiber relevant.*

DR. ANNE RAUSCH \*

Die neue EU-Verordnung zu Konfliktmineralien betrifft auch Unternehmen, etwa der Elektro-, Technologie- oder Automobilbranche. Denn die Verordnung gilt für Zinn, Tantal, Wolfram und Gold – Minerale und Metalle, die beispielsweise bei der Herstellung von Mobiltelefonen und Computern verwendet werden. Zinn, Tantal, Wolfram und Gold sind selten. Ihr Vorkommen beschränkt sich auf wenige Regionen der Erde. In vielen dieser Regionen herrschen instabile Verhältnisse und bewaffnete Konflikte. Rohstoffvorkommen werden durch Warlords und bewaffnete Gruppen als Einnahmequelle genutzt. Ihr Abbau erfolgt unter massiven Menschenrechtsverstößen.

Die Förderung solcher Bedingungen widerspricht dem westlichen Selbstverständnis. Der Druck auf Unternehmen, Produkte und Lieferketten nachhaltig zu gestalten, wächst. Seit der Jahrtausendwende gibt es

etliche private und öffentliche – auf Freiwilligkeit basierende – Initiativen für mehr Sorgfalt und Transparenz bei Abbau und Handel von Konfliktmineralien. Eine erste verbindliche Regelung zur verantwortungsvollen Beschaffung von Konfliktmineralien wurde 2010 mit dem Dodd-Frank Act durch die USA eingeführt. In den USA haben börsennotierte Unternehmen eine Offenlegungs- und Berichtspflicht bezüglich der Verwendung bestimmter Rohstoffe.

Die EU-Konfliktmineralienverordnung ist 2017 in Kraft getreten. Sie schafft ein System für die Erfüllung der Sorgfaltspflicht in der Lieferkette. Ziel ist, den Handel mit Konfliktmineralien besser zu überwachen und auf verantwortungsvolle, konfliktfreie Quellen zu beschränken. Die wesentlichen Vorschriften gelten ab dem 1. Januar 2021.

## Vorsicht bei Rohstoffen aus Konflikt- und Risikogebieten

Die EU-Verordnung gilt für die Einfuhr der in Anhang I aufgeführten Minerale oder Metalle, in denen Zinn, Tantal, Wolfram, deren Erze oder Gold enthalten sind. Sogenannte Unionseinführer haben für diese Stoffe die

Sorgfaltspflichten in der Lieferkette einzuhalten und dabei insbesondere zu prüfen, ob diese aus Konflikt- oder Hochrisikogebieten stammen. Anders als der Dodd-Frank Act ist die EU-Verordnung nicht auf die Region der Großen Seen rund um die Demokratische Republik Kongo beschränkt. Zudem gilt sie nicht nur für börsennotierte Unternehmen, sondern für alle Unionseinführer.

Keine Anwendung findet die Verordnung bei recycelten Metallen sowie Altbeständen, die vor dem 1. Februar 2013 angelegt wurden. Auch gilt sie nicht für die Einfuhr von Produkten, die die erfassten Stoffe enthalten. Insofern bleibt sie hinter dem Dodd-Frank Act zurück, der etwa auch außerhalb der USA hergestellte Elektrogeräte erfasst.

## Die wesentlichen Pflichten der einführenden Unternehmen

Für Unionseinführer gelten ab 2021 folgende Pflichten:

- **Pflicht zur Einführung eines Managementsystems:** Das Managementsystem muss die in Artikel 4 der Verordnung genannten Anforderungen erfüllen. Unionseinführer müssen eine Lieferkettenpoli-



\* Dr. Anne Rausch  
... ist Rechtsanwältin bei der Wirtschaftskanzlei CMS Deutschland.

tik für möglicherweise aus Konflikt- und Hochrisikogebieten stammende Minerale und Metalle festlegen. Diese muss den OECD-Standards entsprechen. Zudem muss sie Lieferanten und der Öffentlichkeit mitgeteilt und in Verträge und Vereinbarungen mit Lieferanten eingebunden werden. Darüber hinaus müssen Unternehmen einen Compliance-Beauftragten zur Überwachung bestellen, einen Beschwerdemechanismus als Frühwarnsystem zur Risikerkennung einführen sowie ein System zur Rückverfolgbarkeit der Gewahrsams- oder Lieferkette errichten. Letzteres umfasst eine umfassende Dokumentation. Sämtliche im Zusammenhang mit dem Managementsystem zusammengetragenen Informationen sind fünf Jahre lang aufzubewahren.

■ **Risikomanagementpflichten:** Unions-einführer müssen die Risiken schädlicher Auswirkungen ermitteln und bewerten. Zudem müssen sie die konzipierten Strategien zur Verhinderung oder Milderung negativer Auswirkungen umsetzen. Mögliche Maßnahmen sind sowohl die Fortsetzung als auch die vorübergehende Aussetzung des Handels. Auch die Beendigung der Lieferantenbeziehung ist möglich. Sofern der Handel fortgesetzt oder nur vorübergehend ausgesetzt wird, muss der Unionseinführer Lieferanten und betroffene Interessens-träger informieren und eine Strategie zur messbaren Risikominderung in einem Risikomanagementplan vereinbaren.

■ **Verpflichtung zur Durchführung von Prüfungen durch Dritte:** Unionseinführer sind verpflichtet, sämtliche Tätigkeiten, Prozesse und Systeme, die der Erfüllung der Sorgfaltspflicht in der Lieferkette dienen, durch einen unabhängigen Dritten auf ihre Konformität mit der Verordnung überprüfen zu lassen. Die Pflicht entfällt, wenn Metalle über eine verantwortungsvolle Hütte oder Raffinerie bezogen werden. Das sind solche, die anerkanntermaßen die Anforderungen der Verordnung erfüllen. Es ist vorgesehen, dass die EU-Kommission eine weltweite Liste der verantwortungsvollen Hütten und Raffinerien bereitstellt.

■ **Offenlegungspflichten:** Unionseinführer müssen erstens den zuständigen Behörden des Mitgliedstaats die Berichte über die durch Dritte durchgeführte Prüfung oder Konformitätsnachweise durch von der EU-Kommission anerkannte Systeme bereitstellen. Zweitens müssen sie den unmittelbar nachgelagerten Abnehmern alle im Rahmen der Erfüllung ihrer Sorgfaltspflicht in der Lieferkette erlangten und auf aktuellem Stand gehaltenen Informationen bereitstellen. Geschäftsgeheimnisse

und wettbewerbliche Vorgaben bleiben dabei gewahrt. Drittens müssen sie jährlich öffentlich in einem möglichst breiten Rahmen, auch über das Internet, Bericht erstatten über ihre Strategien zur Erfüllung ihrer Sorgfaltspflicht in der Lieferkette und ihre Verfahren im Hinblick auf eine verantwortungsvolle Beschaffung. Eine Informationspflicht der Öffentlichkeit besteht auch dann, wenn Metalle nur aus dem Recycling oder aus Schrott gewonnen wurden.

Unionseinführer sollen die Möglichkeit erhalten, sich bei der Nachweisführung durch anerkannte Systeme unterstützen zu lassen. Seit dem Inkrafttreten der Verordnung im Jahr 2017 können Organisationen, die über Systeme zur Erfüllung der Sorgfaltspflicht verfügen, bei der EU-Kommission eine Anerkennung beantragen. Die Anerkennung von Systemen sowie die Einrichtung eines Registers stehen bisher noch aus.

### Die EU-Verordnung betrifft alle Akteure der Lieferkette

Unmittelbar geltende Pflichten statuiert die Verordnung nur für Unionseinführer. Diesen obliegen die Prüfpflichten im Hinblick auf die ihnen vorgelagerten Akteure der Lieferkette. Durch die vorgesehene Listung verantwortungsvoller Hütten und Raffinerien werden aber auch diese die Auswirkungen der Verordnung spüren. Zudem ist mit Auswirkungen auf die nachgelagerten Akteure der Lieferketten, insbesondere auf Produzenten und Zulieferer von Produkten und Zwischenprodukten, zu rechnen.

US-börsennotierte Unternehmen fragen aufgrund des Dodd-Frank Acts bereits jetzt bei allen Lieferanten die Herkunft der verwendeten Rohstoffe ab. Da diese Nachfragen in der gesamten Lieferkette weitergegeben werden, sind auch deutsche Unternehmen, die direkt an US-Firmen liefern oder als Zwischenlieferant agieren, von Auskunftspflichten betroffen. Zudem gehören entsprechende Abfragen zum Standard vieler europäischer Unternehmen. Diese sehen sich im Rahmen selbstaufgelegter Verhaltenskodizes an US- und OECD-Vorgaben gebunden und verankern dies in Lieferverträgen. Es ist damit zu rechnen, dass die EU-Verordnung diesen Trend verstärkt. Das gilt insbesondere, weil die Verordnung den Fokus der Öffentlichkeit auf das Thema lenkt. Die Nachfrage der Endverbraucher nach konfliktmineralienfreien Produkten dürfte zunehmen. Hersteller und Letztveräußerer werden konfliktmineralienfreie Produkte daher voraussichtlich in zunehmendem Maße anbieten wollen.

Hersteller von Produkten und Zwischenprodukten sollten sicherstellen, dass sie

entsprechende Anfragen beantworten können. Für Produkte, die in der EU unter Verwendung von in die EU eingeführten Rohstoffen hergestellt werden, dürfte dies aufgrund der Offenlegungspflicht der Unionseinführer einfacher werden. Aber: Unternehmen sollten durch entsprechende vertragliche Regelungen auch den Fällen Rechnung tragen, in denen Produkte außerhalb Europas hergestellt werden. Andernfalls müssen sie mit einem Wettbewerbsnachteil rechnen.

### Bundesanstalt kontrolliert Einhaltung in Deutschland

Für Kontrolle und Vollziehung der Verordnung sind die Mitgliedsstaaten verantwortlich. In Deutschland ist die Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe zuständig. Sie kann von Unionseinführern Auskünfte verlangen sowie Maßnahmen zur Feststellung, Beseitigung und Verhinderung von Verstößen gegen die Verordnung treffen und durchsetzen – auch mit Zwangsgeldern. Ordnungswidrigkeitentatbestände gibt es zunächst nicht. Da aufgrund der offen formulierten Pflichten und der noch ausstehenden Vollzugsleitlinien der EU-Kommission gerade in der Anfangszeit mit Umsetzungsschwierigkeiten zu rechnen ist, ist dies zu begrüßen.

### Mehr Nachhaltigkeit und Transparenz in den Lieferketten

Bis zum 1. Januar 2023, danach alle drei Jahre, soll die EU-Kommission die Anwendung und Wirksamkeit der Verordnung überprüfen. Bereits jetzt ist absehbar, dass die Kommission sich mit zahlreichen Themen befassen muss: von der Sicherstellung der Versorgung der Industrie mit seltenen Rohstoffen über die Frage, ob die Offenlegungspflichten für Verpflichtete zu Wettbewerbsnachteilen führen, bis zur Ausweitung der Regelungen auf weitere Stoffe. Insgesamt dürfte es sich bei den Regelungen zu Konfliktmineralien um den Anfang einer tiefgreifenden Entwicklung handeln. Der nächste Schritt könnte das bereits viel diskutierte Lieferkettengesetz sein, wonach Unternehmen stets die Verantwortung für die Einhaltung von Umwelt- und Menschenrechtsstandards in ihren Lieferketten tragen sollen.

Die Lieferketten der Zukunft werden daher transparenter sein müssen, als bisher. Unternehmen, die das nicht berücksichtigen, gehen nicht nur das Risiko eines Reputationsschadens, sondern auch von erheblicher Wettbewerbsnachteilen ein. // MK

CMS Deutschland

# So wählen Sie den richtigen 3D-Drucker für Ihr Projekt aus

*3D-Drucker werden immer beliebter, bieten sie doch zahlreiche Vorteile. Aber welcher ist der Richtige für meine Zwecke? Wir verraten Ihnen, was Sie bei der Auswahl eines 3D-Druckers beachten sollten.*

PHIL HUTCHINSON \*

**D**er 3D-Druck bietet Elektronikentwicklern eine viel größere Flexibilität, sodass Innovationsprojekte beschleunigt werden. Frühe Anwender wie die Luft- und Raumfahrtindustrie sowie die Ver-

teidigungsindustrie setzen seit langem den 3D-Druck zur schnellen Konzeptmodellierung, zur Prototypenerstellung von Bauteilen und zur Herstellung von Endprodukten ein, ohne die Fertigungslinien dabei ständig umrüsten zu müssen.

Obwohl es die Technologie seit fast drei Jahrzehnten gibt, haben erst die jüngsten Fortschritte 3D-Drucker zu einer viel attraktiveren Investition für Elektronikentwickler gemacht. 3D-Drucker sind heute erschwing-

licher denn je und einige Einstiegsdrucker sind sogar für unter 200 € erhältlich. Es gibt auch viel mehr Optionen, da sich die Anzahl der 3D-Druckerhersteller zwischen 2014 und 2018 fast verdreifacht hat und heute etwa 120 € beträgt. Darüber hinaus haben sich Druckqualität und -geschwindigkeit verbessert und es steht eine größere Auswahl an Materialien zum Drucken von Teilen und Modellen zur Verfügung. Infolgedessen und dank der jüngsten Fortschritte wie dem 3D-



\* Phil Hutchinson  
... ist Senior Specialist der element14 Community bei Farnell.

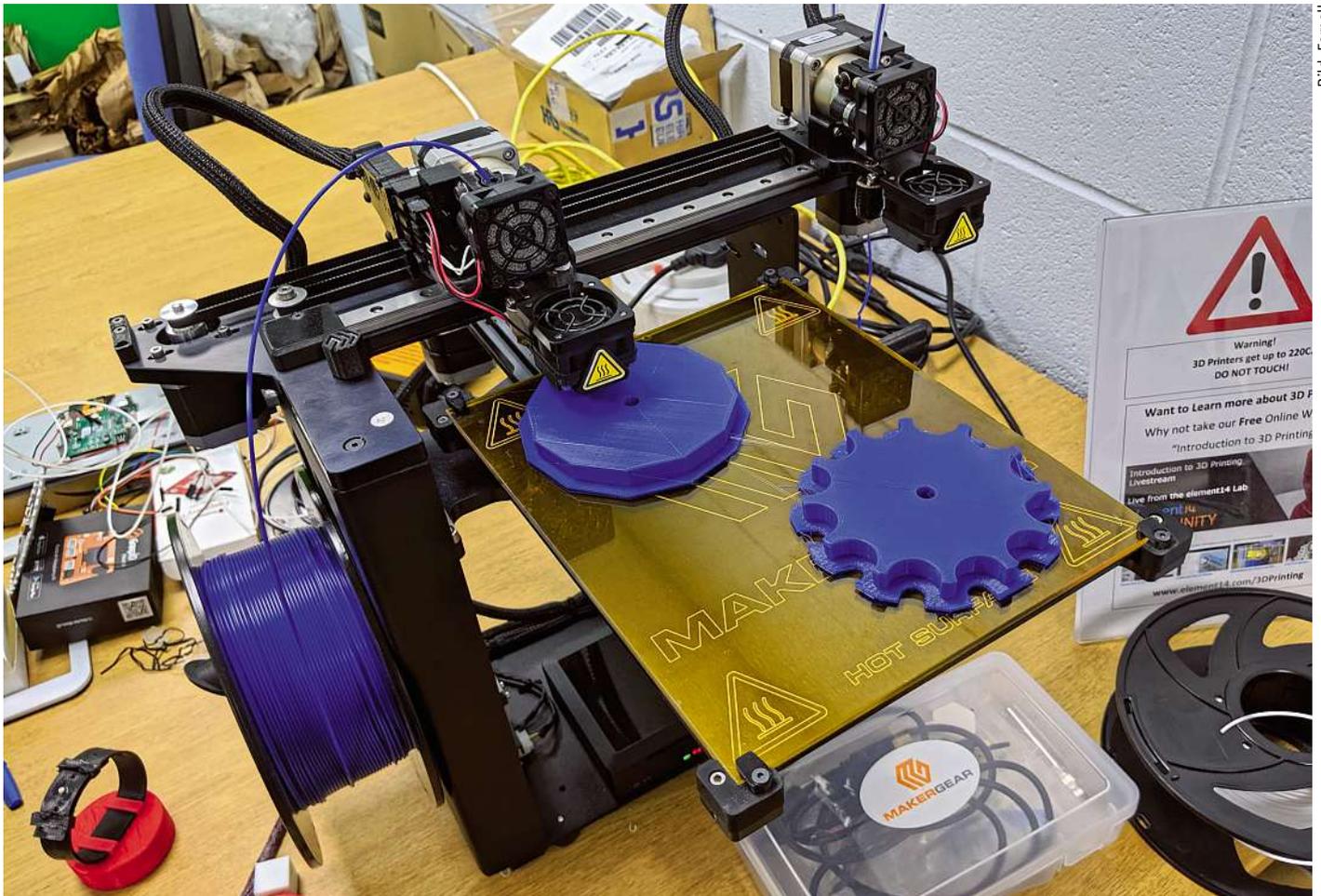


Bild: Farnell

Ein 3D-Drucker: flexibel und vielseitig beschleunigt er Innovationsprojekte.

Druck von Halbleitermetall, sehen wir allmählich die Entstehung von 3D-gedruckten Schaltungen. Laut einer Studie von Ernst & Young könnte die Druckelektronik den Zeitaufwand für die Prototypenerstellung um 63% verringern.

Die Nutzung eines 3D-Druckdienstes anstelle des direkten Kaufs eines eigenen 3D-Druckers bleibt für viele Entwickler eine brauchbare Alternative. Wenn sie jedoch bereit sind, den Sprung zu wagen, sollten Entwickler ihre 3D-Druckanforderungen in Bezug auf Kosten, Qualität, Funktionalität und Materialanforderungen sorgfältig abwägen, um sicherzustellen, dass sie den richtigen 3D-Drucker für ihre Bedürfnisse erhalten.

### Wie Sie den richtigen Druckertyp auswählen

Der erste Schritt bei der Auswahl des richtigen 3D-Druckers besteht darin, zu verstehen, welche Art von 3D-Drucktechnologie verwendet werden soll. Zwei der bekanntesten Technologien sind Fused Filament Fabrication (FFF) – auch als Filament Deposition Manufacturing (FDM) oder Molten Polymer Deposition (MPD) bezeichnet – und Stereolithographie (SLA), bei der Laser- oder DLP-Harzdrucker (Digital Light Processing) verwendet werden.

### Druck mit thermoplastischem Material

Fused-Filament-Fabrication-Drucker (FFF) verwenden ein Filament aus thermoplastischem Material, das einen beheizten beweglichen Kopf passiert, der Kunststoffschicht für Kunststoffschicht auf einem beweglichen Druckbett extrudiert, das sich mit jeder aufgetragenen Schicht absenkt. Das ist die Technologie, die am häufigsten bei Desktop-3D-Druckern verwendet wird. Folglich ist FFF tendenziell günstiger, benutzerfreundlicher und relativ schnell beim Drucken.

Andererseits drucken FFF-Drucker weniger genau als andere Arten von 3D-Druckern. Dies kann bei Projekten, bei denen sehr enge Toleranzen vorgegeben sind, ein Problem darstellen. FFF-Drucker erfordern außerdem tendenziell mehr Abstimmung und Wartung, damit sie ordnungsgemäß funktionieren, und die Technologie reagiert empfindlich auf Temperaturänderungen.

### Stereolithographie bietet höchste Präzision

Stereolithographie-Drucker (SLA), häufig als Harzdrucker bezeichnet, verwenden eine lichtemittierende Vorrichtung (Laser oder DLP), um das Produkt in einem Tank mit

flüssigem photopolymerisierendem Harz oder in einem Pulverbett auszuhärten. Ein Lichtstrahl-Laser tastet dazu die Oberfläche des Materials, basierend auf dem vom Computermodell bereitgestellten 3D-Design ab, wobei das Produkt schrittweise aus dem Material gehoben wird.

Der riesige Pluspunkt der Stereolithographie liegt in ihrer größeren Präzision und höheren Detailgenauigkeit, was sie zu einer besseren Wahl für Projekte macht, die komplexere Geometrien und glattere, realistischere Oberflächen erfordern. SLA-Drucker eignen sich auch gut für kleinere Projekte und für sehr große Projekte, die eine hohe Auflösung erfordern. Während FFF-Drucker im Allgemeinen schnell sind, sind SLA-Drucker schneller.

Diese Vorteile haben jedoch ihren Preis. SLA-Drucker kosten erheblich mehr (normalerweise zwischen 1000 bis 10.000 €) und es stehen auch weniger Materialien zur Verfügung, welche wiederum tendenziell teurer sind. Aus thermoplastischen Harz- oder Pulvermaterialien hergestellte Produkte sind gewöhnlich zerbrechlicher.

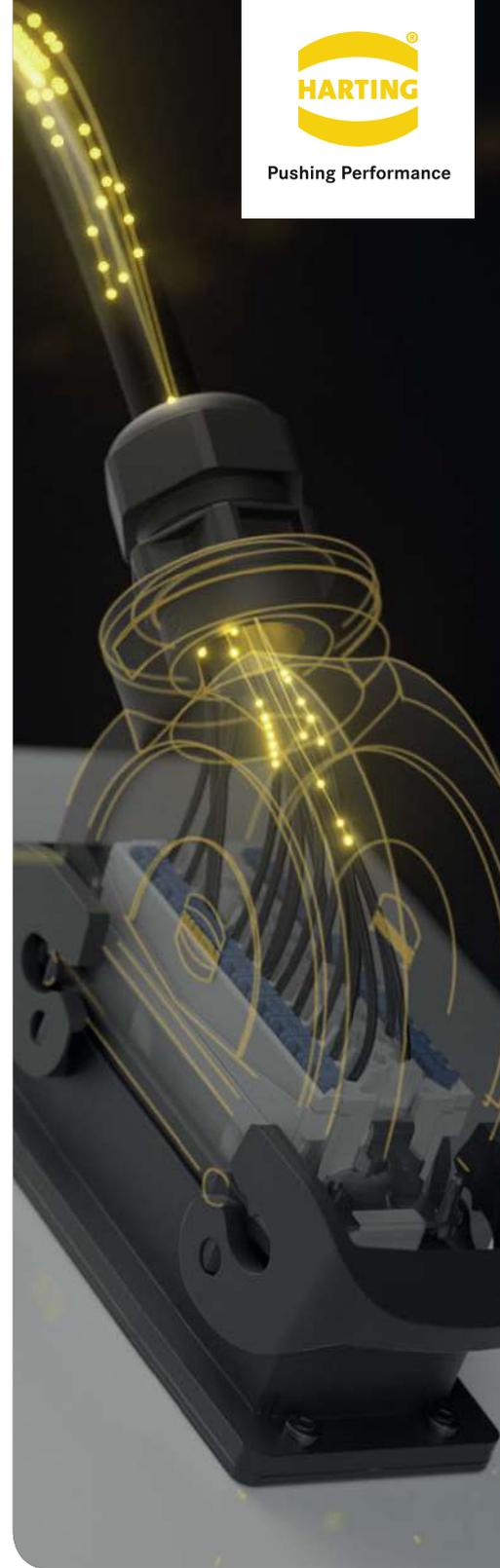
### Die richtigen Materialien auswählen

Materialien sind ein weiterer wichtiger Aspekt, der bei der Auswahl eines 3D-Druckers berücksichtigt werden muss. Es gibt zahlreiche unterschiedliche Materialien für den 3D-Druck. Diese reichen sogar bis hin zu essbaren Stoffen (wie Schokolade, Zucker oder Pfannkuchenteig) und zu Baustoffen (wie bei 3D-gedruckten Häusern aus extrudiertem Beton).

Elektronikentwickler werden für ihre Entwicklungen konventionellere Materialien in Erwägung ziehen müssen.

Polymilchsäure oder Polylactid (PLA): Für FFF-Drucker ist Polymilchsäure oder Polylactid (PLA) eines der beliebtesten thermoplastischen Materialien, da es biologisch abbaubar ist und aus natürlichen Ressourcen wie Mais und Zuckerrohr gewonnen wird. Das Material ist ideal für die schnelle Prototypenerstellung, bei der Form und Ästhetik die wichtigsten Aspekte sind. PLA weist auch eine größere Zugfestigkeit auf und neigt daher weniger zum Verziehen.

Acrylnitril-Butadien-Styrol (ABS) ist ein weiteres beliebtes thermoplastisches Polymer für FFF-Drucker. ABS-Druckprodukte haben tendenziell eine bessere Biegefestigkeit und überlegene mechanische Eigenschaften und sind daher ideal, wenn Bruchbedenken bestehen. Das Material eignet sich auch besser für Anwendungen, bei denen die Temperatur höher ist, da seine strukturelle



## Der schnellste Draht zum Schaltschrank

Schaltschränke kompakt planen und schneller fertigstellen mit innovativen Connectivity-Lösungen von HARTING.

[www.HARTING.com/](http://www.HARTING.com/)  
Schaltschrankbau

Integrität steigenden Temperaturen besser standhält.

Polyethylenterephthalat (PETG) ist ein Polymer, das sich ideal für sichere Lebensmittelanwendungen eignet. Es wird häufig zur Herstellung von Wasserflaschen, Lebensmittelbehältern und ähnlichen Kunststoffprodukten verwendet, da es kein Wasser absorbiert. Es weist feste mechanische Eigenschaften auf, kann jedoch für Einsteiger eine Herausforderung darstellen, da es knifflig ist, die genaue Temperatur richtig einzustellen, und es häufig eine gründliche Feinabstimmung der Düse erfordert.

Nylon: Für Anwendungen, die eine noch höhere Festigkeit und Haltbarkeit als ABS erfordern, ist Nylon eine beliebte Wahl. Nylon ist sehr reißfest und recht flexibel und eignet sich daher gut für Anwendungen mit beweglichen Teilen, die einer hohen Belastung oder Reibung ausgesetzt sind. Seine Festigkeit beruht teilweise auf seiner hohen Schmelztemperatur, allerdings kann Nylon in geschmolzenem Zustand giftig sein. Nylon eignet sich auch nicht gut für Anwendungen, die durch Nässe oder Feuchtigkeit gekennzeichnet sind.

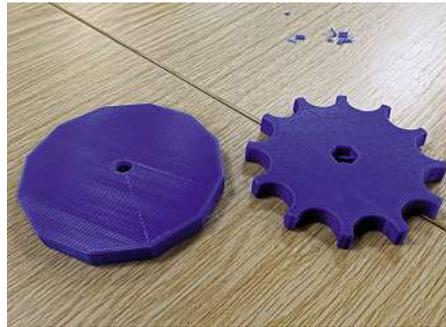
Thermoplastisches Elastomer (TPE) ist ein beliebtes Material, wenn Flexibilität erforderlich ist. TPE führt, ähnlich wie Gummi, zu elastischeren und dehnbareren Produkten, doch seine Weichheit und Elastizität schränken den Bereich der Anwendungen, für die es geeignet ist, erheblich ein.

Materialien für harz- oder pulververarbeitende Stereolithographie-Drucker werden normalerweise gezielt für eine bestimmte Anwendung gekauft, die vorgibt, welche Harze und Pulver zu verwenden sind. Diese Materialien und Drucker sind in der Regel hochwertiger als 3D-Technologien auf Verbraucherebene.

Es gibt fünf grundlegende Harztypen: Standardharz für Projekte mit niedrigem Budget, graues Harz für glattere Oberflächen, Mammutharz für großformatige Drucke, transparentes Harz für transparente Teile und hochdetailliertes Harz für kompliziertere Geometrien.

### Was Sie darüber hinaus noch beachten sollten

Polymerpulver werden beim Lasersintern verarbeitet, wobei winzige Partikel des Polymers durch einen Hochleistungslaser miteinander verschmolzen und ausgehärtet werden, um das 3D-Objekt zu erzeugen. Pulver sind ideal für Projekte, die einen leistungsstarken Kunststoff erfordern, metallimprägniert werden oder die Flexibilität von Gummi mit der Festigkeit von Kunststoff verbinden.



**3D-Druck:** ermöglicht auf einfachste Weise die Konzeption von Bauteilen.

Bild: Farnell



**Schnell und exakt gefertigt:** ein Objekt aus dem 3D-Drucker.

Bild: Farnell

Infills sind ein wichtiger Materialaspekt. Sie dienen zum Aussteifen der leeren Räume innerhalb eines 3D-gedruckten Modells. Infills erzeugen eine sich wiederholende Struktur wie bei Waben, deren Muster und Dichte die Festigkeit und das Gewicht des Modells beeinflussen. Ohne diese Aussteifung wären viele Modelle zu zerbrechlich. Da Infills in vielen Größen und Mustern anwendbar sind, müssen Entwickler die richtige Kombination für den Zweck ihres Modells bestimmen – je höher die Dichte, desto schwerer und stärker der Druck.

### Die richtige Unterstützung für Ihr 3D-Modell

In ähnlicher Weise benötigen einige 3D-Modelle eine Abstützung in leeren Räumen, die nach Abschluss des Druckvorgangs wieder entfernt werden muss. Als Trägermaterial werden üblicherweise zwei Arten von Kunststoffen verwendet: Polyvinylalkohol (PVA) und hochschlagfestes Polystyrol (HIPS). PVA ist wasserlöslich und relativ leicht wieder zu entfernen, obwohl er aufgrund seiner Temperatur- und Feuchtigkeitsempfindlichkeit chemisch instabil werden

kann, wenn er nicht richtig gelagert und gehandhabt wird, was dazu führen kann, dass sich der Extruder verklemmt. Bei HIPS besteht dieses Problem nicht, aber es ist nicht so leicht wieder zu entfernen und erfordert die Verwendung von Limonen, das in Haushaltsreinigern und Aromaprodukten für Lebensmittel enthalten ist.

Entwickler müssen auch die Stützstruktur und die Überhänge des Modells berücksichtigen. Viele Modelle benötigen eine Stützstruktur, auf der das Modell Schicht für Schicht extrudiert werden kann. Diese Stützstrukturen können das Aussehen und die Oberfläche des fertigen Modells beeinflussen, häufig wird eine Oberflächenbearbeitung nötig, um Unebenheiten und Fehler auszubessern. Ob ein Modell eine Stütze benötigt oder nicht, ist eine wichtige Entscheidung, da sich diese auf die Stabilität und die Materialkosten des Modells auswirkt. Wenn das Modell einen Überhang (oder eine Brücke) aufweist, unter dem sich keine Abstützung befindet, ist möglicherweise eine Stützstruktur erforderlich. Wenn der Überhang jedoch in einem Winkel von 45 Grad oder weniger geneigt ist, kann eventuell auf eine Stützstruktur verzichtet werden. Für eine Brücke gilt als Faustregel, dass bei einer Länge von weniger als 5 mm wahrscheinlich keine Stützstruktur erforderlich ist.

### Worauf es bei der Auswahl des Slicers ankommt

Um das Modell für den Druck vorzubereiten, muss der richtige Slicer ausgewählt werden: die Software, welche die Befehle für den Drucker generiert. Der Slicer übersetzt die CAD-Zeichnung in einen geometrisch druckbaren Code. Dazu schneidet er praktisch das 3D-Modell in einzelne dünne Schichten, die der Drucker extrudiert, womit das Modell Gestalt annimmt. Hunderte Slicing-Softwareprogramme sind verfügbar, viele davon kostenlos, und Entwickler sollten bei der Auswahl des Programms folgende Aspekte berücksichtigen: unterstütztes Betriebssystem, unterstützte Dateiformate (z. B. STL, OBJ, X3D oder 3MF), Integration in CAD-Software, Cloud- oder Desktop-basierend, 3D-Druckerkompatibilität, Open Source vs. proprietäres System, Infill-Optionen und Verarbeitung von Stützstrukturen.

Welcher 3D-Drucker passt also zu Ihnen? Identifizieren Sie die Faktoren Kosten, Qualität, Funktionalität und Materialanforderungen, um die Suche einzugrenzen und die richtige Auswahl zu treffen. // MK

Farnell

# ELEKTRONIK PRAXIS

www.elektronikpraxis.de

Wissen.  
Impulse.  
Kontakte.

## Spezial LED & Displaytechnik

### Die Trends der LED im Fahrzeug

Kleinere Frontscheinwerfer, bessere Ausleuchtung und mit anderen Fahrzeugen kommunizieren. **Seite 74**

### Neue Effizienz- klassen für die LED

Die Regeln für die Energieeffizienz sind schärfer: Die überarbeitete Ökodesign-Richtlinie. **Seite 78**

### Stromsparendes TFT-Display

Mit der Memory-in-Pixel-Technik lassen sich Inhalte des Displays energiesparender darstellen. **Seite 84**

### Die künftige Display-Technik

TFT-Display, Holographisches Display oder Mikro-Pixel-LED? Ein Ausblick in die Zukunft. **Seite 86**

**Automobil-Beleuchtung:**  
Dank platzsparender und gleichzeitig sehr hellen LEDs wie der Oslon Boost sind schmale Scheinwerferdesigns möglich.



Bild: Osram Opto Semiconductors

# Trends in der Beleuchtung – Die Evolution der LED im Fahrzeug

*Die LED-Technik für die Fahrzeugbeleuchtung hat sich in den letzten Jahren weiter entwickelt. Frontscheinwerfer im Fahrzeug sind nicht nur kleiner geworden, sondern auch ihre Helligkeit hat zugenommen.*

FLORIAN FINK \*

**L**icht an einem Fahrzeug ist ein wesentlicher Sicherheitsbaustein – sowohl für besseres Sehen aber auch um von anderen gesehen zu werden. Mit der Weiterentwicklung der Fahrzeuge durchlief auch das Fahrzeuglicht unterschiedliche Stufen der

Veränderung. Je schneller die Autos wurden, desto wichtiger war es bei Dunkelheit möglichst weit zu sehen. In aktuellen Fahrzeuggenerationen spielen neben der Helligkeit auch Faktoren wie Energieeffizienz oder Designfreiheit eine entscheidende Rolle. LEDs bieten dabei gegenüber heute noch häufig genutzten Halogen-Leuchten eine Reihe von Vorteilen.

Neben den rein funktionalen Aspekten verschiebt LED-Technologie die Grenze des Machbaren in vielerlei Hinsicht immer weiter

nach hinten. So rücken beispielsweise Themen wie die Kommunikation mithilfe von Licht über Scheinwerfer und Rückleuchten immer stärker in den Fokus der Hersteller.

## Gestiegene Helligkeit und eine bessere Energieeffizienz

In vielen der heutigen Fahrzeugmodelle kommen konventionelle Lichttechnologien wie Halogen oder Xenon zum Einsatz. Die ständigen technologischen Verbesserungen von LED-Technologie sorgen allerdings da-



\* Florian Fink  
..... ist Marketing Manager für Automotive Exterior bei Osram Opto Semiconductors in Regensburg.

für, dass sich dieses Kräfteverhältnis immer deutlicher in Richtung der LEDs verschiebt – und in den kommenden Jahren weiter verstärken wird. Die Gründe dafür sind vielfältig. Bei LEDs lässt sich die gewünschte Lichtwellenlänge einfach generieren. Sie benötigen wenig Energie und Bauraum und haben darüber hinaus eine wesentlich höhere Lebensdauer als bisher eingesetzte Lichttechnologien. Mit der Osram Black Flat und Osram Compact LED-Serie hat Osram Opto Semiconductors zwei Produktfamilien aufgelegt, deren Design auf ein möglichst gutes Verhältnis von Energieeffizienz und Helligkeit getrimmt ist.

Die zweite Generation der Osram Compact PL verfügt über mehrere Varianten – mit einem und bis zu vier LED-Chips. Ein spezielles elektrisch isoliertes Pad sorgt für eine deutlich vereinfachte Wärmeableitung aus den Keramik-Bauteilen. In der Folge kann die LEDs höher bestromt werden, was bei der 1-Chip-Variante zu einem höheren Helligkeitswert von 395 lm bei einem Strom von 1 A führt. Die Abmessungen von 1,9 mm x 1,5 mm x 0,73 mm ermöglichen zudem platzsparende Systemdesigns, die beispielsweise für ADB-Systeme (Adaptive Driving Beam) wichtig sind.

Dank der erneut deutlich verbesserten Effizienzwerte innerhalb der Familie Osram Black Flat S mit einer Lichtleistung von 130 lm/W bei 1 A bietet sich ein Austausch etwaiger bisher genutzter Halogenlösungen umso mehr an. Damit tragen die Verbesserungen außerdem dazu bei, dass der benötigte Kühlkörper wesentlich kleiner ausfallen kann – mit entsprechend positiven Auswirkungen auf die Gesamtkosten des Systems – und perspektivisch sogar LED-Anwendungen, die ganz ohne eigenen Kühlkörper realisierbar sind.

### Mehr Freiheiten bei dem Design von Leuchten

Eines der zentralen Argumente für LED-basierte Scheinwerfer sind die kompakten Abmessungen der Dioden. Die sehr guten Lichtleistungen bei äußerst geringem Platzbedarf bietet deutlich mehr Gestaltungsfreiheit als konventionelle Systemansätze. So ist auch der jüngste Trend mit LED-Technik besonders gut zu realisieren.

Die Scheinwerfergeneration bei den aktuellen Fahrzeuggenerationen hat sich innerhalb der vergangenen Jahre immer weiter gewandelt. Vor allem im Premiumsegment ist beispielsweise eine deutliche Tendenz hin zu immer schmäleren Designs zu erkennen. Das erfordert nicht nur besonders kompakte LEDs, sondern eine entsprechend hohe

Bild: Osram Opto Semiconductors



**Bild 1:** Die 1-Chip-Variante der Osram Compact PL liefert einen Helligkeitswert von 395 lm bei einem Strom von 1 A.

Lichtleistung der LED. Osram hat darum die Familie Osram Boost Familie entwickelt. Sie bietet Abmessungen von 1,9 mm x 1,5 mm x 0,73 mm und basiert auf Keramik. Somit ist das SMD-Bauteil nicht nur sehr klein, sondern überzeugt mit einer Leuchtdichte von 255 cd/mm<sup>2</sup>.

### Adaptive Frontbeleuchtung für eine höhere Auflösung

Bereits vor einigen Jahren wurden erste LED-basierte Lösungen zur adaptiven Frontbeleuchtung mit mechanischer Abblendung umgesetzt. Mit ihr lassen sich einzeln schaltbare Bereiche des Fernlichts abdunkeln oder abschalten. So wird beispielsweise vermieden, dass entgegenkommende Fahrer geblendet werden. Die Verknüpfung von Hochleistungs-LEDs mit intelligenten Funktionen wird künftig einen zusätzlichen Beitrag zu deutlich mehr Verkehrssicherheit leisten.

Einen großen Schritt nach vorne stellen hierbei Entwicklungen mit einzeln ansteuerbaren LED-Pixeln dar. Hier können nicht nur einzelne, grobe Segmente des Sichtfelds, sondern deutlich kleinere und feiner umrissene Bereiche, wie die Frontscheibe eines entgegenkommenden Fahrzeugs gezielt ausgeblendet und gleichzeitig Details, wie nahe Fahrradfahrer, beleuchtet werden. In einer solchen 2D-Matrix geht es um Elemente mit weniger als 0,5° – im Vergleich zu der Ausblendung mit LED-Segmenten, die typischerweise ungefähr 1 bis 2° breit sind. Das ist ein deutlicher Sprung.

Als bisher bester energieoptimierter Ansatz für adaptive Frontbeleuchtungssysteme sind aktive LED-Pixel-Arrays hervorzuheben. In aktuellen Lösungen werden mehrere diskrete LEDs, wie Osram's Osram Compact CM verwendet. Jede LED fungiert dabei als einzelner „Pixel“. Eine spezielle Primäroptik streckt die obere und untere Pixelreihe vertikal auf mehrere Grad. Die horizontale Auflösung kann dadurch bei ~1,2° belassen

## UV-LED Testing

Watch the video:



### Höchste Qualität für UV-LEDs und Module!

- ▲ Komplett Systeme zur Messung der Strahlungsleistung von UV-A, UV-B und UV-C
- ▲ PTFE-UIbrichtkugeln mit  $\phi$  von 50 bis 250 mm
- ▲ High-End Spektralradiometer für hochempfindliche Messungen bis hinunter auf 200 nm
- ▲ Auslieferung aller Systeme mit auf die PTB rückführbarer Kalibrierung

**DIE Lösung für's Labor und den 24/7-Produktionstest!**

**10% OFF**  
Test Systems UV



**We bring quality to light.**

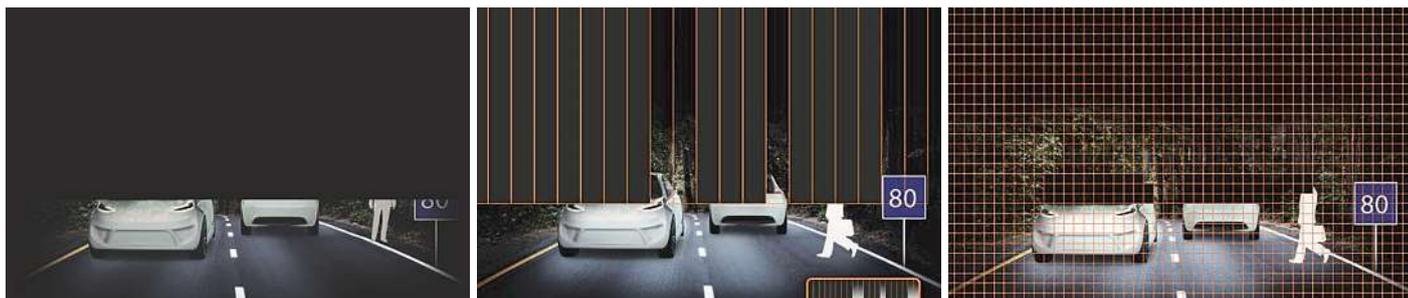


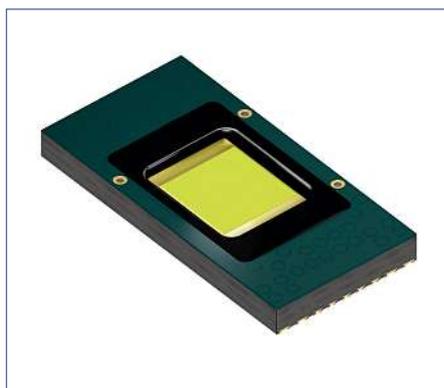
Bild: Osram Opto Semiconductors

**Bild 2:** Vom Groben ins Feine – mithilfe pixelierter LEDs (Bild rechts) lassen sich unterschiedliche Bereiche des Sichtfeldes sehr präzise beleuchten, ausblenden oder dimmen.

werden. Dies senkt nicht nur die Anzahl benötigter LEDs, sondern ermöglicht darüber hinaus die Nutzung herkömmlicher Integrationsmethoden für Elektronik.

Ist eine deutlich höhere Anzahl aktiver Pixel das Ziel, ist die Integration der Treiber-elektronik und der aktiven LED bereits auf Halbleiter-Ebene nötig. So geschehen in der weltweit ersten Hybrid-LED mit der Bezeichnung *Eviyos* von Osram. Das Akronym *Eviyos* steht für Efficient, Versatile, Intelligent,  $\mu$ -Structured LED-Chip. Ein LED-Pixel-Array-Chip ist direkt mit einem aktiven Silizium-IC verbunden und steuert die einzelnen Lichtpixel an. Damit ist es möglich, eine Einheit zu nutzen, die eine gemeinsame Spannungsversorgung mit einer digitalen, seriellen Schnittstelle kombiniert. Bisher musste jeder LED-Pixel über zwei Kontakte an eine externe Stromquelle angeschlossen werden. Bei der ersten Produktgeneration der *Eviyos* finden 1024 Pixel auf rund 4 mm x 4 mm Platz.

*Eviyos* ermöglicht eine besonders feine LED-Pixelauflösung bei voller Ausleuchtung, ohne dass der Energieverbrauch erhöht wird. Bei den im Normalfall häufigeren Verteilungen ohne Fernlicht wird weitere Energie durch echtes Abschalten der LED-Pixel eingespart. Bei bisherigen adaptiven Ansätzen



**Bild 3:** Die erste Generation der Hybrid-LED *Eviyos* von Osram.

wird die Gesamtlösung immer bei voller Helligkeit betrieben und nicht benötigtes Licht manuell ausgeblendet und somit verschwendet.

### Höhere Auflösung bei der Automobil-Beleuchtung

Etwa zwei Jahre nach der Ankündigung der ersten Hybrid-LED läutet Osram mit der zweiten Generation der *Eviyos* ein neues Kapitel für Multi-Pixel-Lösungen für Autoscheinwerfer ein: mehr als 25.000 einzeln ansteuerba-

re Pixel befinden sich auf einer Grundfläche von 40 mm<sup>2</sup>. Die Lichtpunkte rücken dabei bis auf einen Pixelabstand von nur 40  $\mu$ m zusammen und ermöglichen so besonders platzsparende Systemdesigns. Die zweite Generation der *Eviyos* befindet sich aktuell noch in der Entwicklung und soll im Jahr 2023 auf den Markt kommen.

Mit Produkten wie der *Eviyos* sind künftig Anwendungen jenseits der klassischen Beleuchtung im Auto möglich: Es lassen sich hochauflösende Projektionen auf die Straße bringen. Diese Form der Visualisierung mithilfe von Licht ist unter dem Begriff Car-To-X Kommunikation zusammengefasst. Neben der Projektion von Informationen in das Sichtfeld des Fahrers, werden Fahrzeuge künftig immer häufiger auch mit anderen Verkehrsteilnehmern kommunizieren. So können Heckleuchten aus mehreren LED-Pixeln bestehen, die im Normalbetrieb als klassische Rückbeleuchtung fungieren. Wenn es die Situation erfordert, dann schalten sie nur die Pixel ein, die das Wort „Achtung!“ auf die Straße projizieren, um den nachfolgenden Fahrer beispielsweise vor zu nahem Auffahren zu warnen.

*Ein Ausblick:* Die jüngsten Entwicklungsfortschritte zeigen bereits heute, wie sich die

Bild: Osram Opto Semiconductors



DISPLAY-TECHNIK | EMBEDDED-SYSTEME | HARD- & SOFTWARE-ENTWICKLUNG

ADKOM™ Elektronik GmbH | Postfach 1133 | Oberhäuser Str. 12 | D-73098 Rechberghausen  
Tel. +49 (0)7161 9589-0 | Fax +49 (0)7161 9589-99 | info@adkom.de | ADKOM.DE



**Bild 4:** Hochauflösende Visualisierung von Informationen mithilfe des Scheinwerfers – die 25.600 Pixel der zweiten Generation von Eviyos ermöglichen das in Zukunft.



**Bild 5:** Eine Warnung via Kommunikation mit Licht.

Automobilbeleuchtung in den kommenden Jahren verändern wird. Der Wandel von Halogen- zu LED-basierten Scheinwerfern wird sich weiter beschleunigen, und in weitere Fahrzeugklassen vordringen. Ebenso werden Scheinwerfer und Rückleuchten nicht nur einzelne Bereiche in ungeahnter Präzision beleuchten oder ausblenden, sondern auch neue Anwendungsfelder jenseits der klassischen Beleuchtung erschließen. Die mit der Eviyos eingeläutete neue Generation von Hybrid-LEDs ermöglicht zusätzliche Vorteile, wie geringere Systemkosten und Modulgrößen, geringere thermische Verluste, eine

noch höhere Zuverlässigkeit und eine bessere Farbgenauigkeit. Gleichzeitig sind mit der Integration von Elektronik in die einzelnen LED-Komponenten zusätzliche Funktionen möglich. Hersteller wie Osram zeigen damit, wo die technologische Reise für die Fahrzeugbeleuchtung in den kommenden Jahren hingehen kann: Multifunktionale, intelligent ansteuerbare Scheinwerfer. Sie sind nicht nur in der Lage, die Straße auszuleuchten, sondern können mit ihrer Umgebung kommunizieren. // HEH

Osram Opto Semiconductors

## Kompetenz in allen Display-Technologien!

### TFT 1" .... 110"

- IPS-TFT
- High Brightness TFT ...bis 5.000 cd / m<sup>2</sup> bei 100 khours Life Time
- Spezielle Formate (Geschnittene TFT)

### OLED

- Monochrome
- Full Color
- Transparent
- Flexibel
- InCellTouch

### Kapazitive Touch Panels

- Coverglas Design
- Oberflächenbehandlung
- Kunststoff-Covers

### E-Paper

- 1" .... 8"
- Vollgrafisch
- Segmentiert

### Monochrome LCD

- Kundenspezifisch
- Viele Standardgrößen

### Wir bieten:

- Technologieberatung
- Technische Unterstützung / FAE Support
- Langzeitverfügbarkeit
- Entwicklungskits
- Kundenspezifische Integration



ELEKTRONIK SERVICE GMBH

[www.mev-elektronik.com](http://www.mev-elektronik.com)

Nordel 5A · 49176 Hilter · Tel.05424-2340-0  
info@mev-elektronik.com

# Leuchtmittel und die neuen Effizienzklassen A bis G

*Lampen und Lichtquellen sind innerhalb der Europäischen Union verschärften Regelungen zur Energieeffizienz unterworfen. Die Anforderungen der überarbeiteten Ökodesign-Richtlinie sind gestiegen.*

FABIAN FLIGGE \*

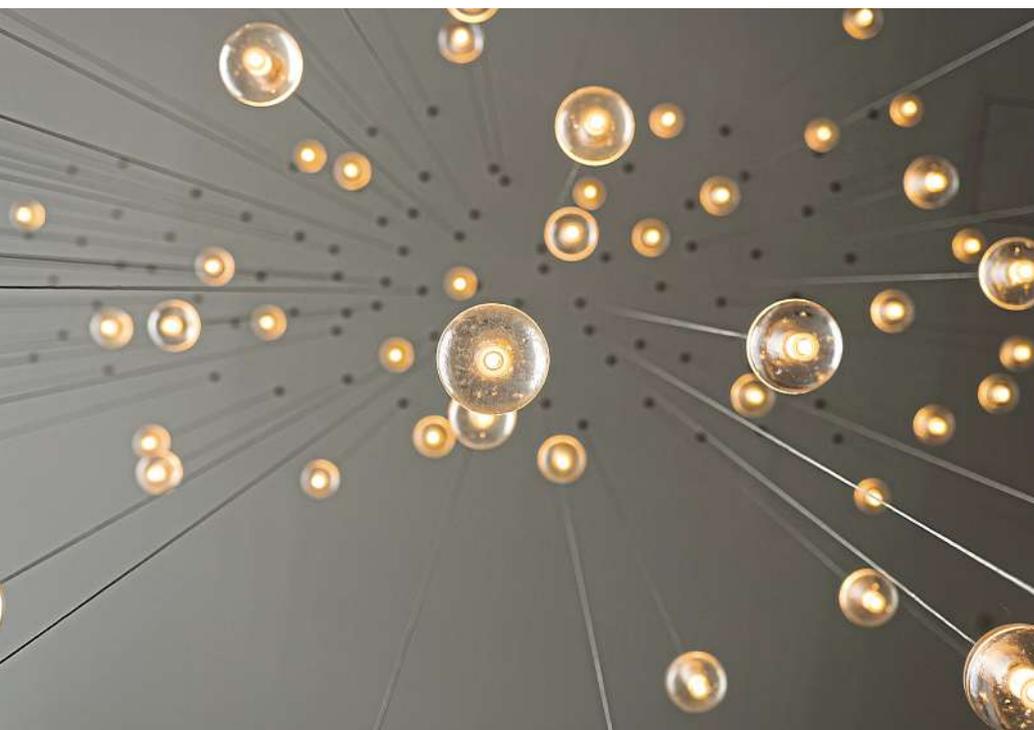


Bild: Sky Studios

diese Verordnungen nun konsolidiert und in der neuen Ökodesign-Richtlinie (EU) 2019/2020 zusammengeführt.

Diese berücksichtigt erstmals alle relevanten Beleuchtungstechnologien und stellt neue Mindestanforderungen an die Energieeffizienz. Artikel 2 der Verordnung definiert Lichtquellen als elektrisch betriebene Produkte, die dafür bestimmt sind, Licht mit bestimmten optischen Eigenschaften zu emittieren. Keine Lichtquellen im Sinne der Verordnung sind einzelne LED-Chips und LED-Dies. Vorgegeben sind beispielsweise Grenzwerte für Farbwertanteil, Lichtstrom und Farbwiedergabeindex. Die delegierte Verordnung (EU) 2019/2015, die sowohl die Berechnungsgrundlage als auch die Einstufung der Energieeffizienz neu regelt, gilt ebenfalls unabhängig von der Technik für alle Lichtquellen. Das umfasst anorganische (LED) und organische Leuchtdioden (OLED), Leuchtstoffröhren sowie Halogenlichtquellen. Ab dem 1. September 2021 löst die Neuregelung die bisher gültige (EU) 874/2012 ab. Das neue Energielabel ist dann nur noch für Lichtquellen vorgeschrieben. Bereits am 25. Dezember 2019 endete die Kennzeichnungspflicht für umgebende Produkte wie beispielsweise Leuchten.

Die Verordnung (EU) 2019/2015 gilt nicht für Lichtquellen, die im Anhang IV als Ausnahmen aufgeführt sind. Dazu zählen Lichtquellen in radiologischen und nuklearmedizinischen Anlagen, im Notbetrieb, in Fahrzeugen, in elektronischen Displays oder in batteriebetriebenen Produkten, wie Taschenlampen.

## Höchste Energieeffizienzklasse A anfangs kaum erreicht

Für Leuchtmittel gelten zum jetzigen Zeitpunkt die Energieeffizienzklassen A++ bis E. Aufgrund stetiger technologischer Weiterentwicklungen und verbesserter Energieeffizienz erhalten jedoch immer mehr Leuchtmittel die Einstufung A++. Eine

**Energieeffizienz:** Lampen und Lichtquellen sind verschärften Regelungen unterworfen. Für Entwickler und Hersteller sind insbesondere die gestiegenen Anforderungen der überarbeiteten Ökodesign-Richtlinie und das neue Energielabel relevant.

**B**isher gelten innerhalb der Europäischen Union zahlreiche Regelungen und Verordnungen für Leuchtmittel. Diese betreffen sowohl das Energielabel als auch die Ökodesign-Anforderungen. Das bestehende Regelwerk wurde nun grundlegend überarbeitet und neu strukturiert. Die Neufassung (EU) 2019/2020 der Ökodesign-Richtlinie und die delegierte Verordnung (EU) 2019/2015 zur Kennzeichnung des Energie-

verbrauchs von Lichtquellen treten ab dem 1. September 2021 in Kraft.

## Verordnungen in Ökodesign-Richtlinie zusammengeführt

Die Verordnung 244/2009/EG aus dem Jahr 2010 besiegelte aufgrund der gestiegenen Anforderungen an die Energieeffizienz das Ende der klassischen Glühlampe im Haushalt. Außerdem befasst sich die Verordnung mit den Anforderungen an Nicht-Haushaltslampen mit ungebündeltem Licht, wie beispielsweise der Bürobeleuchtung; sie geht allerdings kaum auf die LED-Technik ein. Die umweltgerechte Gestaltung von LED-Lampen regelt erst die Verordnung (EU) 1194/2012 im Detail. Die Europäische Kommission hat



\* Fabian Fligge  
... ist Produktspezialist für Leuchtmittel TÜV SÜD Product Service GmbH in Garching bei München.

weitere Differenzierung nach oben ist innerhalb des bestehenden Klassifizierungssystems nicht möglich. Daher sieht die (EU) 2019/2015 eine Rückstufung auf die Energieeffizienzklassen A bis G vor.

Die 2012 eingeführten Plusklassen A+ und A++ entfallen und die Anforderungen werden deutlich erhöht. Voraussichtlich erhält daher bei Inkrafttreten der Verordnung im September 2021 kaum eine Lichtquelle die Energieeffizienzklasse A und nur wenige die Klasse B. Einige der heute verfügbaren Lichtquellen werden die Anforderungen für die unterste Effizienzklasse G nicht erreichen. Dies soll Anreize für die Hersteller schaffen, die Energieeffizienz ihrer Produkte weiter zu steigern.

### Wichtige Kenngröße nach der Neuregelung ist Lumen je Watt

Die Neuregelung vereinfacht die Berechnungsmethode für die Einteilung in die sieben Energieeffizienzklassen. Maßgebliche Kenngröße ist die Lichtausbeute in Lumen pro Watt (lm/W). Diese ergibt sich aus dem Nutzlichtstrom geteilt durch die Leistungs-

LICHTQUELLENTYP	FAKTOR $F_{TM}$
Ungebündeltes Licht (NDLS), direkt an die Netzspannung angeschlossen (MLS)	1,000
Ungebündeltes Licht (NDLS), nicht direkt an die Netzspannung angeschlossen (NMLS)	0,926
Gebündeltes Licht (DLS), direkt an die Netzspannung angeschlossen (MLS)	1,176
Gebündeltes Licht (DLS), nicht direkt an die Netzspannung angeschlossen (NMLS)	1,089

**Tabelle 1:** Überblick über den Lichtquellentyp und den abhängigen Faktor  $F_{TM}$ .

aufnahme der Lichtquelle im eingeschalteten Zustand multipliziert mit einem von Typ der Lichtquelle abhängigen Faktor  $F_{TM}$  (Tabelle 1). Die Energieeffizienzklassen sind in Schritten von 25 lm/W abgestuft. Um in die niedrigste Energieeffizienzklasse eingestuft zu werden, muss die Lichtquelle mindestens einen Wert von 85 lm/W erreichen. Für die höchste Effizienzklasse ist ein Wert von 210 lm/W oder höher erforderlich (Tabelle 2).

Das Energielabel muss laut Verordnung (EU) 2019/2015 in einer bestimmten Mindest-

größe und auf der dem Kunden zugewandten Seite der Verpackung angebracht werden. Das Bild 1 zeigt das Design des Labels und welche Informationen es enthalten muss. Sollte es nicht möglich sein, das Energielabel auf der Vorderseite anzubringen, kann ersatzweise ein Pfeil mit der Energieeffizienzklasse verwendet werden (Bild 2). Das Erscheinungsbild, wie Farben und Schriftarten, legt Anhang III der Verordnung verbindlich fest. Zusätzlich enthält Anhang II, Abschnitt 3 der Ökodesign-Richtlinie welche



## DATA MODUL

### PROFESSIONELLE DISPLAY & EMBEDDED LÖSUNGEN

Als führender Experte für Displaytechnik kann DATA MODUL auf ein umfangreiches Portfolio namhafter Display-Hersteller für industrielle Applikationen zurückgreifen.

DATA MODUL bietet die komplette Bandbreite an Embedded Lösungen basierend auf x86/ARM-Architekturen und LCD Controllern zur Ansteuerung von Display- und Toucheinheiten.

Mehr Informationen  
in unserem Produktkatalog:  
[www.data-modul.com](http://www.data-modul.com)



Energieeffizienzklasse	Gesamt-Netzspannungslichtausbeute $\eta_{TM}$ (lm/W)
A	$210 \leq \eta_{TM}$
B	$185 \leq \eta_{TM} < 210$
C	$160 \leq \eta_{TM} < 185$
D	$135 \leq \eta_{TM} < 160$
E	$110 \leq \eta_{TM} < 135$
F	$85 \leq \eta_{TM} < 110$
G	$\eta_{TM} < 85$

**Tabelle 2:** Die neuen Energieeffizienzklassen A bis G im Verhältnis zur Gesamt-Netzspannungslichtausbeute in Lumen/Watt.

Informationen auf der Verpackung sichtbar anzugeben sind. Dazu zählen beispielsweise der Nutzlichtstrom, die Lebensdauer, die maximale Leistungsaufnahme, der Farbwiedergabeindex (CRI) und die Leistungsaufnahme im Bereitschaftsbetrieb, falls diese nicht gleich Null ist. Auf der Lichtquelle selbst sind in gut lesbarer Form Angaben zum Nutzlichtstrom, der korrelierten Farbtemperatur und bei gerichteten Lichtquellen

zum Halbwertswinkel aufzubringen, sofern dies die Lichtemission nicht unangemessen beeinträchtigt.

### EPREL-Datenbank für alle Produkte mit Energielabel

Die „EU Product Registration Database for Energy Labelling“ (EPREL) soll die Marktüberwachungsbehörden unterstützen, Handel und Verbraucher informieren sowie

der Europäischen Kommission einen transparenten Marktüberblick für zukünftige Regulierungen ermöglichen. Sie wurde am 1. Januar 2019 für alle in der Europäischen Union mit Energielabel vertriebenen Produkte eingeführt. Anhang V der Verordnung (EU) 2019/2015 listet auf, welche Angaben Lieferanten und Importeure in die Produktdatenbank eintragen müssen.

Neben dem Lichtquellentyp umfassen sie eine Vielzahl von Produktparametern: Die Energieklasse, der Energieverbrauch, der Nutzlichtstrom sowie ein Lebensdauer-Faktor für LED und OLED. Der Umfang des geforderten Datenmaterials ist somit deutlich gestiegen. Außerdem gilt die Regelung nun für alle Lichtquellen, während bisher nur Lampen in der Datenbank erfasst wurden. Gestiegen sind ebenfalls die Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung von Lichtquellen. So ist nicht nur die maximale Leistungsaufnahme beschränkt, sondern auch die Standby-Leistung darf maximal 0,5 W nicht überschreiten. Letzteres gilt sowohl für die Lichtquelle selbst als auch für separate



...since 1984

**LCD LED**

*Not only a project, it's a Partnership!*

**TOUCH LCD KEYPADS TFT OLED KEYPADS**





**COLOUR UP**



**YOUR LIFE**



**www.display-elektronik.de**

Display Elektronik GmbH · Am Rauner Graben 15 · D-63667 Nidda  
Tel. 0 60 43 - 9 88 88 - 0 · Fax 0 60 43 - 9 88 88 - 11

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

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

**Der Fitmacher für die digitale Transformation!**



Thomas Schulz (Hrsg.)  
**Industrie 4.0**  
Potenziale erkennen und umsetzen  
1. Auflage 2017, 378 Seiten  
ISBN 978-3-8343-3394-0  
59,80 €

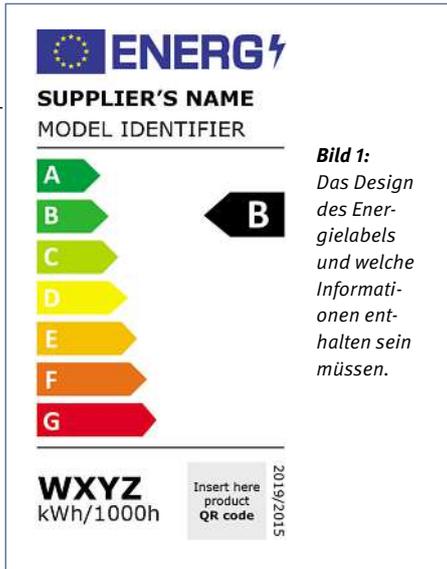
**Jetzt bestellen!**

Weitere Informationen und versandkostenfreie Bestellung unter  
[www.vogel-fachbuch.de](http://www.vogel-fachbuch.de)

Eine Empfehlung von **elektro technik** – AUTOMATISIERUNG

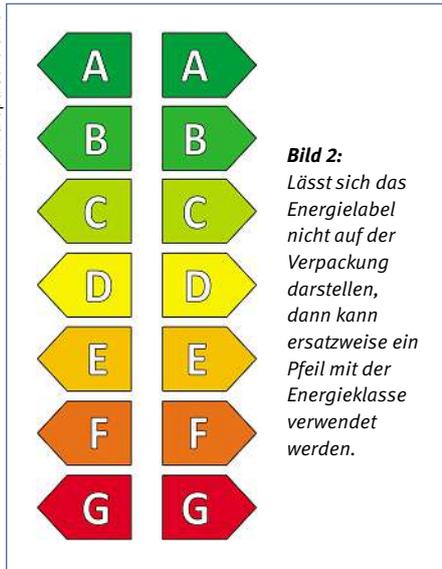
einer Marke der  **VOGEL COMMUNICATIONS GROUP**

Bild: Europäische Union



**Bild 1:** Das Design des Energielabels und welche Informationen enthalten sein müssen.

Bild: Europäische Union



**Bild 2:** Lässt sich das Energielabel nicht auf der Verpackung darstellen, dann kann ersatzweise ein Pfeil mit der Energieklasse verwendet werden.

Betriebsgeräte. Neu sind Vorgaben zur Farbwiedergabe und dem Flimmern von LEDs und OLEDs. Eine detaillierte Aufstellung alle Energieeffizienzanforderungen enthält der Anhang II, Abschnitt 1 der Verordnung (EU) 2019/2020.

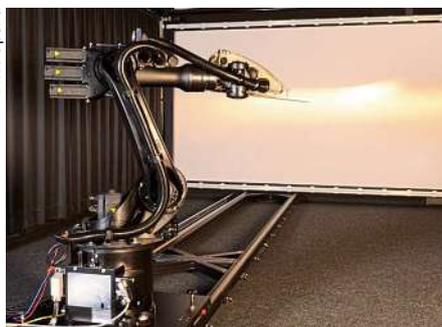
Hersteller wird besonders die Neuregelung der Dauerprüfung interessieren. Sie legt fest, dass zehn Exemplare eines Modells in 1200 vollständigen Zyklen getestet werden. Jeder Schaltzyklus besteht aus 150 Minuten Vollastbetrieb, gefolgt von einer 30-minütigen Pause. Nach der Gesamtprüfzeit von 3600 Stunden wird der Lichtstrom aller nicht ausgefallenen Exemplare gemessen und der Lichtstromerhaltungsfaktor berechnet.

Dazu wird der am Ende der Prüfung gemessene Lichtstrom durch den anfänglich ermittelten dividiert und ein Mittelwert über alle noch funktionstüchtigen Leuchtmittel gebildet. Der so errechnete Lichtstromerhalt  $X_{LMF}$  darf einen definierten Schwellenwert nicht unterschreiten. Dieser hängt davon ab, welche Lebensdauer der Hersteller für das Produkt angegeben hat. Die bisher gültigen Regelungen sehen eine Dauerprüfung über 6000 Betriebsstunden vor, nach der die Lichtquellen mindestens noch 80% des Anfangslichtstroms emittieren müssen. Durch die Neuregelung wird der Prüfzeitraum also deutlich verkürzt. Nach dem Dauertest müssen allerdings zukünftig neun der zehn Lichtquellen betriebsbereit sein. Bisher reichen acht funktionsbereite Exemplare.

### Das Robo-Goniometer testet vollautomatisch

Dauertests sind in der Regel aufwändig, insbesondere wenn die Leuchtmittel manuell aus der Brennstelle entfernt, zur Prüfstel-

Bild: Opsira



**Bild 3:** Mit dem Robo-Goniometer von Opsira lassen sich Leuchtmittel vollautomatisch vermessen.

le verbraucht und anschließend wieder in die Brennstelle eingesetzt werden. Wesentlich effizienter arbeitet das von der Firma Opsira nach Spezifikation und Anforderungen von TÜV SÜD entwickelte, vollautomatische Robo-Goniometer (Bild 3).

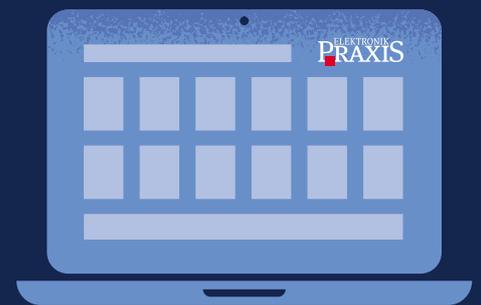
Dessen Messlanze verfügt über zwei hochsensible Sensoren – ein Photometer und ein Spektralradiometer. Damit erreicht der Roboter jede Prüfposition im Raum und vermisst vollautomatisch rund um die Uhr bis zu 8000 Brennstellen. Der Prüfroboter erfasst dabei Parameter wie Daten zur Lichtstärke, zum Leuchtspektrum und zur Gleichmäßigkeit der Ausleuchtung in der Fläche. Die Messwerte lassen sich jederzeit analysieren. Möglich sind auch komplexe Lichtmessungen: Tests von Operationsleuchten, Pflanzenbeleuchtungssystemen und Displays. Hersteller erhalten in kurzer Zeit viele präzise Daten und können ihre Produkte entsprechend anpassen. Zudem wird die neue Ökodesign-Richtlinie erfüllt. // HEH

TÜV SÜD Product Service

# Brightness EVERLIGHT



## Magazin Newsletter



Jetzt anmelden und kostenlos lesen!

[www.elektronikpraxis.de/newsletter](http://www.elektronikpraxis.de/newsletter)

ELEKTRONIK PRAXIS ist eine Marke der VOGEL COMMUNICATIONS GROUP



**Individuelles Design:** Schutzgläser lassen sich unterschiedlich bedrucken und werden mit dem TFT-Display verklebt (gebondet).

# Selbst ein Standard-Display lässt sich individuell gestalten

*Es ist kein Widerspruch: Individuell gestaltete Standard-Displays für die Industrie. Die Displayfertigung lässt freien Spielraum, um Standard-Displays ein individuelles Aussehen zu verleihen.*

ANDREAS HELLWIG \*

Viele mittelständische Betriebe mit kleinen- bis mittleren Fertigungstückzahlen möchten gern ihrem Produkt ein einzigartiges Aussehen verleihen und sich somit ein Alleinstellungsmerkmal zum Wettbewerb schaffen. Das lässt sich auch als „bezahlbares Designkriterium“ umschreiben. Welche aktuellen Möglichkeiten gibt es dafür, zeigt der folgende Text am Beispiel eines Standard-TFT-Displays. Die technische Ausstattung des entsprechenden TFTs spielt dabei keine Rolle, sondern das Erscheinungsbild im Gerät und soll für den Betrachter im Vordergrund stehen.

Aus kaufmännischer Sicht ist es für mittelständische Unternehmen sehr schwer ein TFT-Display auf die Bedürfnisse ihres Produktes hin kundenspezifisch anzupassen. Das ist großen Abnehmern vorbehalten, da mit sehr hohen Entwicklungs- und Änderungskosten gerechnet werden muss. Nur über sehr große Bedarfsmengen amortisieren sich die Initialisierungskosten. Es gibt dennoch Mittel und Wege, der elektronischen Anzeige ein unverwechselbares Aus-

sehen zu verleihen. Ein erstes und probates Mittel ist dafür das Schutz- oder Coverglas.

## Worauf es bei den Schutzgläsern ankommt

Aufgebracht zum Schutz des Touchscreen oder des Displays vor mechanischem Stress, sowie bei rauer Umgebung, sind Schutzgläser, auch Cover Lenses genannt, aus extrem schlagfestem Quarzglas (Borosilikat Glas) gefertigt und kommen zunächst transparent aus der Glasfertigung. Die Wahl der Glasstärke ist abhängig vom Einsatzgebiet des Produktes und den daraus ableitbaren Anforderungen an seine Widerstandsfähigkeit. Angeboten werden Schutzgläser in Dicken von rund 1,1 bis 8,0 mm. Ist das Endgerät prüfpflichtig und unterliegt der DIN-Norm, ergibt sich die Stärke des zu wählenden Glases aus den Forderungen den in der DIN-Norm vorgeschriebenen Tests zur mechanischen Festigkeit. Unterschieden wird dabei je nach Einsatzart des Produktes in Stoß-, Fall- und Schlagtests, sowie Prüfungen zum Abbau von Formteilspannungen.

Das Hauptaugenmerk der Prüfungen richtet sich im Wesentlichen gegen Verletzungsgefahren durch Glasrisse oder Sprünge beim Anwender. Schutzgläser übernehmen durch

das Entspiegeln ihrer Oberfläche und durch das Aufbringen von UV-Schutzschichten weitere wichtige Aufgaben. Der Rohling wird außerhalb der aktiven Display-Anzeigefläche von der Rückseite bedruckt. Eine schwarze Bedruckung verläuft bis zu den Außenkanten des Glases. Es lassen sich beispielsweise ein Firmenlogo oder andere Produktspezifika im schwarz gestalteten Randbereich des Schutzglases aufbringen (Bild 1). In der Praxis geschieht das durch den Druck des Icons in einem ersten Arbeitsschritt. Danach erfolgt der Schwarz-Druck flächendeckend.

Für die Wahl der Farbe ist es wichtig zu beachten, dass Quarzgläser keine hundertprozentige Transparenz bieten, sondern in Richtung Rauchglas gehen, also nach Grautendieren. Sehr intensive Farben können in der Realität blasser und leicht dunkler wirken. Im Einzelfall entscheidet die gewünschte Farbe über die Umsetzung der CI-Vorgaben. Generell gehen auch andere gedeckte Farben als Grundbedruckung, es muss nicht immer Schwarz sein. Für eine gute Wirtschaftlichkeit sollten dabei allerdings Farben aus dem „nicht metallischen Bereich“ den Vorzug erhalten. In Europa werden Farben oft im RAL-Farbsystem festgelegt. Nicht so in Asien: Hier gilt meist das Pantone-Farbsys-

\* Andreas Hellwig  
... arbeitet im Vertrieb bei ADKOM Elektronik in Rechberghausen.



Bild: ADKOM Elektronik

vergrößert. Die dabei gewonnene Fläche kann als Funktionsfläche für Schalteinheiten, Drucktaster, Zustandsanzeigen (LED) oder Encoder genutzt werden. Für die Interaktion mit dem Produkt sind Displays schon längst die Schnittstelle zwischen Mensch und Maschine (HMI). Warum also Funktionselemente nicht nach außen auf die Glasfläche bringen? Ganz im Sinne einer möglichst nutzerfreundlichen und intuitiven Bedienung.

### Das Bondingverfahren hängt vom Einsatz ab

Für eine optisch bessere Funktion bilden erfahrungsgemäß der Touch-Sensor und das Schutzglas eine Einheit. Das optimale Bondingverfahren hängt von der Anwendung ab: Es kommt auf die produktspezifischen Betriebsanforderungen und der Einsatzumgebung an. Soll sich das HMI mit Handschuhen bedienen lassen oder vor Feuchtigkeit geschützt sein? Es lassen sich auch beleuchtete Schaltknöpfe (Elastomere) in das Schutzglas integrieren. Sämtliche Schaltelemente kommen feuchtigkeitsdicht, plan und auf Wunsch mit eigener LED-Beleuchtung in ein Schutzglas. Des Weiteren sind im Durchmesser frei planbare Bohrungen im Schutzglas möglich und dienen beispielsweise als Durchlass für einen im Gerät verbauten Drehgeber (Encoder).

Für Anwendungen in der Industrie spielen TFTs auf viele Jahre eine wichtige Rolle. Bei aktuellen Projekten liegt der Fokus auf einer höheren Auflösung und Kontrastwerten sowie einer guten Ablesbarkeit. Außerdem gewinnt eine optimale und interaktive Be-

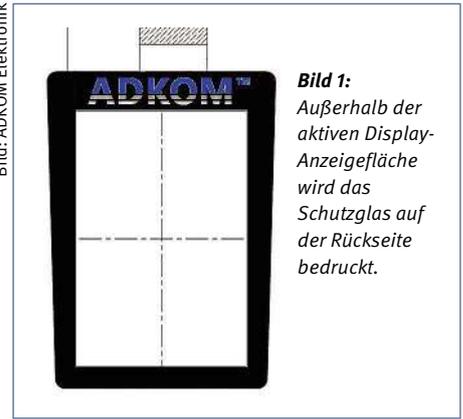


Bild: ADKOM Elektronik

**Bild 1:** Außerhalb der aktiven Display-Anzeigefläche wird das Schutzglas auf der Rückseite bedruckt.

tem. Ein definierter Pantone-Farbwert hat sich in vielen Jahren der Zusammenarbeit mit chinesischen Herstellern als die am wenigsten missverständliche Information für die Produktion erwiesen. In heutiger Zeit werden die Cover Gläser im Laser-Schneidverfahren gefertigt und nicht mehr wie einst gebrochen.

Gelasserte Gläser erlauben beliebige Formen: Weg von den rein quadratischen Abdeckungen, hin zu frei definierbaren Formen. Eine gute Empfehlung ist es, die Größe des Coverglases nicht eng an die TFT-Dimensionen anzugleichen. Im Falle einer Abkündigung lässt sich das neue TFT leichter an das bestehende Coverglas anpassen. Zudem ist es ratsam, den Gehäuseausschnitt des TFTs größer zu wählen, um in Zukunft besser auf Änderungen vorbereitet zu sein. In vielen Entwicklungen wurde das Deckglas weit über die reine Displayabmessung hinaus

dienerführung eine höhere Bedeutung. Für die in der Industrie geforderten langen Produktlebenszyklen kommt es entscheidend auf die Auswahl des richtigen TFTs an. In der Phalanx der produzierten TFT-Displays haben sich einige Größen durch hohe Akzeptanz am Weltmarkt als Standard im Standard herausgebildet.

Für die am häufigsten verwendeten Interfaces für TFTs stehen RGB, LVDS und MIPI zur Auswahl. Bei größeren TFTs oder um HD-Bilder darzustellen, wird der DisplayPort (DP) als nicht Lizenz-abhängige Schnittstelle gegenüber HDMI wichtiger. Selbst einfache Segmentanzeigen lassen sich preiswert in eine angepasste Anwendung umsetzen. Das kann beispielsweise die Darstellung der Display-Inhalte in Negativdarstellung mit weißer Schrift bei schwarzem Hintergrund sein. // HEH

ADKOM Elektronik

## HELL & HOMOGEN. TAG & NACHT. STANDARD & INDIVIDUELL. FARBE & LICHT.

Farblicht für Tages- und Nachtanwendungen. LED-Ringbeleuchtung als kostengünstiges Standardprodukt oder individuelle Lösung. [www.mentor-licht.de](http://www.mentor-licht.de)



100 YEARS  
1920-2020

 MENTOR®

# Ein stromsparendes TFT-Display behält seine Informationen

*Ein TFT-Display erneuert seinen Inhalt 60 Mal in der Sekunde. Mit der Memory-In-Pixel-Technik wird der Inhalt aufrecht erhalten, ohne dass das Display periodisch aufgefrischt werden muss.*

RUDOLF SOSNOWSKY \*

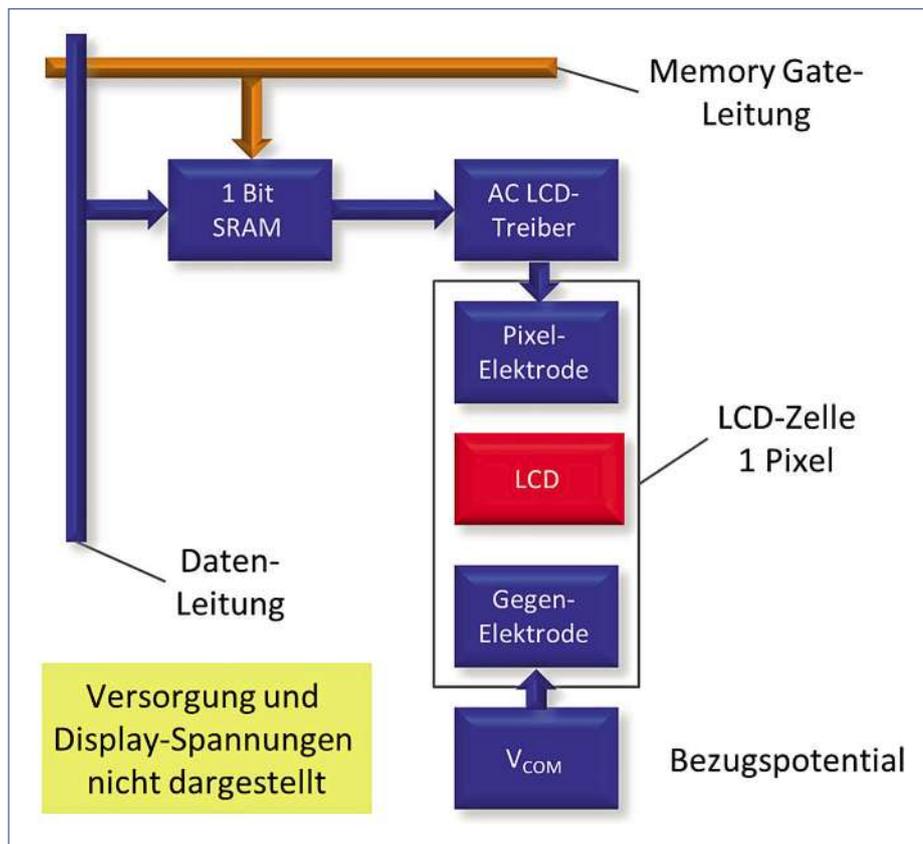


Bild: HY-LINE Computer Components

wird. Diese Schaltung wird auch Sample-and-Hold-Schaltung genannt. Leider ist dessen Kapazität klein und die Ladung fließt durch Leckströme schnell ab. Daher muss bei jedem Scannen des Displays neue Energie nachgeliefert werden. Eine logische Weiterentwicklung der Idee besteht darin, die Kombination von Transistor und Speicherkondensator durch einen Halbleiterspeicher zu ersetzen, der die Information hält, bis sie überschrieben wird, oder die Versorgungsspannung entfernt wird (Bild oben). Das zeichnet die MIP- (Memory-In-Pixel-)Technik aus.

## Wie das Display Graustufen und Farbe darstellt

Anders als bei TFT, bei dem der analoge Spannungswert für ein Pixel in einem Kondensator gespeichert wird, kann die Speicherzelle für das Pixel nur zwei Zustände annehmen. Die Darstellung von mehreren Grau- oder Farbstufen ist daher nicht möglich. Bei einem Monochrom-Display können Graustufen nur durch Dithering dargestellt werden; abwechselnd weiße und schwarze Pixel erwecken den Eindruck einer Graustufendarstellung. Anders bei Farbdisplays: Ein spezielles Design der Pixelstruktur erlaubt es, vier unterschiedliche Graustufen oder Farbabstufungen pro Primärfarbe darzustellen. Jedes Pixel ist in zwei Subpixel mit unterschiedlichen Flächeninhalten unterteilt. Dadurch ist eine Gewichtung möglich, die unterschiedliche Intensitäten der Transmission oder Reflexion ermöglicht.

Durch die niedrige Leistungsaufnahme – 1/50 zu einem STN-Display nur 1/50 – eignet sich die Technik speziell für batteriebetriebene Geräte. Sie baut auf einem TFT mit CGS-Technik auf, wobei die zugrunde liegende Display-Technik TN ist, die im Vergleich mit anderen wie IPS mit wenig Energie auskommt. Der Kontrast ist deutlich besser als bei einem STN-Display, weil die Pixel nicht gemultiplext werden. Mit kurzen Schaltzei-

**Gespeicherte Informationen:** Das Funktionsprinzip des Memory in Pixel (MIP).

Der Vorteil eines TFT-Aktiv-Matrix-Displays gegenüber einem STN-Passiv-Matrix-Display liegt im deutlich gesteigerten Kontrast. Jedes Pixel wird dazu von einem eigenen Transistor angesteuert und die Kurvenform der Ansteuerung ist steiler, das LCD-Material wird besser angesteuert und der Kontrast steigt. Die Elektroden müssen sich dazu jedoch auf einem Halblei-

ter-Substrat befinden, im Gegensatz zum STN, wo eine einfache leitfähige Struktur ausreicht, die von außerhalb der Matrix angesteuert wird. Das Ansteuerungsprinzip für ein Punktmatrix-Display ist in beiden Fällen gleich: Sequentiell wird das Signal Zeile für Zeile an das Display gelegt, und an den Spalten stehen die Signale für Ein- und Ausschalten des entsprechenden Segments in der Zeile an.

Der Ansteuertransistor befindet sich am Kreuzungspunkt von Zeile und Spalte. Ein kleiner, in Halbleitertechnik aufgebauter, Kondensator speichert das Ansteuersignal, bis nach 1/60 s der Bildinhalt aufgefrischt



\* Rudolf Sosnowsky  
... ist CTO bei HY-LINE Computer Components in Unterhaching bei München.

ten eignet sich ein MIP-Display sogar für die Wiedergabe von Animationen und Video-Sequenzen. Das Interface ist sehr einfach und zeitunkritisch und daher von jedem Mikrocontroller ohne spezielle Hardwareunterstützung anzusteuern. MIP-Displays sind in monochromer Ausführung und als Farbdisplays mit 64 Farben erhältlich. Farbdisplays werden meistens Wearables eingesetzt und sind rund, während monochrome Versionen rechteckig sind, aber nicht unbedingt im Seitenverhältnis 4:3 geliefert werden. Die Diagonalen gehen von knapp über 1" bis zu 4,4" und Auflösungen bis 500 x 300. Die Displays sind grundsätzlich reflektiv oder schwach transmissiv, also ohne Backlight. Die optischen Eigenschaften sind auf die das Umgebungslicht abgestimmt; mit einem leicht transmissiven Polfilter können sie bei schwachem Auflicht mit einem Backlight mit niedriger Stromaufnahme abgelesen werden. Durch den integrierten Speicher wird das Display quasi statisch angesteuert und muss nur bei einer Änderung des Inhalts aktualisiert werden.

Bild: HY-LINE Computer Components

Parameter	MIP Sharp LS012B7DD06A	STN Data Image GM126401SFAYD	TFT Startek KD014QQTBN001
Beschreibung	1,19", 64 colour, 240 x 240	3,3", monochrom, 128 x 64	1,44", full colour, 128 x 128
Leistungsaufnahme Weiß/Schachbrett	11µW (kein Update) 30µW (update 1 Hz) 1200µW (update 30Hz) Kein Backlight (reflektiv)	Total ca. 1,6W (180cd/m²) Logik 5V x 3,8mA = 0,19W Backlight 4,2V x 330mA = 1,4W	Total ca. 68mW (140cd/m²) Logik 3,3V x 1,2mA = 3,96mW Backlight 3,2V x 20mA = 64mW
Kontrast	25:1	3:1	700:1
Blickwinkel/° (LRUD)	60 rundum (Kontrast = 2)	30/30/60/60 (Kontrast = 1,5)	60/60/30/60 (Kontrast = 10)
Farbraum (% NTSC)	18	-	40
Temperatur T <sub>op</sub>	-20...+70°C	-20...+70°C	-20...+70°C

Bild 1: Vergleichstabelle MIP-STN-TFT.

### Vergleich mit anderen Display-Techniken

Um die Eigenschaften eines MIP-Farbdisplays gegenüber anderen Techniken zu bewerten, wurden ein STN-Modul und ein TFT-Modul herangezogen. Da 100% kompatible Module nicht zur Verfügung stehen, wurden relativ vergleichbare Module ausgewählt. Da MIPs ohne Backlight geliefert werden, ist nur der Farbort des Farbfilters relevant, die tatsächlich sichtbare Farbe hängt von der Über-

lagerung des Farbfilters mit dem Spektrum des Backlights oder Auflichts ab. Wird das STN-Modul reflektiv, also ohne Backlight, beträgt die Stromaufnahme 190 mW, während sie beim MIP im schlechtesten Betriebsfall bei 1,2 mW liegt – ein Faktor von 150. Das Backlight des flächenmäßig ähnlichen TFTs ist sparsam, das Display kann aufgrund der transmissiven Eigenschaft nicht ohne betrieben werden. Alleine die Logik des TFTs benötigt den dreifachen Strom zum Betrieb. In den optischen Eigenschaften abgeschlagen liegt das STN-Display. Der Blickwinkel ist nur bei mäßigem Kontrast mit den anderen Displays vergleichbar. Bei der Leistungsaufnahme der Logik ist beim STN-Modul der Controller und der Framebuffer eingeschlossen, es braucht wie das MIP im Gegensatz zum TFT nur einmalig beschrieben zu werden und stellt den Inhalt autark dar. Die elek-

trische Schnittstelle eines MIP ist einfach. Da das Display die Informationen speichert, ist kein kontinuierlicher Refresh nötig, und die Daten können vom Timing her unkritisch über SPI- oder eine Software-Schnittstelle an das Display übertragen werden. Dadurch eignen sich MIPs auch für leistungsschwache oder anderweitig ausgelastete Prozessoren. In Hardware muss das Display mit zwei Spannungen für die Logik (typ. 3,3 V) und das Display selbst (typ. 5 V) versorgt werden. Da LCDs mit einer Wechselspannung betrieben werden müssen, um Elektrolysevorgänge innerhalb der Zelle auszuschließen, kann ein Displaytakt entweder über einen separaten Anschluss oder per Software erzeugt werden; er braucht nur in der Größenordnung von 1 Hz zu liegen. // HEH

HY-LINE Computer Components

# Kingbright

Kingbright Electronic Europe GmbH

Quality Efficiency Innovation First-class service

## BI-COLOUR SMD-LED KAA-3528LSURKCGKCT-09

### Eigenschaften:

- Abmessung = 3,2 mm x 2,8 mm, Bauhöhe = 1,9 mm
- Wellenlänge: 630nm (super-rot), 570 nm (grün), AlGaInP Technologie
- 2 LED Chips getrennt ansteuerbar
- 2mA Low-current Betrieb
- LED wird top-down montiert und strahlt durch das PCB
- 120° Abstrahlwinkel

### Applikationen:

Optische Statusanzeige, Hintergrundbeleuchtung, Anzeigen im Innen- und Aussenbereich, Haushalts- und intelligente Geräte, Medizinische Geräte



Kingbright Electronic Europe GmbH • Lindenau 7 / Gewerbegebiet • D-47661 Issum • ☎ +49 (28 35) 44 46-0 • www.kingbright-europe.de



Bild: Continental

**Display-Technik:** Das 3D-Display im Armaturenbrett gibt die Informationen an den Fahrer weiter.

# Die Display-Technik in den nächsten Jahren

*Von der Anzeigeeinheit wird sich das Display zu einem Steuer- und Darstellungsmultitalent entwickeln. Parallel wird sich die Holographie aber auch das Mikro-LED-Display entwickeln. Ein Ausblick.*

KLAUS WAMMES \*

Im Sinne fragwürdiger Angebote auf dem Jahrmarkt hilft es wohl niemandem in die Kristallkugel zu blicken. Den Ausblick in die nahe oder etwas fernere Zukunft dagegen können und müssen einige Kenner der Branche wagen. Mit entsprechender Expertise wird die Sicht auf anstehende Displaytrends dann sogar noch klarer.

## Die volle Bandbreite bei der Display-Technik

So hat nicht zuletzt die diesjährige komplett digital abgelaufene Display Week gezeigt, womit in nächster Zeit zu rechnen ist: Im 2D-Umfeld der Flachdisplays wird es über kurz oder lang, beziehungsweise über teuer bis bezahlbar, von LC- und OLED-Displays zu Mikro-LED-Displays gehen. Parallel dazu wird sich ohne Zweifel die Holographie entwickeln. In sehr vielen unterschiedlichen Varianten. Wichtig ist hierbei der Schritt weg

von stereoskopischen hin zu volumetrischen Darstellungen.

Die Reise der Displays geht weiter: Sie entwickelten sich aus den einstigen Anzeigeeinheiten zu ultimativen Steuer- und Darstellungsmultis. Aus reinen, digitalen Anzeigen für computergenerierte oder verteilte Informationen werden integrierte beziehungsweise integrierbare Funktionalitäten und aktiv kontrollierbare Oberflächen. Displays sind bereits heute ein Muss in allen beliebigen Anwendungen. So nutzen die Displays zunehmend sämtliche – auch die bisher noch nicht so bekannten – Eigenschaften des Lichts. Gleichzeitig verschwimmen die Grenzen zwischen Beleuchtung und Display. Schließlich werden Displays immer smarter und bieten zusätzliche Sensoren beziehungsweise Funktionen wie beispielsweise In-Cell-Touch, Finger-Abdruck-Sensor, eingebettete Kameras oder Sensoren für andere, unterschiedliche Informationen.

Entsprechend werden Displays inzwischen in jeder Größe und Ausstattung hergestellt: Von flexiblen, biegbaren bis rollbaren, von transparenten, transluzenten bis glasklaren, von hinterleuchteten bis selbstleuch-

tenden Bildschirmen für zwei- bis dreidimensionale Darstellung. Für Flachdisplays, also im Umfeld von 2D, sind Mikro-LED das nächste Flaggschiff. Aktuell werden in diesen Entwicklungsschritt sehr viele Ressourcen und Energien investiert. Allerdings sind die Kosten dieser Technik auf absehbare Zeit noch nicht wirklich Mainstream tauglich.

Bis es soweit ist, werden OLEDs in den ganz unterschiedlichen technischen Kombinationen weiter vorangetrieben. Das kann beispielsweise mit und ohne Quanten-Dots sein. Auch hier wurde bereits sehr viel Arbeit und Aufwand in die Entwicklung investiert. Denn: Auch wenn OLEDs fast schon zyklisch immer wieder einem absehbaren, technisch erreichbaren Ende entgegen gehen, ist ganz nach dem Motto „Totgesagte leben länger“ doch immer wieder noch etwas rauszuholen. Wie gesagt temporär unter Vorbehalt. Wenn Mikro-LEDs massentauglich bezahlbar werden, dann wird das O in OLEDs wohl tatsächlich verdrängt.

Parallel und mit viel Schwung wird die Entwicklung dreidimensionaler Displays vorangetrieben. Oder vielmehr wird die Entwicklung von Displays vorangetrieben, die



\* Klaus Wammes  
... ist Geschäftsführer bei Wammes & Partner in Gundersheim.

dreidimensional darstellen können: Treibende Systeme in diesem Gebiet sind beispielsweise Holographie, Light Field Technology oder Enriched Reality, um einige Ansätze zu nennen. Zur Erinnerung: Ein Hologramm ist – im einfachsten Fall – eine zweidimensionale Oberfläche, die Licht so brechen und beugen respektive verteilen kann, dass bei geeigneter Beleuchtung dreidimensionale, vollfarbige Objekte dargestellt werden können. Sie scheinen dann mit voller Beweglichkeit und Dynamik hinter und oder vor dieser Oberfläche zu sein.

Bild: Sony



**Bild 1:**  
LED-Displays sollen in Zukunft das OLED-Display ablösen. Helligkeit und Auflösung bekommen mit dem LED-Display einen Schub nach vorn.

### Wenn Anzeigen echt dreidimensional werden

Damit ist der nächste Entwicklungsschritt zu gegenwärtigen dreidimensionalen Darstellungen deutlich: Anzeigen werden echt dreidimensional, es geht um die echte volumetrische Darstellung. Denn im Gegensatz zur heutigen 3D-Darstellungsmöglichkeit, verändert sich die Anzeige von stereoskopischer beziehungsweise autostereoskopischer Anzeige hin zu dreidimensionalen, volumetrischen Erscheinungen.

Der wesentliche Unterschied ist, dass das Gehirn das Gesehene nicht umrechnen muss, sondern konsumieren kann, was die Augen aufnehmen. Ein Beispiel: Bei aktuellen, stereoskopischen 3D-Brillen werden unterschiedliche Informationen für das rechte und linke Auge übermittelt, aber eben nur für einen räumlichen Aspekt. Alle anderen räumlichen Aspekte muss das Gehirn dann neu erschaffen. Displays werden in naher Zukunft respektive für die nahe Zukunft neu

Bild: U.S.Army/RDECOM/Flickr / CC BY 2.0



**Bild 2:** Gedruckte und organische Elektronik werden in den nächsten Jahren weiter vorangetrieben.

gedacht. Das geht bis hin zu Smart Skin oder Smart Surface.

Displays werden zu modulierbaren, dreidimensionalen Objekten: Künftig zeigen sie nicht mehr nur Ansichten, sondern werden

selbst zur Ansicht. Das schafft neue Formate für Grafiken, Scanner, Drucker, Mathematik oder CAD, aber auch für Einrichtungen, Design, Gestaltung, Robotik und viele weitere Anwendungen. Und das wiederum schafft neue Möglichkeiten für medizinische Analysen, Ausbildung und Training, Wissenschaftliche Datendarstellungen, Simulationen, Architektur und Konstruktion, Landkarten und Übersichten für Privatanwender, industrielle und hoheitliche Dienste und damit riesige gestalterische Freiheiten für funktionales Design.

Aber: Dieser Paradigmenwechsel bringt die Notwendigkeit für neue, präzisere Funktionen mit weniger beziehungsweise bisher unbekanntem Nebeneffekten, größerem (Daten-)Durchsatz, geringeren Kosten und besser kontrollierbaren Produktionsprozessen bei der Displayentwicklung. // HEH

Wammes & Partner

## Die Fitmacher für sicheres Messen & Testen

Auch als Firmenlizenz erhältlich!



Kurt Reim  
**LabVIEW-Kurs**  
Grundlagen, Aufgaben, Lösungen  
3. Auflage, 280 Seiten  
ISBN 978-3-8343-3455-8  
34,80 EUR



Walter Müller  
**Messdaten-Analyse mit LabVIEW**  
2. Auflage, 356 Seiten  
ISBN 978-3-8343-3377-3  
39,80 EUR



Edmund Schiessle  
**Industriel-Sensorik**  
Sensortechnik und Messwertaufnahme  
2. Auflage, 632 Seiten  
ISBN 978-3-8343-3341-4  
49,80 EUR



Manfred Schmidt  
**Signalintegrität**  
1. Auflage 2013, 230 Seiten  
ISBN 978-3-8343-3256-1  
29,80 EUR

Jetzt bestellen!

Weitere Informationen und versandkostenfreie Lieferung unter

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

### LED-TREIBER

## Mit Bluetooth-Mesh-Protokoll



Bild: Schukat

Leuchten von einem einzigen Punkt aus ohne zusätzliche Gateways. Zum Speichern von Daten lässt sich die Casambi-Bluetooth-App mit der Cloud verbinden. Viele Bluetooth-Steuergeräte stehen bereit.

Vor dem Start muss die App installiert werden, um Szenen oder Timer einzurichten. Soll das Netzwerk erweitert werden oder sind personalisierte intelligente Lichtsteuersysteme gewünscht, dann muss LCM-40/60BLE mit allen Casambi-kompatiblen Geräten wie Wandschaltern oder Lichtsensoren verbunden werden. Mit einem DIP-Schalter lässt sich der Ausgangsstrom einstellen. Der AC-Wechselstromeingang bietet Push-Funktionalität.

Schukat

Der LED-Treiber LCM-40/60BLE von Mean Well bietet eine Bluetooth-Mesh-Netzwerk-Lösung, womit sich LED-Leuchten im Gebäude sowie Gewerbeleuchten über Mesh-Protokoll für Bluetooth Low Energy 4.0 steuern lassen. Die in die Serie integrierte Bluetooth-Mesh-Netzwerk-Lösung von Casambi verbindet sich automatisch mit drahtlosen Mesh-Netzwerken und steuert eine große Anzahl von

### VORSCHALTGERÄTE

## Leistungen von 75 bis 240 Watt



Bild: Endrich

Die Vorschaltgeräte aus der Familie EUM-xxxxDG/SG von Inventronics sind jetzt im Programm bei Endrich: Sie gibt es in den Leistungsklassen von 75 bis 240 W. Ihr Gehäuse ist dank kleinerer Bauteile kompakter. Damit lässt sich ein größeres Maß an Flexibilität im Design erreichen, ohne dabei Einbußen bezüglich der Qualität, Leistung oder einen geringeren Überspannungsschutz hinnehmen zu müssen.

Die Treiber können im ausgeschalteten Zustand auf den benötigten Ausgangsstrom programmiert werden. Von der Treiber-Familie gibt es nicht dimmbare und dimmbare Versionen. Die dimmbaren Typen verfügen über drei verschiedene Timer-Einstellungen und über die Möglichkeit der Pulsweitenmodulation in den Varianten 1 bis 5 V und 1 bis 10 V. Alle LED-Treiber besitzen eine Output-Lumen-Kompensation und bieten die beiden Schutzklassen IP66/IP67.

Im Vergleich zu den bisherigen Treiber Serien EUD /EUG ist die EUM-Serie deutlich preiswerter. Die Herstellergarantie beträgt fünf Jahre.

Endrich

# ELEKTRONIK PRAXIS

www.elektronikpraxis.de

ISSN 0344-1733

Kommunikationsdaten unserer Ansprechpartner:

E-Mail-Code: (bitte Schreibweise von Umlauten beachten): <vorname>.<name>@vogel.de; Telefon: +49-931-418-(4-stellige-Durchwahl)

## Impressum

### ABONNENTENSERVICE

**DataM-Services GmbH**  
Franz-Horn-Straße 2, 97082 Würzburg  
Tel. +49-931-41 70-4 62, Fax -4 94  
vogel@datam-services.de, www.datam-services.de

### REDAKTION

**Leser-, Redaktionservice:**  
Tel. +49-931-418-30 87  
redaktion@elektronikpraxis.de

**Chefredakteur:**  
Johann Wiesböck (jw), Tel. -30 81

**Redakteure:**  
Michael Eckstein (me), Tel. -30 96  
Sebastian Gerstl (sg), Tel. -30 98  
Martina Hafner (mh), Tel. -30 82  
Hendrik Härter (heh), Tel. -30 92  
Gerd Kucera (ku), Tel. -30 84  
Thomas Kuther (tk), Tel. -30 85  
Margit Kuther (mk), Tel. -30 99  
Kristin Rinortner (kr), Tel. -30 86

**Freie Mitarbeiter:**  
Anna-Lena Gutberlet (ag),  
Richard Oed (ro)

**Redaktionsanschrift:**  
München: Rablstr. 26, 81669 München, Tel. -30 87, Fax -30 93  
Würzburg: Max-Planck-Str. 7/9, 97082 Würzburg  
Tel. -24 77, Fax -27 40

**Konzeption/Layout:** Ltg. Daniel Grimm, Tel. -22 47

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

**Unternehmens- und Firmennamen:**  
Unternehmens- und Firmennamen schreiben wir gemäß Duden wie normale Substantive. So entfallen z.B. Großbuchstaben und Mittelinitiale in Firmennamen.

### SALES

**Chief Sales Officer:**  
Benjamin Wahler  
Tel. -21 05, sales@vogel.de

**Auftragsmanagement:**  
Tel. -20 78, auftragsmanagement@vogel.de

### EVENTS

**Teamleitung Event Operations:**  
Alexandra Braun  
Tel. -2193, events@vogel.de

### MARKETING

**Produkt Marketing Manager:**  
Christian Jakob  
Tel. -30 78, customer@vogel.de

### VERTRIEB

**Bezugspreis:**  
Einzelheft 12,90 EUR. Abonnement Inland: jährlich 249,00 EUR inkl. MwSt. Abonnement Ausland: jährlich 280,20 EUR (Luftpostzuschlag extra). Alle Abonnementpreise verstehen sich einschließlich Versandkosten (EG-Staaten ggf. +7% USt.).

**Verbreitete Auflage:**  
Angeschlossen der Informationsgemeinschaft zur Feststellung der Verbreitung von Werbeträgern – Sicherung der Auflagenwahrheit.  
Aktuelle Zahlen: www.ivw.de

**Datenbank:**  
Die Artikel dieses Heftes sind in elektronischer Form kostenpflichtig über die Wirtschaftsdatenbank GENIOS zu beziehen: www.genios.de



**VOGEL COMMUNICATIONS GROUP**

**Vogel Communications Group GmbH & Co. KG**  
Max-Planck-Str. 7/9 in 97082 Würzburg  
Tel.: 0931/418-0, www.vogel.de

**Beteiligungsverhältnisse:**  
Persönlich haftende Gesellschafterin:  
Vogel Communications Group Verwaltungs GmbH  
Max-Planck-Str. 7/9 in 97082 Würzburg  
Kommanditisten:  
Dr. Kurt Eckernkamp, Dr. Kurt Eckernkamp GmbH,  
Nina Eckernkamp, Katharina Pugmeister,  
Klaus-Ulrich Freiherr von Wangenheim,  
Heiko Lindner

**Geschäftsführung:**  
Matthias Bauer (Vorsitz)  
Günter Schürger

**Druck:**  
Vogel Druck und Medienservice GmbH  
97204 Hückberg

**Copyright:**  
Vogel Communications Group GmbH & Co. KG

**Nachdruck und elektronische Nutzung:**  
Wenn Sie Beiträge dieser Zeitschrift für eigene Veröffentlichungen wie Sonderdrucke, Websites, sonstige elektronische Medien oder Kundenzeitschriften nutzen möchten, fordern Sie gerne Informationen über support.vogel.de an.

E-PAPER-DISPLAY

## Schwarz-Weiß und 16 Graustufen darstellen

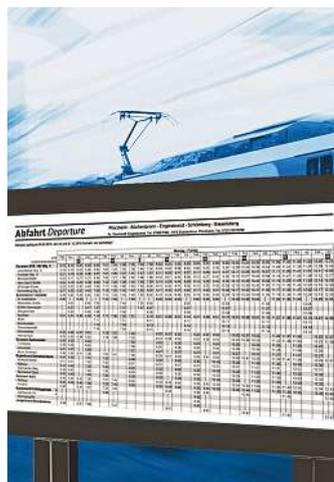


Bild: TRS

Das E-Paper-Display EPD-3133 von Avalue Technology (Vertrieb: TRS Star) bietet eine Diagonale von 31,2" und stellt neben schwarz/weiß noch 16 Graustufen dar. Das maximal mögliche Blickwinkel beträgt laut Hersteller 180°. Bei hellen Umgebungen ist es möglich, das Display problemlos abzulesen. Aufgrund der Bistabilität der E-Paper-Technik benötigt das Display nur dann Energie, wenn sich die Inhalt ändern. Damit ist auch die Abwärme am Display gering. Dank des flachen Open-Frame-

Designs lässt sich das E-Paper-Display in verschiedene Applikationen integrieren. Dazu gehören beispielsweise öffentliche Informationssysteme oder Echtzeit-Fahrpläne. Verfügbar ist das Display mit den Betriebssystemen Windows 10 IoT oder Android 8.1.

Mehrere einzelne Anzeigen sind zu einem Display kombinierbar. Als Schnittstellen sind 1x SATA III, 2x HDMI 1.4, 1x COM, 2x LAN und 4x USB 3.0 verfügbar.

TRS Star

DISPLAYMODULE

## Drei Ausführungen von 7 bis 17,3 Zoll

Bild: Tom Trenkle / Distec



Die Displaymodule aus der Serie POS-PRO sind nach IP65 geschützt, anschlussfertig und in den Diagonalen von 7 bis 17,3" verfügbar.

Sie gibt es mit drei unterschiedlichen Ansteuerungen: Das Modell *POS-RP-PRO* auf PaspberryPi-Basis bietet das aktuelle Compute Modul CM3/CM3+, das Modell *POS-IQ-PRO* mit Intel-x86-CPU sowie der aktuellen Pentium-Generation und schließlich das Model *POS-4K-PRO* mit einer Auflösung von 3840 x 2160 Pixel. Eine Beson-

derheit der schlanken Touch-Displays ist ihre Smartphone-ähnliche Frontseite. Alle Modelle sind CE-zertifiziert und in einem Edelstahl-Chassis verbaut. Zudem verfügen die Modelle über blickwinkelunabhängige IPS- oder VA-Displays mit integriertem 10-Finger-PCAP-Touchscreen. Die Helligkeiten reichen laut Hersteller bis zu 1300 cd/m<sup>2</sup>.

Auf Projektbasis stattet der Hersteller Distec die Displays mit einem antibakteriell wirksamen Glas aus, das Bakterien selbst auf trockenen Oberflächen effizient

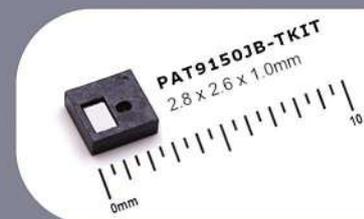
und schnell abtötet. Die verfügbaren Schnittstellen RS-485, RS-232, UART, I<sup>2</sup>C, Ethernet, USB2.0 und USB3.0 decken nahezu das gesamte Spektrum ab. Alle drei Displaymodule passen für unterschiedliche Anwendungen: Dazu gehören unter anderem Automation, Medizintechnik, Industrie 4.0, Digital Signage, professionelle Fitnessgeräte, im Verkauf, öffentlicher Verkehr, hochwertige Lifestyle-Produkte, Heimautomation und die Luftfahrt.

Distec



## Optical Track Sensor

- High tracking speed up to 3.8m/s
- Low power consumption
- Track on a broad variety of surfaces
- Wide working range to support various designs and applications
- Capability to directly derive true travelling speed of moving objects
- Built-in proprietary algorithm to ease the effort in further design
- Miniature sensor module



Quilting Control



Robot Positioning



Digital Rotary Input



Industrial Automation

## PIXART IMAGING INC.

### Europe Office

Drewnsensvej 1c, 8600 Silkeborg, Denmark

Phone: +45-2511-0342

Email: sales\_eu@pixart.com

<https://www.pixart.com>

# Ist KI ein Arbeitsplatzkiller oder verleiht sie der Arbeit mehr Sinn?



*„Künstliche Intelligenz ist allgegenwärtig. Sei es bei Chat-Assistenten, bei der Analyse von Kundenpräferenzen oder bei der virtuellen Geräteinstandhaltung – die Einsatzmöglichkeiten sind immens.“*

**Dr. Stefan Schwarz:**

*Der Partner Business Consulting bei Teradata beschäftigt sich unter anderem mit Künstlicher Intelligenz.*

Laut einer aktuellen Studie der Digital-Agentur Arithnea und des Marktforschungsinstituts Splendid Research ist ein Drittel der Befragten in Deutschland (38 Prozent) der Meinung, dass KI ihr Leben verbessern wird. 33 Prozent hingegen empfinden KI als gefährlich und 30 Prozent der Befragten macht sie sogar Angst. Verstärkt wird die Sorge vor KI nicht nur durch ethische und datenschutzrechtliche Diskussionen, sondern auch durch die pauschalisierende Aussage, der Einsatz von KI in Unternehmen werde unzählige Arbeitsplätze kosten. Doch hier kann ein Perspektivenwechsel helfen, den Nutzen von KI für unsere Arbeitswelt zu erkennen.

So hat das Institut der deutschen Wirtschaft festgestellt, dass 62 Prozent der digitalisierten Unternehmen in Deutschland, bei denen das Internet das Hauptgeschäft darstellt, zwischen 2015 und 2017 sogar mehr Menschen eingestellt haben. Nur 17 Prozent der Unternehmen hätten sich verkleinert. Viele Unternehmen erkennen nämlich, dass Digitalisierung und KI Wettbewerbsvorteile darstellen. Stillstand und Angst vor technologischer Veränderung sind schlechte Berater in diesen Zeiten, denn langfristig gefährden sie die Zukunft eines Unternehmens und damit die Arbeitsplätze der Mitarbeiter.

Technologischer Wandel heißt also nicht automatisch Arbeitsplatzverlust. Auch müssen nicht alle bisherigen Mitarbeiter in Zukunft durch Datenspezialisten ersetzt werden. Die Unternehmen profitieren nämlich weitaus mehr davon, ihre jetzigen Mitarbeiter in KI und Datenanalyse weiterzubilden. Ein Szenario: Ein Produktionsunternehmen möchte Predictive Maintenance für seine Maschinen einsetzen und benötigt dafür eine kompetente Person, welche die notwendigen Daten in das KI-System einspeist und auswertet. Dies erfordert weitaus mehr als nur Datenexpertise. Ein detailliertes Verständnis der Maschine und ihrer Funktionsweise ist entscheidend – ein Ingenieur, der eine Weiterbildung in Predictive Maintenance erhalten hat, ist hier deutlich qualifizierter.

Ohne Zweifel wird KI zahlreiche Wertschöpfungen eines Unternehmens vom Menschen auf die Technik verlagern. Arbeitsprozesse werden effizienter werden. Auch hiervon können Mitarbeiter mittel- und langfristig profitieren. So stellte eine Studie des Weltwirtschaftsforums fest, dass in zwölf Industriebranchen im Jahr 2018 71 Prozent der Gesamtarbeitsstunden von Menschen absolviert wurden, 29 Prozent von Maschinen. Bis 2022 sei zu erwarten, dass nur noch 58 Prozent der Arbeitsstunden von Menschen geleistet werden, der Rest von Maschinen. Reduziert sich also die Wochenstundenzahl, weil KI einen Teil der Arbeitslast übernimmt, haben Mitarbeiter mehr Zeit für ihre Familien, für persönliche Entfaltung und für soziale oder politische Tätigkeiten. Von dieser Entwicklung profitiert auch die Gesellschaft als Ganzes. Den Geldvorteil, den Firmen durch diese effizientere Arbeitsweise erwirtschaften, kann und sollte der Belegschaft und der Bevölkerung zugutekommen. Gleichzeitig sollten wir grundlegend darüber nachdenken, wie die Arbeitswelt sinnstiftender gestaltet werden kann, sodass die Mehrheit davon profitiert.

KI wird unsere Arbeitswelt nachhaltig verändern. Manche unserer heutigen Berufe werden aussterben. Doch gleichzeitig wird eine Fülle neuer Berufsbilder entstehen – darunter solche, die wir uns noch nicht einmal vorstellen können. KI wird den Menschen in der Arbeitswelt kaum vollkommen überflüssig machen. Sie eignet sich hervorragend für Mustererkennung, aber strategische Planung, Einfühlungsvermögen und Innovationskraft entscheiden letztendlich über den Erfolg in der Arbeitswelt – Faktoren, die eine Maschine nicht leisten kann. Optimalerweise unterstützt KI den Menschen bei der Verwirklichung seiner Kreativität. Doch KI wird nie ihr volles Potenzial entfalten können, wenn sie die Bedenken der Menschen nicht adressiert. Es liegt an der Politik, den KI-Entwicklern und den Firmen, Aufklärungsarbeit zu leisten und einen rücksichtsvollen Übergang in diese neue technologische Ära zu gestalten. // MK

# Praxiswissen für die Konstruktion von Leiter- platten nach dem Stand der heutigen Technik

08.–09. Juni 2021, Würzburg

**TECHNOLOGIETAG  
LEITERPLATTE &  
BAUGRUPPE**

## Save the Date!

Die moderne Leiterplattentechnik schafft neue Freiheitsgrade für die Entwickler von Baugruppen, denn sie kann heute unglaublich viel mehr, als nur Chips zu verbinden.

Unsere Fachtagung orientiert sich daran, Ihnen inhaltlich detailliertes Wissen zu vermitteln, das Sie mit den Regeln, aber auch mit den Freiräumen vertraut macht.

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

# Deutschlands größter Kongress für Embedded Software Professionals



Embedded Software Engineering Kongress *digital*

30. November - 4. Dezember 2020

## Hören Sie 2020 unter anderem:



### KEYNOTE

#### Exploring the Brain – Neuromorphic Computing

*Prof. Dr. Christian Mayr,  
Human Brain Project, TU Dresden*



### VORTRAG

#### Echtzeit-Linux – Schnellkurs zum „Latency-Fighter“

*Carsten Emde, Open Source  
Automation Development Lab (OSADL)*



### VORTRAG

#### Frühwarnsystem für Risiken bei Software-Updates

*Jens Potschadtke,  
Corscience*

Jetzt  
anmelden!

Informieren Sie sich unter:

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

Weitere Informationen:

Sabine Pagler | +49 (0)89 4506 1746 | [s.pagler@microconsult.de](mailto:s.pagler@microconsult.de)

VERANSTALTER

ELEKTRONIK  
**PRAXIS**

 **MICROCONSULT**