

powered by

# Markt & Technik

DIE UNABHÄNGIGE WOCHENZEITUNG FÜR ELEKTRONIK

2016 | D

trend  
guide



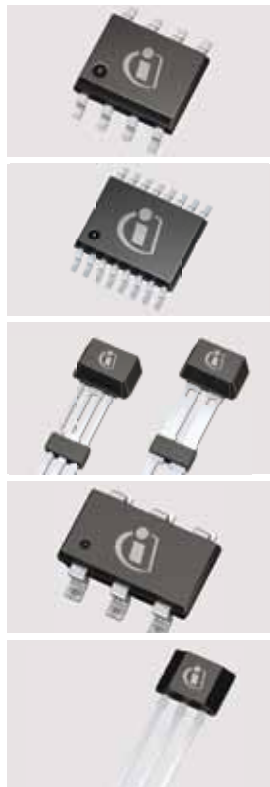
# RUTRONIKER



# Sensing the world

## Infineon integrated magnetic and pressure sensor ICs

Worldwide leading technologies and product portfolio



As the technology leader, we provide highly innovative sensor ICs based on an excellent technology portfolio – Hall, AMR, GMR and TMR.

We support our customers in achieving the highest ASIL on system level by providing ISO 26262 products and documentation.

**Infineon integrated magnetic and pressure sensors.  
Worldwide leading technologies and product  
portfolio. More than 4,000,000,000 units shipped.**

Innovative low-power 3D magnetic sensor for industrial, consumer and automotive applications.

We continue our growth with a variety of new products, such as cost-effective Hall switches for consumer or 5V Hall switches for automotive and industrial applications.

## Liebe Leserinnen und Leser,

der Markt für Sensoren und Messsysteme wird in Zukunft noch rasanter wachsen als bisher. Die wichtigsten Entwicklungen wie Industrie 4.0, das Internet der Dinge und die Smart Cities basieren auf einer massiven Nutzung von Sensoren. Sie werden künftig die Informationsgrundlage für verschiedenste Prozesse bilden, in der Produktion wie in der Logistik, aber auch im täglichen Leben. Für eine Messinformation werden mehrere räumlich verteilte Sensoren benötigt, die hohe Anforderungen an einen flexiblen, zuverlässigen und wartungsarmen Einsatz stellen.



Olfa Kanoun

Diese Entwicklungen bedürfen komplett neuer Lösungen und Konzepte. Dabei werden insbesondere die energieautarken drahtlosen Sensornetze zunehmend wichtiger. Durch sie lassen sich Messaufgaben mit kostengünstigen, wartungsarmen Sensorknoten verteilt bei hoher Flexibilität umsetzen. In diesem Fall gilt: Viel hilft viel! So können Ressourcenflüsse, Energieverbräuche, Verschleiß und viele weitere Parameter überwacht werden.

Die Messsysteme selbst verbinden neueste Technik aus den Bereichen Low-Power-Funkkommunikation, sparsame Sensorik und intelligentes Energiemanagement. Die aktuelle Forschung geht hin zu selbstvernetzenden Systemen mit minimalem Installationsaufwand.

Um eine hohe Verfügbarkeit und lange Lebensdauer zu erreichen, wird jeder Knoten mit Energie aus seiner direkten Umgebung passiv oder aktiv versorgt, z.B. über Solarzellen, thermische Energiewandler oder Vibrationswandler. Wenn notwendig, lässt sich auch aktiv drahtlos Energie zum Sensorknoten einkoppeln.

Dies bietet einige Vorteile: Sensoren können flexibel dort platziert werden, wo die Messgröße am besten aufzunehmen ist, ohne Einschränkungen durch Kabelführungen. Im Gegensatz zum Batteriebetrieb existiert kein Speicherlimit, es fällt kein Sondermüll an, und ein Batteriewechsel entfällt, was besonders im Hinblick auf eine hohe Anzahl von Sensorknoten attraktiv ist. Die Installation oder das Entfernen von Knoten aus dem Netzwerk reduziert sich auf eine kleine Konfiguration, die auch automatisch laufen kann.

So können große Datenmengen ausgewertet werden, während viele geeignet platzierte Sensorknoten im Hintergrund arbeiten. Sie liefern eine solide Informationsbasis – und das ist die Grundlage jeder guten Entscheidung! Das gilt auch für die Zusammenarbeit mit dem Distributor. Deshalb finden Sie in dieser Ausgabe des „Rutroniker“ wieder eine Fülle an Information zu aktuellen Entwicklungen – nicht nur in der Sensorik. Viel Spaß beim Lesen wünscht

Prof. Dr.-Ing. Olfa Kanoun

Frau Prof. Dr.-Ing. Olfa Kanoun ist Inhaberin der Professur für Mess- und Sensortechnik an der Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik an der Technischen Universität Chemnitz. Der Fokus ihrer Forschungsarbeiten sind energieautarke Sensoren, die Impedanzspektroskopie, Nanokompositensensoren und die Energiespeicherdiagnose.

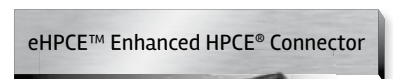
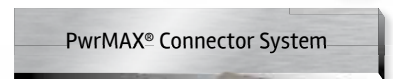
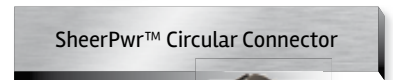
# POWERING THE FUTURE OF TECHNOLOGY

Besuchen Sie unseren Messestand auf der **Electronica Munich 2016** und erfahren Sie mehr über unsere neuesten Produkte und Lösungen.

Datum: **8.–11. November 2016**

Ort: **Messe München**

**HALL  
B3  
Stand 541**



**BE CONNECTED**  
WITH **Amphenol FCI**

Für weitere Informationen kontaktieren sie bitte:

**FCI Deutschland GmbH**

Tel.: +49 (0) 6171 / 886 0 | Fax: +49 (0) 6171 / 886 111

Email: [germany@fci.com](mailto:germany@fci.com)

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

Editorial	3
-----------	---

## AKTUELL | NACHRICHTEN

Vertrag für EMEA: Rutronik wird Intel-Distributor	6
„Platinum Level Distributor“: Rutronik von Keystone ausgezeichnet	6
Künftig EMEA-weit: Rutronik und Pulse Electronics erweitern ihre Partnerschaft	8
Rutronik24: e-commerce in neuen Dimensionen	8
Speicher-ICs: Rutronik und Nanya Technology kooperieren europaweit	9
Logistik: Neues Logistikzentrum und Lager in Austin, USA	10
„Distributor of the Year 2016“: SEGGER honoriert Rutronik	10
Hochwertige Sensoren und Sensorlösungen: Rutronik ist weltweiter Distributor von Sensirion	11
„Fastest Growing European Distributor 2015“: Amphenol FCI zeichnet Rutronik aus	12
Erneut „European Distributor of the Year“: Nach 2014 auch 2015: Diodes ehrt Rutronik	12
Wiederaufladbare Batterien: Rutronik wird Distributor von Samsung SDI	13
Ein als Kunstwerk gestaltetes Auto im Mittelpunkt: Rutronik spendet für herzkrankte Kinder	14

## EXKLUSIV | INTERVIEW DER WOCHE



mit Thomas Rudel  
CEO Rutronik:  
Den Wandel gestalten

16

## THEMA DER WOCHE | ELEKTROMECHANIK

Thermomanagement: Effektives Wärmemanagement leicht gemacht	18
Steckverbinder: Robuste Verbindungen	23
Elektromechanische Eingabesysteme: Wer die Wahl hat, hat die Qual	26

## SCHWERPUNKT | EMBEDDED

Industrietaugliche Komponenten: Hochpräzise AOI-Systeme mit NVMe-Speicherlösung	28
Halbleiter mit integriertem EtherCAT: Kommunikation in harter Echtzeit	30
Flashspeicher: NAND ist nicht gleich NAND	32

● **FOKUS**

<b>Displays:</b> OLEDs bieten unendliche Möglichkeiten	<b>36</b>
<b>Sensorik:</b> Forschungsk Kooperation der TU Chemnitz mit IK Elektronik GmbH	<b>38</b>
<b>Wireless:</b> IoT SoCs und SoMs – ein One-Chip Wonder	<b>42</b>
<b>Keramik-Vielschicht-Kondensatoren:</b> Kapazitätswerte korrekt ermitteln	<b>44</b>
<b>Passive Bauelemente:</b> Chancen der Miniaturisierung	<b>46</b>
<b>Displays:</b> High Contrast, high Viewing Angles	<b>49</b>
<b>Verbindungstechnik:</b> USB Type-CTM – Einer für alle	<b>50</b>
<b>Sensorik:</b> Gasdurchfluss exakt messen – auch auf kleinstem Raum	<b>52</b>
<b>Kommunikation:</b> Funktechnologien für IoT-Netzwerke	<b>54</b>
<b>Security:</b> Der Schlüssel zur Sicherheit	<b>56</b>
<b>Wireless:</b> Wie funkt das Smart Home?	<b>58</b>
<b>Batterien:</b> Jetzt komplettes Produkt-Portfolio für Batteriemagementsysteme	<b>60</b>

● **TOP-FOKUS | DISRUPTIVE TECHNOLOGIES**

<b>Mikrocontroller:</b> Quark mit Mustererkennung und Sensor Hub	<b>64</b>
<b>Augmented Reality:</b> Industrial Doping	<b>67</b>

● **SCHWERPUNKT | POWER**

<b>Kondensatoren:</b> Supercaps – ein Ersatz für Akkus?	<b>70</b>
<b>Weltneuheit:</b> Digital geregeltes Hybrides EnergieSpeicherSystem	<b>74</b>
<b>Hochstrominduktivitäten:</b> Mehr Performance und Stromverträglichkeit auf weniger Platz	<b>76</b>

● **SPECIAL | AUTOMOTIVE**

<b>Ab 2025 soll das autonome Fahren marktreif sein:</b> Innovative Sensorik für das autonome Fahren	<b>78</b>
<b>Das 48-V-Bordnetz:</b> Ein höheres Spannungs-Level	<b>82</b>

● **E-KOMPAKT | LAST MINUTE**

Produktservice für Einkauf und Entwicklung	<b>86</b>
--	-----------

Impressum, Inserentenverzeichnis	<b>90</b>
----------------------------------	-----------



**Steckverbindervielfalt**  
[entdecken]

- Leiterplatten-Steckverbinder in Schneidklemmtechnik, Raster 1,27 mm
- Rundsteckverbinder nach IEC, IP40/IP68, bis 14-polig, 360°-Schirmung
- RAST-Steckverbinder, Raster 2,5 mm/5,0 mm



Vertrag für EMEA

# Rutronik wird Intel-Distributor

Rutronik ist Embedded Distributor für Intel in der EMEA-Region. Die Vertriebsvereinbarung umfasst das gesamte Intel-Produktportfolio, ausschließlich der Produkte von ehemals Altera.

Rutronik und Intel haben auf der „embedded world“ ihre Vertriebsvereinbarung offiziell besiegelt. Damit ist Rutronik ein Embedded Distributor für Intel in der gesamten EMEA-Region. Als solcher adressiert Rutronik vorrangig den Industriemarkt. Der Distributor nimmt das komplette Intel-Produktportfolio in sein Programm, ausgenommen sind derzeit die bisherigen Altera-Produkte, die noch über die bestehenden Kanäle vertrieben werden.

Mit den Quark®, Atom®- und Core®-Prozessoren, Mainboards, Solid-State Drives sowie Software- und Security-Lösungen von Intel kann Rutronik durchgängige und skalierbare Lösungen für die gesamte Datenverarbeitungskette seiner Kunden anbieten. ■



»Als führendes Unternehmen im Halbleiterbereich ist Intel in vielerlei Hinsicht ein visionärer Vordenker. Wir freuen uns sehr über unsere Partnerschaft – vor allem weil unsere Strategie, die wir mit Rutronik SMART und Rutronik EMBEDDED verfolgen, mit Intels Ausrichtung im Bereich des Internet of Things in Einklang steht. Damit haben wir ein hervorragendes Fundament für unsere Zusammenarbeit«, erklärt **Markus Krieg**, Managing Director Marketing bei Rutronik (rechts im Bild).

„Platinum Level Distributor“

# Rutronik von Keystone ausgezeichnet

Die Rutronik Elektronische Bauelemente GmbH hat von Keystone Electronics den Titel „Platinum Level Distributor 2015“ erhalten. Damit honoriert der Hersteller Rutronik als seinen größten Distributor in Europa und das überdurchschnittlich starke Wachstum, das Rutronik erzielen konnte.

Rutronik ist seit rund 25 Jahren Distributor von Keystone in Europa und vertreibt das gesamte Produktportfolio an Batteriehaltern für alle gängigen Batterietypen, Interconnect Hardware und Haltevorrichtungen wie Sicherungshalter, Testpoints, Terminals, Standoffs, Spacers, Jacks und vieles



mehr. Auf Rutronik24.com führt der Distributor ständig über 5.000 Artikel von Keystone mit Daten-

blatt und bietet seinen Kunden damit kürzeste Lieferzeiten und eine unkomplizierte Bemusterung.

»Die Produkte lassen sich in praktisch allen Applikationen einsetzen und punkten überall durch ihre hervorragende Qualität«, so Martin Unsöld, Produktbereichsleiter Relais, Batterien, Sicherungen, Schalter und Thermomanagement bei Rutronik. Keystone hat den Distributor bereits mehrfach ausgezeichnet: »Während unserer Zusammenarbeit konnte Rutronik kontinuierliche Erfolge erzielen, und zwar hinsichtlich der verkauften Produktmenge und Kundenzahl ebenso wie bei der Erweiterung des Portfolios und der Vertriebskanäle«, ergänzt Antoine Chauchat, kaufmännischer Leiter bei Keystone EMEA. ■



Besuchen Sie uns  
 **electronica** 2016  
Halle A5, Stand 542  
**München**  
8. - 11.11.2016



## Hochvolt-DC/DC-Wandler-ICs

- Hohe Spannungsfestigkeit
- Hochzuverlässig
- Hocheffizient

ROHM bietet eine lückenlose Palette an Hochvolt-DC/DC-Wandler-ICs an. Neben dem kürzlich vorgestellten BD9G341 gibt es von ROHM weitere Lösungen wie den BD9G101. Dieser Baustein im kompakten SOT23-Gehäuse verfügt über einen eingebauten 42 V High-Side-Leistungs-MOSFET und liefert einen Ausgangsstrom von bis zu 0,5 A.

### Eigenschaften des BD9G341

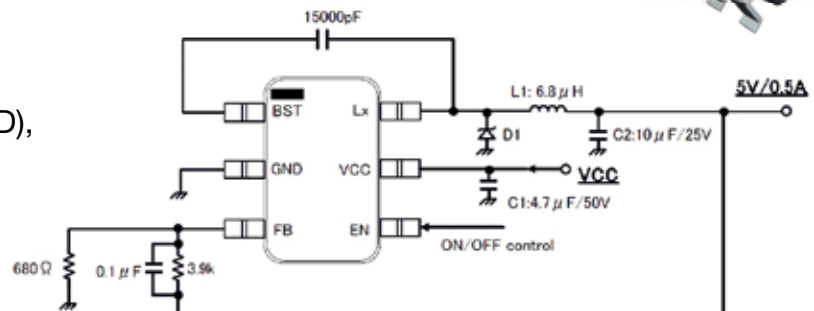
- Großer Eingangsspannungsbereich: 12 V bis 76 V (max. 80 V)
- Bis zu 3 A Ausgangsstrom
- Hoher Wirkungsgrad bei geringem und hohem Laststrom

### Eigenschaften des BD9G101

- $V_{IN} = 6\text{ V bis }42\text{ V}$
- $V_{OUT} = 1\text{ V bis }0,7 \cdot V_{CC}$
- $I_{OUT} = 500\text{ mA}$
- Schaltfrequenz = 1,5 MHz
- Unterspannungssperre (UVLO),  
Übertemperatur-Abschaltung (TSD),  
Überstromschutz (OCP)
- ENABLE-Pin
- Betriebstemperaturbereich  
-40 °C bis +105 °C

Kompaktes 6-Pin SOT23 **SSOP6** Gehäuse!

Typische Anwendungsschaltung



Die DC/DC-Wandler-ICs von ROHM sind für Stromversorgungen, dezentrale industrielle Anwendungen, Automotive-Applikationen und batteriebetriebene Geräte ausgelegt.

Künftig EMEA-weit

# Rutronik und Pulse Electronics erweitern ihre Partnerschaft

Die Rutronik Elektronische Bauelemente GmbH und Pulse Electronics haben ihre Franchisevereinbarung ausgedehnt: Bislang umfasste sie Deutschland und Frankreich, jetzt gilt sie für EMEA (Europe, Middle East, Africa).

Rutronik ist bereits seit 2003 Distributor von Pulse Electronics. Die Franchise umfasst alle Produkte aus den Business Units Power, Wireless Infrastructure und Network User. Im Fokus stehen dabei die diskreten LAN-Module sowie Buchsen mit integrierten LAN-Modulen, außerdem Power-Induktivitäten, Gleichtaktrosseln, AC/DC- und DC/DC-Wandler für Schaltnetzteile, Gate-Drive-Transformatoren, Stromsensoren und Rogowski-Spulen.

Darüber hinaus vertreibt Rutronik Antennen als Embedded-, interne, externe und Outdoor-Modelle für WLAN, Zigbee, ISM und GPS. Hauptzielmärkte dieser Produkte sind die Industrie und Automotive.

»Wir freuen uns, dass wir jetzt allen unseren Kunden in EMEA die innovativen Komponenten mit



von links nach rechts:

**Stefan Sutalo**, Bereichsleiter Passive Bauelemente bei Rutronik; **Gökhan Ersoy**, Produktbereichsleiter Induktivitäten bei Rutronik; **Grahame Locky**, Distribution Sales Manager/Sales Manager Europe – BU Network User bei Pulse Electronics; **Benedikt Keijer**, Key Account Manager, BU Network User bei Pulse Electronics; **Elaine Baxter**, General Manager, BU Power bei Pulse Electronics.

Foto: Rutronik

interessantem Preis/Leistungs-Verhältnis anbieten können. Muster erhalten sie innerhalb kürzester Zeit, außerdem profitieren sie vom herausragenden kommerziellen und technischen Support von Pulse Electronics«, so Gökhan Ersoy, Produktbereichsleiter In-

duktivitäten & Timing Devices bei Rutronik. »Mit Rutronik haben wir einen Distributionspartner gewonnen, der wirklich all unsere Zielkunden in Europa erreicht – das hat Rutronik schon in den bisherigen Franchise-Ländern bewiesen«, erklärt Grahame Locky,

Distribution Sales Manager bei Pulse Electronics. »Unser gemeinsames Ziel ist es, eine breitere Kundenbasis zu erreichen und den Kunden durch Design-In-Support technische und kommerzielle Lösungen auf höchstem Niveau anbieten zu können.«



Rutronik24

## e-commerce in neuen Dimensionen

Unter [rutronik24.com](http://rutronik24.com) bietet Rutronik einen modularen Online-Shop mit mehr als einer Million Artikel über die gesamte Bandbreite elektronischer Komponenten hinweg.

Ständig weiter entwickelte und optimierte Funktionen und Services machen Rutronik24 zu der Beschaffungs- und Recherchequelle für alle Entwickler und Einkäufer. Einzigartig sind die intelligenten



Speicher-ICs

# Rutronik und Nanya Technology kooperieren europaweit

Die Nanya Technology Corporation und Rutronik haben einen europaweiten Franchisevertrag geschlossen. Er umfasst das gesamte Nanya-Produktportfolio an SDRAM-Speichern.

Nanya entwickelt, produziert und vertreibt Standard- sowie Mobile-SDRAM-Speicher. Mit 30-nm- und 42-nm-Technologie adressiert der taiwanesischer Hersteller gezielt den Automotive- und Industriemarkt. Die fortschrittliche 30-nm-Technologie bietet Kunden Kosten- und Leistungsvorteile. Für Automobil-Applikationen bietet Nanya eine umfassende Palette hochqualitativer Automotive-spezifischer Produkte bis 105 °C.

»Mit seiner Stärke im Automotive- und Industriemarkt passt Rutronik ideal zu uns und wird Nanya bestens unterstützen können, in diesen Märkten in Europa mehr Anteile zu gewinnen«, erklärt Jean-Louis Freart, Managing Director, Nanya Technology Europe GmbH.

Das Nanya-Portfolio beinhaltet DDR, DDR2, DDR3 und DDR4. Die Mobile-Varianten (LPDDR,



**Jean-Louis Freart,**  
Managing Director,  
Nanya Technology Europe GmbH:

»Mit seiner Stärke im Automotive- und Industriemarkt passt Rutronik ideal zu uns und wird Nanya bestens unterstützen können.«



**Stephan Fiege,**  
Line Manager Nanya, Rutronik:

»Zusätzlich haben wir jetzt auch für die Automobilindustrie unser Produktspektrum verstärkt.«

LPDDR2, LPDDR3) bieten hervorragende Leistung in mobilen Anwendungen. Sie sind in verschiedenen Formfaktoren verfügbar (FBGA, MCP, PoP, KGD für SiP). Nanyas Multi-Chip-Package (MCP-)Produkte kombinieren verschiedene Speichertechnologien, darunter Single-Level-Cell (SLC) und NAND Flash mit Mobile DRAM, in einem kleinen Gehäuse.

Nanyas DDR SDRAMs finden ihren Platz auch in Anwendungen wie Set Top Boxen, Kassensystemen, Überwachungskameras und embedded PCs. »Mit Nanyas SDRAM-Lösungen haben wir unser Portfolio für embedded Speicher jetzt erweitert«, so Stephan Fiege, Line Manager Nanya, Rutronik Elektronische Bauelemente GmbH. »Zusätzlich haben wir jetzt auch für die Automobilindustrie unser Produktspektrum verstärkt.« ■

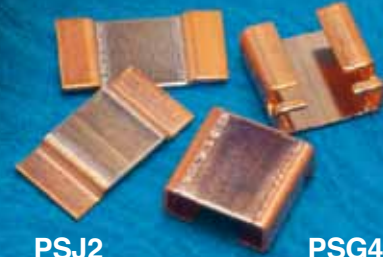
Suchalgorithmen sowie eine umfassende Parametrisierung. Die umfangreiche PCN Datenbank zeigt vorhandene PCN bereits bei der Produktauswahl im Shop an.

Mit dem Massquotation-Tool können Einkäufer Ihre eigenen Teilelisten (BOM) einfach per Upload in eine Rutronik24 Artikelliste verwandeln, aus der Sie alle ausgewählten Artikel bequem bestellen können – selbstverständlich zu Ihren individuellen, aktuellen Einkaufspreisen.

Im geschützten Procurement-Bereich findet jeder Kunde seine aktuellen und früheren Aufträge inklusive Echtzeit-Tracking, seine Angebote und Kontrakte, Artikellisten sowie die Sicherheitsbestände, Konsignationslager und Traceability-Informationen. ■



## Metal Plate Power Shunts 140A (AEC-Q200)



### Features

- 0.5 mΩ (10 W) & 1 mΩ (8 W)
- 4 and 2 terminal configurations
- AEC-Q200 qualified
- Excellent long-term stability and pulse withstanding performance
- Size 3920 (**PSJ2**) and 2725 (**PSG4**)
- Robust copper terminations

### Applications

- High current automotive applications (ECU, EPS, motor control, EV/HEV)
- DC / DC converter
- Inverter power supplies
- Frequency converters
- Intelligent power modules



Messe München, November 08 – 11, 2016

Visit us!  
Hall B6, Booth 123



Kaddenbusch 6  
D-25578 Dägeling/Itzehoe  
Phone +49(0)4821/8989-0  
KOA-EUROPE@koaeurope.de  
<http://www.koaeurope.de>

Logistik

# Neues Logistikzentrum und Lager in Austin, USA

Die Rutronik Elektronische Bauelemente GmbH hat ihr Lager in den USA jetzt vollständig in Betrieb genommen. Mit Sitz in Austin, Texas, fungiert es als zentrales Distributionszentrum für die Rutronik-Kunden in den USA, Kanada und Mexiko.

Das neue Lager- und Logistikzentrum in Austin bietet erhebliche Kapazitäten, um alle bestehenden und künftigen Neukunden bedienen zu können. Es bildet alle Prozesse des europäischen Zen-



Das neue Rutronik Lager- und Logistikzentrum in Austin/Texas ist mit den Lagern in Europa und Asien vernetzt für global durchgängige, effiziente Prozesse.



Global einheitliche Prozesse erleichtern die Schulungsmaßnahmen in Austin/Texas.

trallagers in Ispringen, Deutschland, ab. Diese Prozesse wurden im Zuge des Lagerneubaus 2014 auf den modernsten Stand gebracht, um Aufträge noch schneller bearbeiten zu können. Alle weltweiten Lager basieren auf demselben IT-System und sind untereinander vernetzt, so dass sie grenzüberschreitend durchgängige Prozesse ermöglichen. So kann Rutronik seine Kunden rund um den Globus effizient und mit kür-

zest möglichen Lieferzeiten und Transportwegen beliefern.

Rutronik ist seit April 2015 mit der Tochtergesellschaft Rutronik Inc. in Nordamerika präsent, die Belieferung erfolgte bislang aus dem europäischen Zentrallager und dem Logistik-Hub in Asien. »Unser Start in den USA hat unsere Erwartungen deutlich übertroffen«, erklärt Paul Scholten, President Nordamerika. »Wir konnten nicht nur die meisten un-

serer globalen Kunden überzeugen, auch das Amerikageschäft mit uns abzuwickeln, sondern auch zahlreiche Neukunden vor Ort gewinnen. Darüber hinaus haben wir unsere Linecard durch viele Franchiseverträge deutlich ausgebaut, analog zu unserer europäischen Linecard. Mit der Inbetriebnahme unseres Lagers können wir unseren amerikanischen und globalen Kunden jetzt best-in-class Service bieten.«

## „Distributor of the Year 2016“

# SEGGER honoriert Rutronik

Aufgrund des herausragenden Umsatzes und Wachstums hat die Rutronik Elektronische Bauelemente GmbH den Award „Distributor of the Year 2016“ von der SEGGER Microcontroller GmbH & Co. KG erhalten.

»Rutronik ist unser Solution-Anbieter – Kunden erwarten kompletten und kompetenten Service aus einer Hand. Genau das ist es, was unsere Partnerschaft auszeichnet und das Rutronik-Team glänzend bewiesen hat. Herzlichen Glückwunsch!«, erläutert Harald Schober, Director Sales Marketing

bei SEGGER. Rutronik ist bereits seit über 10 Jahren weltweiter Vertriebspartner von SEGGER. Anfangs mit Fokus auf die J-Link Debug Probe, ist Rutronik heute Anbieter des gesamten SEGGER-Spektrums. Der Embedded-Entwickler findet bei Rutronik mit dem SEGGER-Portfolio Antworten auf seine Herausforderungen: Mit der IDE SEGGER Embedded Studio, der führenden Debug Probe J-Link, dem hochperformanten RTOS und umfangreicher Middleware sowie der Flasher-Familie für die Programmierung

wird der gesamte Design Flow abgedeckt. »Mit den hochintegrierten Development Tools von SEGGER erhalten Entwickler beste Qualität und local Support zu einem hervorragenden Preis, außerdem sind die Tools und Komponenten unkompliziert in der Nutzung – It simply works! Damit ist SEGGER ein Fokuspartner für Rutronik im Bereich der Hardware- und Software-Entwicklungstools sowie Middleware für embedded Systeme«, erklärt Finn Boëtius, Product Sales Manager Microcontroller bei Rutronik. ■



Hochwertige Sensoren und Sensorlösungen

# Rutronik ist weltweiter Distributor von Sensirion



Die Rutronik Elektronische Bauelemente GmbH ist weltweiter Distributor von Sensirion. Damit baut Rutronik sein umfassendes Sensor-Portfolio weiter aus und unterstützt Sensirion beim weltweiten Vertrieb und Support von hochwertigen Sensoren und Sensorlösungen. Die globale Franchisevereinbarung beinhaltet die Sensirion- Feuchte- und Temperatursensoren, Differenzdrucksensoren sowie die Massenflussmesser. »Mit Rutronik bieten wir unseren Kunden besten Service und erfüllen auch die steigenden Anforderungen der zukunftsorientierten Märkte nach höherer Effizienz und Leistung«, erklärt Christian Constantin, Distribution Channel Manager bei Sensirion.

Die Sensoren des Herstellers basieren auf der CMOSens®-Technologie, welche die Verschmelzung des Sensorelements sowie analoger und digitaler Auswertelektronik auf einem CMOS-Siliziumchip ermöglicht. Damit entsteht ein Sensorchip, der kosteneffizient eine hochpräzise und zuverlässige Erfassung der physikalischen Parameter erlaubt.

»Die Feuchte- und Temperatursensoren der SHTxx-Serie von Sensirion haben sich durch ihren hohen Integrationsgrad bei kleiner Baugröße als echter Marktstandard etabliert. Deshalb freuen wir uns, dass wir sie jetzt auch unseren Kunden

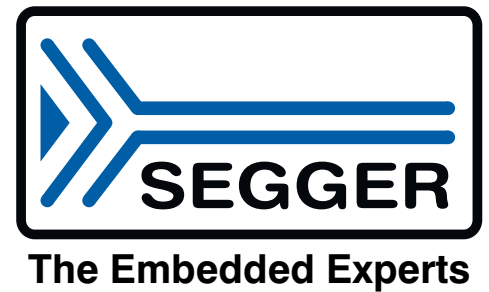
bieten können«, erklärt Markus Balke, Produktbereichsleiter Analog & Sensors bei Rutronik.

Sensirions Feuchte- und Temperatursensoren liefern ein digitales, vollständig kalibriertes Ausgangssignal und zeichnen sich durch eine hohe Langzeitstabilität aus. Sie finden in einer großen Bandbreite an Anwendungen ihren Einsatz. Das schnellste Wachstum erfahren sie derzeit im IoT-Markt. Durch ihren geringen Energieverbrauch sind sie auch für ferngesteuerte und mobile Anwendungen



Sensirion-Differenzdruck-Sensoren im 5 x 8 x 5 mm kleinen Gehäuse

bestens geeignet. Die Differenzdrucksensoren und Massenflussmesser dienen der präzisen Messung der Gasflüsse und bilden die Basis für die korrekte Steuerung in Brennersteuerungen, Heizungs-, Lüftungs- und Klimasystemen sowie medizinischen Anwendungen. Weitere Zielmärkte der Sensirion-Sensoren sind Home Appliance, Automotive, Consumer Electronics / IoT, Industrial Automation und Smart Energy. ■



Development Tools



Debug Probes



RTOS



File System



Compression



Connectivity



IoT/Security



User Interface



In-Field-Upgrades



Production Programmer

■ It simply works!

www.segger.com

„Fastest Growing European Distributor 2015“

## Amphenol FCI zeichnet Rutronik aus

Amphenol FCI hat der Rutronik Elektronische Bauelemente GmbH den Award „Fastest Growing European Distributor 2015“ verliehen. Damit honoriert der Steckverbinder-Spezialist die höchste prozentuale Umsatzsteigerung innerhalb seiner gesamt-europäischen Distributionspartner.

Bereits zum vierten Mal in Folge erhält Rutronik diese Auszeichnung. Der Broadliner erzielte 2015 eine Umsatzsteigerung im zweistelligen Prozentbereich. Zu den größten Wachstumsmärkten zählten Deutschland, Italien, Großbritannien, Polen und die Schweiz.

»Dass Rutronik erneut unser Distributor mit dem größten Umsatzwachstum ist, zeigt, dass wir mit Rutronik einen Partner haben, der über ein überdurchschnittlich kompetentes und engagiertes Team und ein sehr dichtes Vertriebsnetzwerk verfügt, um unser Geschäft mit langem Atem konstant zu steigern«, erklärt Tobias Bischoff, Dis-

tribution Key Account Manager EMEA bei Amphenol FCI. »Dies ist umso wichtiger, weil die Distribution mit einem Umsatzanteil von mehr als 50 Prozent der bedeutendste Vertriebskanal für FCI in Europa ist.«

Rutronik und FCI arbeiten bereits seit über 15 Jahren zusammen. Seit der Übernahme durch Amphenol, im Januar 2016, agiert FCI nun unter dem neuen Namen Amphenol FCI. Das Unternehmen jedoch bleibt in Zukunft als eigenständige Amphenol Division bestehen und stellt damit auch weiterhin einen verlässlichen Partner für gemeinsame Wachstumsziele dar.

Seit 2009 vertritt der Distributor die gesamte FCI-Produktpalette im europäischen Markt. Zu den Fokusprodukten zählen Wire-to-Board- und Board-to-Board-Steckverbinder, Input/Output-Steckverbinder (Sub-D, USB, Mod-Jacks), FFC/FPC-Stecker sowie Power- und Highspeed-Steckverbinder. Der Fokus liegt



v.l.n.r. : Michael Clarner, Director Distribution Sales EMEA bei Amphenol-FCI, Tobias Bischoff, Distribution Key Account Manager bei Amphenol-FCI, Danijel Corko, Produktbereichsleiter Steckverbinder & Kabel bei Rutronik, Harun Ilhan, Product Sales Manager bei Rutronik.  
Foto: Rutronik

hier vor allem auf den Märkten Automotive, Industrie, Lighting, Medical sowie dem Consumer- und Datacom-Markt. »Die größte Nachfrage verzeichnen wir derzeit bei den Board-to-Board- und Wire-to-Board-Steckverbindern.

Im Car-Infotainment-Bereich und für Lighting-Applikationen bietet Amphenol FCI eine Vielzahl von innovativen Produkten an«, erläutert Danijel Corko, Produktbereichsleiter Steckverbinder & Kabel bei Rutronik. ■

Erneut „European Distributor of the Year“

## Nach 2014 auch 2015: Diodes ehrt Rutronik



Von links nach rechts:  
David Lambert, Distribution Business Development Executive, Diodes  
Paul Mitchell, European Distribution and Business Development Manager, Diodes  
Mark King, Senior Vice President Sales and Marketing worldwide, Diodes  
Markus Krieg, Geschäftsführer Marketing, Rutronik  
Oliver Woyke, Director of Sales - EMEA, Diodes  
Thomas Ulinski, Marketing Director Semiconductor, Rutronik  
Reza Maghdounieh, Senior Marketing Manager Purchasing & Line Management, Rutronik

Diodes hat die Rutronik GmbH nach 2014 auch für 2015 als „European Distributor of the Year“ ausgezeichnet. Damit honoriert der Hersteller das europaweit höchste Wachstum innerhalb seines Distributorennetzwerks sowie den höchsten Anteil von Design-In-Produkten am Gesamtumsatz.

Nach einem schon sehr erfolgreichen Jahr 2014 konnte Rutronik den Umsatz mit Diodes-Produkten 2015 noch mal um 22 Prozent steigern. Zudem kletterte der Anteil der Design-In-Produkte am Umsatz mit Diodes-Komponenten bei Rutronik auf rund 17 Prozent. »Mit diesem anhaltenden Erfolg ist Rutronik einer unserer Top-Distributoren: Über 20 Prozent unseres Distributorennetzwerks entfallen auf Rutronik«, erklärt Oliver Woyke, Sales Manager Europe, Middle East & Africa bei Diodes.

Rutronik vertreibt seit zehn Jahren das komplette Diodes-Portfolio in ganz Europa. Dazu gehören diskrete Halbleiter, Leistungs-Halbleiter, Analog- und Logic-ICs, MOSFETs und bipolare Transistoren, LED-Treiber, Hall-Sensoren und Dataline Protection Products. Hauptzielmärkte sind die Industrie und Automotive. ■

## Wiederaufladbare Batterien

## Rutronik wird Distributor von Samsung SDI

Rutronik und Samsung SDI haben einen Franchisevertrag für EMEA geschlossen. Er umfasst das Batterie-Produktportfolio von Samsung SDI, der Fokus liegt auf zylindrischen Lithium-Ionen-Batterien. Damit verfügt Rutronik als einziger europäischer Distributor über ein vollständiges Produktportfolio für Batteriemanagementsysteme mit Halbleitern sowie passiven und elektro-mechanischen Komponenten und den Batteriezellen als wichtigster Systemkomponente.



Andreas Mangler,  
Director Strategic Marketing  
& Communications bei Rutronik:

»Samsung SDI setzt mit seinen Lithium-Ionen-Batterien weltweit Standards.«

Die zylindrischen Batteriezellen haben eine Schlüsselstellung im Industriemarkt und bieten durch ihren Aufbau mit fester Hülle ein hohes Maß an Sicherheit. Da ausschließlich die Batteriezelle definiert, mit welchen Parametern und Spezifikationen das Batteriemanagementsystem arbeitet, ist sie der eigentliche Treiber des Designs und bestimmt, welche aktiven und passiven Bauelemente das Optimum für die jeweilige Applikation bieten.

Lithium-Ionen-Zellen erfordern jedoch ein sorgfältig abgestimmtes Batteriemanagementsystem, bei dem Lade- und Entla-

deströme mit höchster Präzision gemessen werden müssen und die Zellspannungsüberwachung im Genauigkeitsbereich von einzelnen Millivolt exakt arbeiten muss. Hierbei können Kunden auf das detaillierte Know-how der Rutronik FAEs und Produkt-ingenieure zurückgreifen.

»Nicht nur beim Einsatz von Lithium-Ionen-Batterien ist fundiertes Fachwissen notwendig, sondern auch beim ihrem Handling. Die vielfältigen Geschäftsmodelle bei den batteriebetriebenen Anwendungen der Kunden zwingen zu stringenter Prozessdefinition und Prozesskontrolle. Lithium-Ionen-Batterien gehören zu den Gefahrgütern und erfordern ein ausgesprochen durchdachtes Logistiksystem, unterstützt durch ein durchgängiges Dokumentenmanagementsystem. Mit seiner zentralen und weltweit durchgängigen Organisation und seinem IT-System ist Rutronik in der einzigartigen Lage, dies rund um den Globus konsequent umzusetzen.

Samsung SDI entwickelt und fertigt seit über 15 Jahren Li-Io-Batterien und ist seit 2010 Weltmarktführer mit dem weltweit größten Marktanteil.

»Samsung SDI setzt mit seinen Lithium-Ionen-Batterien weltweit Standards. Durch höchst innovative Technologien und strenge Qualitätskontrollen bieten sie ein Plus an Mobilität, Designfreiheit und Performance und ermöglichen so leichtere, schlankere und gleichzeitig leistungsfähigere Endgeräte«, erklärt Andreas Mangler, Director Strategic Marketing & Communications. »Die zylindrischen Zellen von Samsung SDI bieten zudem den Vorteil, dass ihr Formfaktor lange bestehen bleibt – ein entscheidendes Kriterium bei industriellen Produkten mit langem Lebenszyklus.«

UMT-H



Besuchen Sie uns!  
Halle A3, Stand 431

## SMD-Sicherung mit hohem Ausschaltvermögen

- Hohes Ausschaltvermögen von bis zu 1500 A
- Hohe Nennspannungen von bis zu 277 VAC / 250 VDC
- 24 Nennströme von 160 mA bis 30 A
- Kompaktes, quaderförmiges Design: 5.3 x 16 mm

umt-h.schurter.ch

**SCHURTER**  
ELECTRONIC COMPONENTS

Im Mittelpunkt: ein als Kunstwerk gestaltetes Auto

# Rutronik spendet für herzkrankte Kinder

Der Distributor Rutronik Elektronische Bauelemente GmbH hat einen Scheck über 9.000 Euro an den Bundesverband Herzkrankte Kinder e.V. (BVHK) übergeben. Die Summe kam durch eine spektakuläre Aktion zustande: Rutronik gestaltete ein „Art Car“, auf dem 47 Unternehmen mit ihrem Logo vertreten sind.

Ein „Art Car“ ist ein als Kunstwerk gestaltetes Auto, das trotzdem voll funktionsfähig ist. Das „Distribution Art Car“ von Rutronik, ein „Audi R8 LMS“, wurde vom Künstler Rudi Fielitz gestaltet. Dabei hat er die Logos von Rutronik und weiteren 46 Unternehmen aus der Elektronikbranche mit einbezogen. Das „Distribution Art Car“ startet u.a. in der internationalen GT-Rennserie DMV GTC, zudem wird es auf verschiedenen Messen präsentiert.

## Herzkrankte Kinder auf dem Hockenheimring

Beim Rennen auf dem Hockenheimring waren 50 herz-



Fabian Plentz, Assistent der Geschäftsführung bei Rutronik, und Bernd Weidenhammer, Geschäftsführer Assmann WSW Components, stellen das Projekt im Audi Zentrum Karlsruhe vor.

krankte Kinder mit ihren Familien dabei. Sie durften das Rennen live miterleben, einen Blick in die Boxen werfen und für ein Erinnerungsfoto hinter dem Steuer des „Distribution Art Car“ Platz nehmen. Prof. Elisabeth Sticker, Vorstandsmitglied im BVHK und Mutter eines herzkranken Sohnes, nahm den Scheck über 9.000 Euro entgegen.

Jedes 100. Kind in Deutschland wird mit einem Herzfehler

geboren. Sie und ihre Familien sind großen Belastungen ausgesetzt: Die ständige Sorge, lange Krankenhausaufenthalte und die Pflege der Kinder fordern die ganze Familie nicht nur emotional und psychisch, sondern meist auch finanziell. Hermine Nock vom BVHK erläutert: »Sie erhalten Hilfestellung vor Ort von unseren 26 regionalen Mitgliedsvereinen aus ganz Deutschland. Außerdem bieten wir zahlreiche

Familienangebote sowie Broschüren und Infos im Web von Betroffenen für Betroffene. Die Kosten für unsere Arbeit finanzieren wir zu einem großen Teil aus Spenden. Deshalb freuen wir uns sehr über die großzügige Spende von Rutronik. Doch genauso wertvoll ist dieser Renntag auf dem Hockenheimring für unsere herzkranken Kinder! Hier können sie ihre Sorgen und Nöte für eine Weile vergessen.«





## ST is enabling smarter, safer and more efficient factories and workplaces

ST offers a comprehensive range of solutions for Smart Industry.

With more than 30 years experience in developing products for industrial applications, our deep application knowledge enables us to deliver optimized products and solutions. So see what ST has to offer to help build your next smart industry project controllers.

**MICROCONTROLLERS**  
POWERLINE COMMUNICATIONS  
OffLine Converters & Controllers

**POWER METERING**  
Linear & Switching Regulator

**sensors**

**smart power**  
Protection

**WIRELESS COMMUNICATION**  
CONNECTIVITY  
Analog & Digital inputs

**Motor Drivers**  
Digital Outputs

**IO LINK**  
digital controller

**Secure MCU**  
Gate Drivers

**Isolation**

For more information, visit [www.st.com](http://www.st.com)

Auswirkung der industriellen Digitalisierung auf die Distribution

# Den Wandel gestalten

*Vieles befindet sich im Umbruch: Die Digitalisierung verändert das Alltagsleben und erfordert neue Geschäftsmodelle. Viele Länder sehen sich wirtschaftlichen und sozialen Spannungen ausgesetzt. Welche Auswirkungen das auf die Distribution hat und worauf Rutronik setzt, um auch künftig auf Erfolgskurs zu bleiben, erläutert Thomas Rudel, CEO Rutronik.*



Markt&Technik  
EXKLUSIV  
INTERVIEW

**Herr Rudel, Rutronik gehört als privat geführter Distributor dieser Größenordnung inzwischen zu einer kleinen Minderheit. Wird es zunehmend schwieriger, sich als unabhängiges Unternehmen in einem Markt zu behaupten, der von Globalisierung und Konzentration geprägt ist?**

Die größte Herausforderung sind für uns derzeit die enormen Währungsschwankungen, die wir so in der Vergangenheit nicht zu bewältigen hatten. Was alleine in diesem Jahr beim Dollarkurs abgelaufen ist – unglaublich! Verständlicherweise möchten die Kunden das Risiko gerne auf die Distributoren abwälzen, doch sie können dieses auf Dauer unmöglich tragen. Denn die Situation spielt sich ja vor dem Hintergrund von sehr langfristigen Zahlungszielen und ständig gesunkenen Margen ab, gleichzeitig leistet die Distribution immer mehr Services – und zwar unentgeltlich. Man braucht sich nur den „Profit Before Tax“ der großen Distributoren anschauen, dann wird schnell klar, dass hier kaum Luft ist, um Verluste aufzufangen. Banken bieten heute keine Lösungen zu vernünftigen Preisen an, um damit die Währungsschwankungen absichern zu können.

**Worin liegt dann der Ausweg aus diesem Dilemma?**

Das ist eine gute Frage! Nachdem ein Distributor unserer Größe global aufgestellt sein muss, können wir den Währungsschwankungen nicht aus dem Weg gehen. Damit kann die Lösung nur darin liegen, dass die Kunden diese wenigstens zum Teil selbst auffangen.

**Stichwort Globalisierung: Wie haben sich die Geschäfte für Rutronik in Asien und in den USA entwickelt?**

Dass Rutronik sich vor einigen Jahren global aufgestellt hat, war extrem wichtig! Nur da-

durch können wir heute unseren Kunden überall hin folgen. So sind wir auch äußerst zufrieden mit der Entwicklung und werden unsere Präsenz sowohl in Asien als auch in Amerika sukzessive langsam weiter ausbauen.

**Mit welchen Trümpfen kann sich Rutronik im Wettbewerb der Großdistribution behaupten?**

Wir sind sehr stark in der Logistik, damit heben wir uns nach wie vor vom Wettbewerb ab. Außerdem bekommt der Kunde bei uns wirklich alles aus einer Hand – und das ist ein reiner Kundenservice! Denn das beinhaltet auch Bauteile, die kaum zur Wertschöpfung beitragen. Bei diesen spielt der Preis eine untergeordnete Rolle, hier geht es um eine schnelle Verfügbarkeit und Logistik. Das klappt nur mit einem entsprechenden Lager – und das ist heutzutage eine strategische Entscheidung. Mit unserem Lagerneubau 2015 hier in Eisingen und unseren Lagern in Asien und Amerika positionieren wir uns ganz klar und gewährleisten unseren Kunden die nötige Verfügbarkeit. Und über unsere Vertriebsorganisation Rutronik24 können wir auch Kleinmengen und Muster innerhalb kürzester Zeit bereitstellen.

**Ist die Rechnung aufgegangen, mit Rutronik24 Unternehmen zu bedienen, deren Bedarf unter dem des klassischen Rutronik-Kunden liegt?**

Ganz klar: Ja! Deshalb werden wir Rutronik24 weltweit weiter ausbauen und als den Distributor für Kleinmengen etablieren – und zwar für alle Hersteller, für die die klassische Rutronik offizieller Franchisepartner ist.

**Die omnipräsenten Schlagworte sind derzeit Industrie 4.0 und IoT. Wie hat sich Rutronik hierfür gerüstet?**

THOMAS RUDEL, CEO RUTRONIK

„Wir werden Rutronik24 weltweit weiter ausbauen und als DEN Distributor für Kleinmengen etablieren – und zwar für alle Hersteller, für die die klassische Rutronik offizieller Franchise-Partner ist.“



Ein Distributor muss das richtige Produktspektrum parat haben und weiter entwickeln. Das haben wir schon 2014 in unseren speziell darauf abgestimmten Angeboten RUTRONIK SMART und RUTRONIK EMBEDDED gebündelt: Mit SMART decken wir IoT-Anwendungen ab, wie Wearables, Healthcare, Smart Home und Security-Lösungen; unter EMBEDDED führen wir alle Komponenten für industrielle Anwendungen mit Verbindung zum Gateway bis zum IPC-basierenden System inkl. der drahtgebundenen und drahtlosen Konnektivität. Die Franchise mit Intel war hierfür ein wichtiger Meilenstein.

### Was macht diese Kooperation so bedeutend?

Intel bietet alles, was uns zum Komplett-Portfolio noch gefehlt hatte. In Sachen Wireless und Sensoren, Embedded Boards, Industrie-Speicher und Displays waren wir schon sehr gut aufgestellt. Als Intel-Distributor führen wir jetzt auch die Prozessoren, Mainboards und Speicher vom Marktführer und Technologietreiber Nummer 1. Das verschafft uns viele Opportunities, Systeme wirklich durchgängig zu bedienen. Aber diese Hardware-Seite ist nur die Hälfte unseres Industrie-4.0-Ansatzes.

### Und woraus besteht die andere Hälfte der Kooperation?

Das ist die Umsetzung der Industrie 4.0 im Beschaffungsprozess. Das heißt, wir unterstützen unsere Kunden bei der Ankoppelung ihrer EDI- bzw. Warenwirtschaftssysteme, um eine maximale Automatisierung für unsere Kunden und Rutronik zu erreichen.

Unsere Hersteller haben wir längst komplett EDI-technisch vernetzt, wie auch die allermeisten unserer Logistikkunden. Wir haben also nicht nur alle Werkzeuge an Bord, sondern auch langjährige Vernetzungserfahrung. Das hilft uns, unsere Kunden zu verstehen – das ist essenziell wichtig, um sie bei ihren Industrie-4.0-Projekten unterstützen zu können.

### Die digitale Industrialisierung mit Industrie 4.0 und IoT verändert in vielen Branchen die Geschäftsmodelle. Gilt das auch für die Distribution?

Das beobachten wir vor allem in der Investitionsgüterbranche. Hier geht der Trend Richtung pay per use oder pay per service. Das heißt, der Kunde kauft keinen Roboter oder eine Produktionsmaschine mehr, sondern zum Beispiel eine Drehbewegung und bezahlt nicht mehr die Maschine, sondern die geleistete Arbeit. Das hat natürlich Aus-

wirkungen auf die Abrechnungsmodelle und die Kommunikation, also wie viel Informationen ein Unternehmen preisgeben möchte. Solche Entwicklungen werden sich schließlich auch auf die Distribution auswirken. In welcher Art und Weise, ist heute noch nicht absehbar, doch wir beobachten dies sehr aufmerksam.

### Neben RUTRONIK SMART und EMBEDDED gibt es auch RUTRONIK POWER. Was steht hier im Fokus?

Eine Stromversorgung ist ja zuerst einmal für jede Applikation wichtig. In erster Linie richten wir uns mit RUTRONIK POWER an die Industrie, Automotive und Gebäudetechnik und -automation. Hier sind immer effizientere Low-Power- und High-Power-Lösungen gefordert, die flexibel, präziser, schneller, kleiner, skalierbar und robuster werden. Dementsprechend stehen drei Aspekte im Fokus bei unseren Design-in-Aktivitäten: Digital Power, Robustness und die funktionale Sicherheit. Hier konnten wir 2016 ebenfalls eine wichtige Lücke schließen: Durch die Franchise mit Samsung SDI haben wir jetzt die Kernkomponente von Batteriesystemen im Portfolio – und auch hier vom Weltmarktführer. Damit passt diese Franchise zu 100 Prozent in die Rutronik-Strategie, nämlich mit den Besten der Besten zusammenzuarbeiten und komplette Systeme anzubieten. So umfasst unser Portfolio jetzt nicht nur alles rund um das Batteriemangement, sondern auch die Batterie selbst. Das ist einzigartig im Markt!

### Vierter im Bunde ist RUTRONIK AUTOMOTIVE. Was hat hier den entscheidenden Ausschlag gegeben für ein dediziertes Angebot?

Der Automobilmarkt ist schon lange der Kernbereich bei Rutronik, rund 50 Prozent unseres Geschäftes machen wir mit Tier-1- und Tier-2-Automobil-Zulieferern. Das heißt alle Prozesse und Produkte sind bei Rutronik vorhanden und ausgereift. Mit einem wachsenden Elektronikanteil im Auto von rund 8 Prozent per anno ist der Automotive-Markt selbst bei gleichbleibenden Stückzahlen ein Wachstumsmarkt, sei es hinsichtlich E-Mobility beziehungsweise dem 48-V-Bordnetz, dem Antriebsstrang oder Assistenz- und Sicherheitssystemen. Deshalb war die Entscheidung für eine eigene Automotive-Abteilung, die hinter RUTRONIK AUTOMOTIVE steht, absolut richtig und wichtig, und wir werden diese weiter verstärken.

Das gilt übrigens genauso für SMART, EMBEDDED und POWER: Hinter jedem Ange-



„Als Intel Distributor führen wir jetzt auch die Prozessoren, Mainboards und Speicher vom Marktführer und Technologietreiber Nummer 1.“

bot stehen verantwortliche Fachleute, die je nach Projekt und Kundenanforderung interdisziplinär mit den Kollegen aus den anderen Fachbereichen zusammenarbeiten.

### Lassen Sie uns zum Schluss noch einen Blick in die Glaskugel werfen: Wie wird der Distributionsmarkt in zehn Jahren aussehen?

Mit so einer Frage hatte ich fast gerechnet. Solche Prognosen sind immer schwierig, doch derzeit gibt es so viele Unwägbarkeiten, und keiner vermag zu sagen, wie sich die Distributionsmärkte entwickeln werden. Eines ist jedoch gewiss: Unsere Kunden haben sich – genauso wie Rutronik – gewappnet und agieren vorsichtig. Aus der Krise im Jahre 2009 hat die hiesige Wirtschaft viel gelernt, und viele Unternehmen haben ihre Strategie komplett verändert. Für Rutronik gilt: Wir wollen nicht um jeden Preis wachsen, sondern sehen nur ein gesundes Wachstum als vernünftiges Wachstum. Als nicht-börsennotiertes Unternehmen haben wir die Freiheit, hier unabhängig zu entscheiden. So können wir unseren Kunden die Sicherheit geben, dass ihnen Rutronik auch künftig als verlässlicher Partner zur Seite stehen wird. ■

Thermomanagement

# Effektives Wärmemanagement leicht gemacht

*Was unser Überleben sichert, kann für elektronische Geräte und Applikationen tödlich sein: Wärme. Oft ist sie der entscheidende Faktor für Störungen und Ausfälle elektronischer Geräte und Applikationen. Doch für ein cleveres Wärmemanagement gibt es viele innovative Lösungen.*

AUTOR:  
ROLAND HOFMANN,  
PRODUCT SALES MANAGER

Die Anforderungen an das Wärmemanagement haben sich aufgrund immer effizienterer Komponenten, kleinerer und zunehmend mobiler Anwendungen sowie dem Wunsch nach Lösungen für eine automatisierte Fertigung gewandelt. Das Wärmeverhalten von Produkten und Prototypen lässt sich bereits in der Konzeptphase mit der CFD-Analyse (Computational Fluid Dynamics, Numerische Strömungsanalyse) darstellen. Sie berücksichtigt die thermischen Widerstände, die Wärmeleitwerte verschiedener Materialien, die Konvektion und Wärmestrahlung sowie die CAD-Daten und die realen Einbau- und Umgebungsbedingungen. Auf dieser Basis stellt sie Ursache und Wirkung von Wärmelasten sowie die Temperatur- und Strömungsverteilung einer Baugruppe dreidimensional dar und liefert damit eine solide Entscheidungsgrundlage für die Wahl des Gehäusedesigns und des geeigneten Kühlkörpers.

## Folien für kleine Mobilgeräte

Kleine Geräte wie Smartphones, Tablets und Kameras fordern immer dünnere und leichtere Lösungen, um Wärme effektiv abzuleiten oder zu verteilen. Auch die Infrastruktur für die Datenübertragung enthält stetig mehr komplexe Elektronik auf kleinem Raum: Elektro- und Hybridfahrzeuge benötigen langlebige und leichte Batterien, die Industrie 4.0 erfordert mehr Überwachungs- und Steuerungsmöglichkeiten,

Solarpanels müssen hoher Wärmeentwicklung standhalten, und in der Medizintechnik kommen zunehmend mobile Geräte zum Einsatz. Für solche Anwendungen bietet die PGS-Folie (Pyrolytic Graphite Sheet) von Panasonic die ideale Lösung, sowohl um Wärme von einem Hotspot abzutransportieren (Abb. 1), als auch um sie in horizontaler Ebene zu verteilen (rechts in Abb. 1). Als Wärmeleitschichtmaterial zwischen Hotspot und Kühlkörper kombiniert die Folie die horizontale mit der vertikalen Dissipation (Abb. 2). Besonders wenn sich Kühlkörper oder Wärmespreizer nicht direkt bei der Wärmequelle befinden, kann eine PGS-Folie die Wärme effektiv und schnell zum Kühlbereich hin ableiten. Wird sie unmittelbar an der Wärmequelle angebracht, gibt sie die Wärme an das Außengehäuse ab.

Die PGS-Folie besteht aus leichtem, flexiblem pyrolytischem Graphit, das sich individuell in Form schneiden lässt. Mit einer Dicke von 10 µm bis 200 µm passt es auch in kleine Geräte. Der Biegeradius von 2mm ermöglicht es, die Lagen mehr als 3000 Mal bis 190° zu biegen. Die Wärmeleitfähigkeit der PGS-Folie ist mit 700 bis 1950 W/(mK) je nach Schichtdicke zwei bis fünf Mal höher als die von Kupfer und sieben Mal höher als die von Aluminium. Die Wirksamkeit der PGS-Folie veranschaulicht Abb. 4. Sie zeigt, welche Temperaturen auf der ABS-Schicht (Acrylnitril-Butadien-Styrol) entstehen, wenn der IC nur über Silikon-Thermal-Pad mit der Oberfläche verbunden ist (Typ A / Typ B) bzw. wenn eine

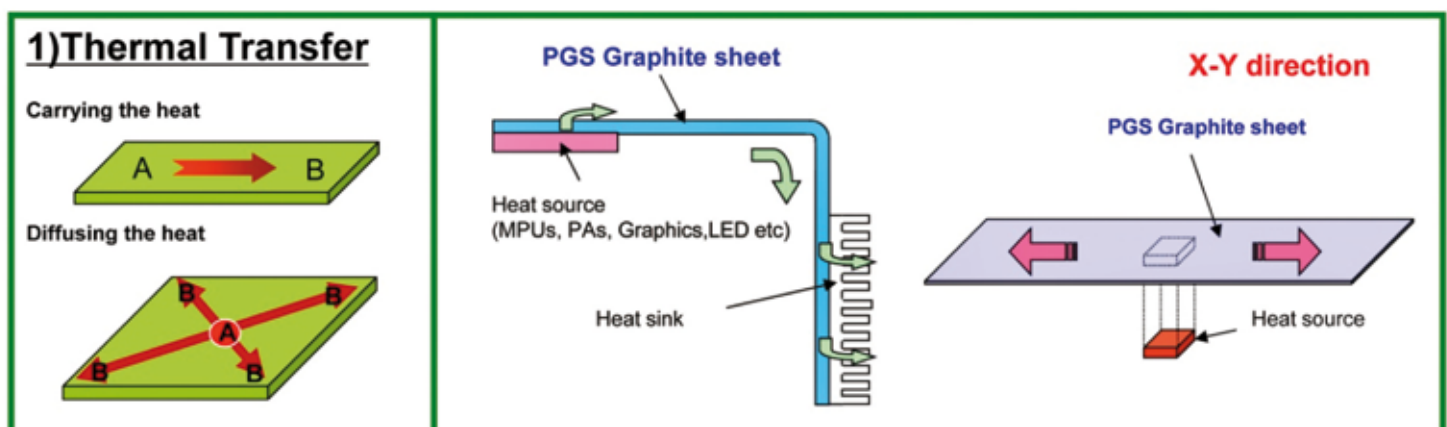


Abb. 1 (Quelle: Panasonic): Die PGS-Folie von Panasonic leitet Wärme von einem Hotspot ab und verteilt sie auf horizontaler Ebene.

SAMSUNG

SAMSUNG  
ELECTRO-MECHANICS



Industrial



Packaging



Power



Network



White Goods



Renewable Energy



Lighting



Automobile



<http://www.semlcr.com>

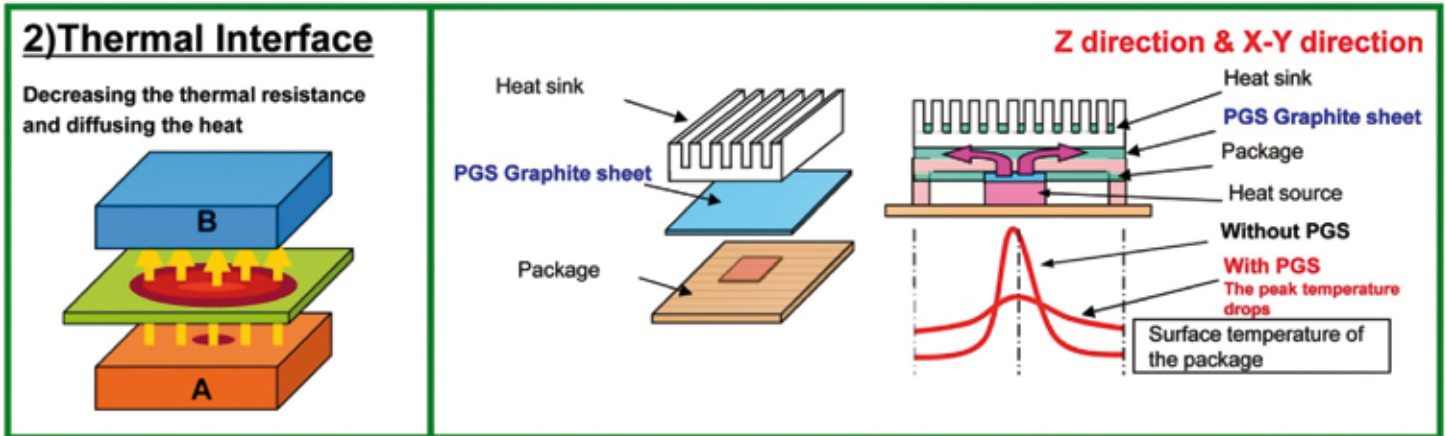


Abb. 2 (Quelle: Panasonic): Die PGS-Folie zwischen Hotspot und Kühlkörper leitet die Wärme sowohl in vertikaler als auch in horizontaler Richtung ab.

große (Typ A-1 / Typ B-1) bzw. eine kleine (Typ A-2 / Typ B-2) PGS-Folie mit einer Dicke von 70 µm zwischen Silikonschicht und Leiterplatte liegt. Selbst eine kleine PGS-Folie reduziert sogar ohne Silikon-Thermal-Pad die Temperatur am Hotspot erheblich. Zusätzlich schirmt sie elektromagnetische Störungen ab.

Das Material ist unempfindlich gegenüber Umwelteinflüssen und alterungsstabil.

*Die vielen Varianten des Kühlkörpers*

In allen Bereichen, in denen Prozessoren eingesetzt werden, bieten die leicht und einfach montierbaren Stiftkühlkörper eine wirksame Methode zur Wärmeabfuhr. Durch ihre strömungsbegünstigende Stiftanordnung erzielen sie einen hohen Wirkungsgrad und einen optimalen Luftdurchsatz. Neben Standardprodukten gibt es auch Sonderlösungen, bei denen die abgepressten Aluminiumprofile nach Kundenvorgaben bearbeitet werden, zum

Beispiel mit verschiedenen Materialien, Profilquerschnitten und -Längen, Ausführungen als Hohlrillenprofile, Lochungen, Bohrungen, geschweißten Kühlkörpern, eloxierten Sicht- und Dekor-Oberflächen sowie Sonderverpacken für die manuelle, teil- oder vollautomatische Bestückung. Je früher das Wärmemanagement in die Entwicklung einfließt und je mehr Informationen dabei zur Verfügung stehen, desto besser lässt sich technisch und kostenseitig das Optimum für den Kunden erzielen. Zwingend notwendig für eine optimale Technik- und Kostenkalkulation sind bemaßte Profil- und Bearbeitungszeichnungen inklusive Toleranzen. Bei komplexen kundenspezifischen Profilen sind zusätzliche 3D-Daten hilfreich.



Abb. 3 (Quelle: Panasonic): Das Pyrolytic Graphite Sheet (PGS) von Panasonic ist leicht, flexibel und sehr leitfähig.

Model	Type A	Type A-1	Type A-2	Type B	Type B-1	Type B-2
PGS size (mm)	without	25×40×0.07 (Large)	25×25×0.07 (Small)	without	25×40×0.07 (Large)	25×25×0.07 (Small)
Silicon	with	with	with	without	without	without
Result						
Temp. (°C)	Surface	99.85	83.84	93.65	77.17	80.86
	IC	101.9	88.89 (-13.0)	103.2	99.76	100.96
	PWB	96.25	85.31	89.06	97.26	95.31

Abb. 4 (Quelle: Panasonic): Die PGS-Folie von Panasonic reduziert die Temperatur am Hotspot erheblich.

# Hybrid AOC (Active Optical Cable) For High Speed Transmission and Power Supply

JAE has developed and launched the AOC (Active Optical Cable) "RP04 Series", which has an electrical connector interface, but converts electrical signals to optical inside the plug and transmits data through the cable using optical fibre.

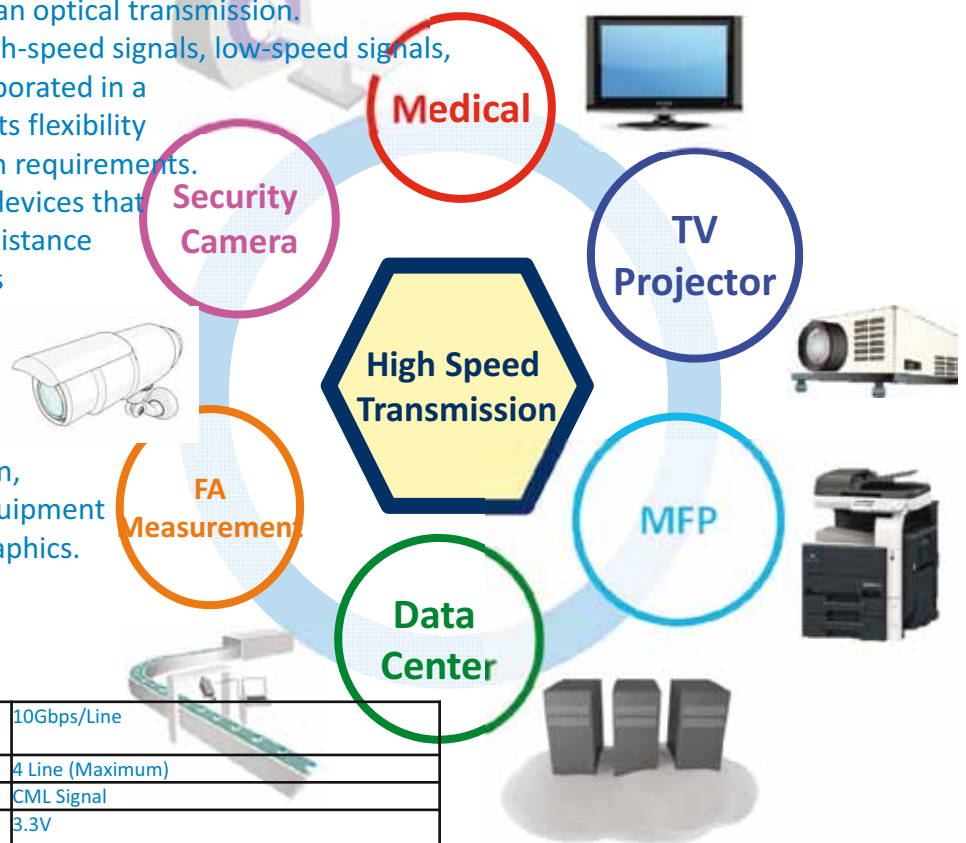
With the recent increase in high-definition graphics and high-speed communications, there is a growing demand for high-speed connections in various markets and devices. However, conventional electrical copper harnesses have limitations in transmission speed and transmission distance, and optical harnesses have the need for dust prevention and precise mating during operation. Therefore there is a requirement for a new solution that can realize easy handling, while having high-speed and long distance transmission capability.

With these market needs as a baseline, JAE has developed and launched the RP04 Series, blending the easy handling of an electrical connection with the high-speed, long distance and noise resistance capability of an optical transmission.

The RP04 Series allows for high-speed signals, low-speed signals, and power supply to be incorporated in a single hybrid cable adding to its flexibility for use in various transmission requirements.

This product can be used for devices that require high-speed and long distance transmission including various wearable devices like HMD (Head Mount Display), and machine tools requiring noise resistance, high-speed and long distance transmission, and industrial and medical equipment that handle high definition graphics.

**AOC is the Solution which Allows High Speed Transmission for Various Market and Device**



High-speed Transmission (Optical)	Transmission Speed	10Gbps/Line
	Line	4 Line (Maximum)
	Interface	CML Signal
	AOC Driving Voltage	3.3V
	Fiber Optical	GOF (Wavelength 850nm)
Low-speed Signal (Copper)	Line	6 Lines (Maximum)
Power Supply	Line	4 Lines
	Rated Current	2A (Total)
Transmission Distance		100m (Only transmission of fiber optic is prescribed)
Power Consumption		0.3W (One side)
AOC Type		1. Friction Lock 2. Mechanical Lock (Both mates with the same receptacle connector)
Operating Temperature Range		0 Deg.C to +60 Deg.C (Non-condensing)



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



Abb. 5 (Quelle: Assmann WSW): Stiftkühlkörper erfüllen die Anforderungen an geringes Gewicht, hohen Wirkungsgrad und einfache Montage.

Luftspalten zwischen Bauteilen und Kühlkörpern gilt es, für eine effektive Wärmeableitung unbedingt zu vermeiden, denn Luft fungiert als thermischer Isolator. Um Unebenheiten und unterschiedliche Bauelementhöhen auszugleichen, eignen sich thermisch leitfähige Pads. Mit hoher thermischer Leitfähigkeit und spaltfüllenden Eigenschaften leiten sie die Verlustleistung von der Wärmequelle ab. Sie bieten eine hervorragende Druckspannungsrelaxation und passen sich der Applikation optimal an.

Die Pads bestehen aus Acryl, sind also silikonfrei und können auch in Automotive-Applikationen eingesetzt werden. Es gibt kein Aus-

ölen, wie es bei übermäßiger Verwendung von Wärmeleitpasten vorkommen kann, außerdem verbinden sich die Pads bei gestapelter Ausführung zu einer Masse. Sie lassen sich einfacher schneiden und mit Klebstofffilmen einfach ankleben. Da sie leicht haften, ist die Baugruppe auch komfortabel zu demontieren. Soll der Wärmewiderstand verringert werden, sind Wärmeleitpasten beliebt. Sie erfordern aber eine langwierige und aufwändige Verar-

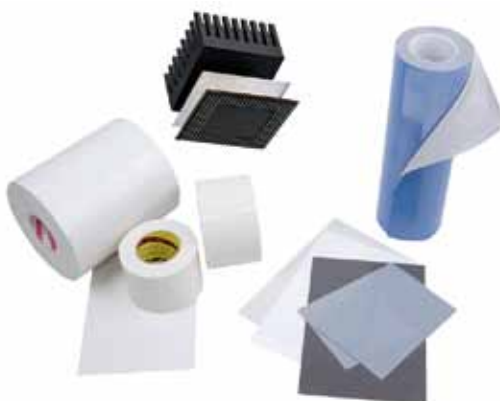


Abb. 6 (Quelle: 3M): Thermisch leitfähige Pads von 3M gleichen Unebenheiten aus und vermeiden so Luftlöcher.

beitung, trotzdem ist das Ergebnis häufig unsauber. Als komplikationslose Variante etablieren sich daher Klebstoff-Filme. Sie sind ein- und zweiseitig klebend erhältlich und einfach zu verarbeiten. Dank ihres Füllmaterials aus Keramik vereinen sie moderate Wärmeleitfähigkeit mit hoher Klebkraft. Zudem

bieten sie eine hervorragende Oberflächenbenetzung und Schlagfestigkeit.

Lüfter sind für einige Applikationen wegen ihrer Anfälligkeit ungeeignet. Ihr Energieverbrauch wirkt dem Energieeffizienz-Ziel entgegen, auch wenn es bereits deutlich reduziert wurde. Platzbedarf, Geräuschentwicklung und Lebensdauer sind weitere kritische Punkte. Doch für Anwendungen wie Antriebstechnik, Frequenzrichter, Schaltschrankanlagen, Stromversorgungen oder Schweißgeräte sind Lüfter noch immer ungeschlagen, da durch deren Einsatz der Frischluftdurchsatz enorm erhöht und so die Konvektion forciert wird. Verbesserte Lager verlängern die Lebensdauer von Lüftern. So verstärkt z.B. ein optimiertes Gleitlager aufgrund seiner Spezialkonstruktion die Dichtung des Lagers, verfügt über eine Recycling-Funktion und bietet eine längere Lebensdauer als herkömmliche Gleitlager.

*Optimale Lösungen durch Individualität*

Die Frage nach der besten Strategie zur Entwärmung lässt sich nicht pauschal beantworten, denn zahlreiche Faktoren beeinflussen die Auswahl. Es gilt jedoch: Je früher im Entwicklungszyklus das Wärmemanagement berücksichtigt wird, desto größer und einfacher umsetzbar sind die Möglichkeiten. ■

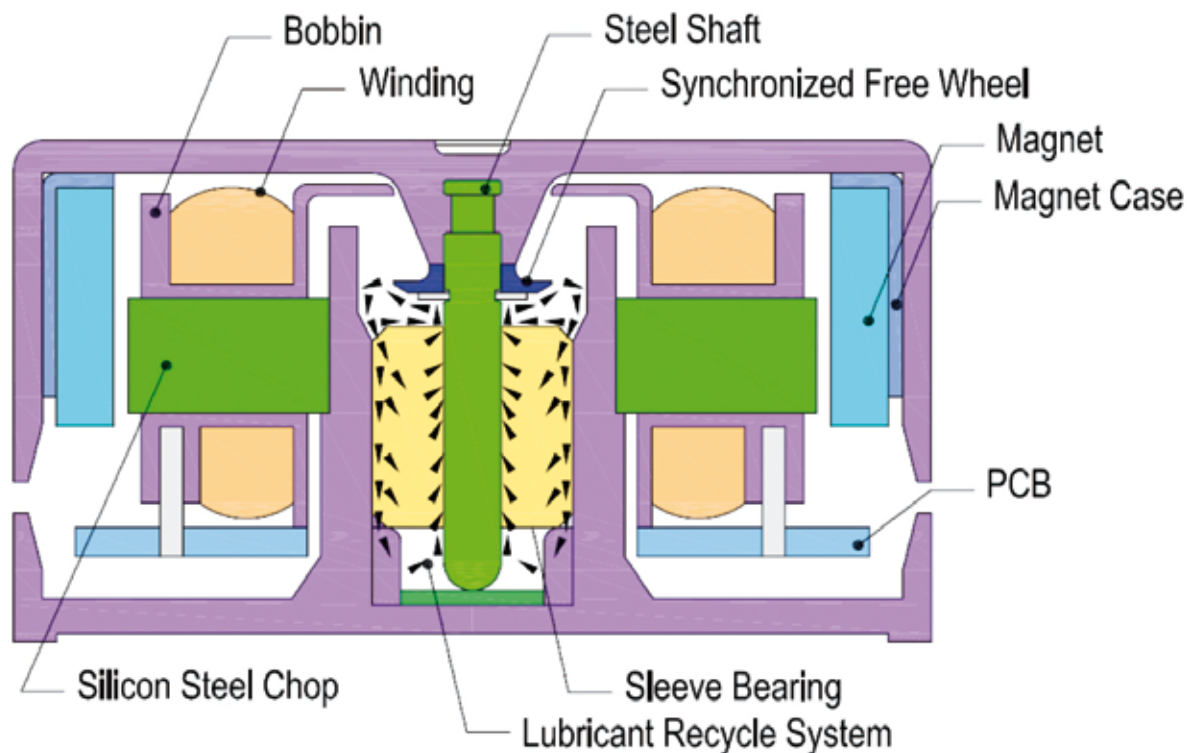


Bild 7. Zeichnung Jamicon: Dank spezifischer Konstruktion ist das Lager des Brushless DC Lüfters von Jamicon sehr dicht und damit langlebig.

Steckverbinder

# Robuste Verbindungen

*Die Industrie 4.0 basiert ebenso wie das Internet of Things auf Vernetzung – und damit auf Kontakten. Die hierfür benötigten Steckverbinder müssen für den industriellen Einsatz eine ausreichende Robustheit mitbringen. Damit ist Industrie 4.0 nicht nur Wachstumstreiber, sondern auch Technologiemoskott, der für zahlreiche Innovationen sorgt. Sie kommen auch anderen Branchen zugute.*

AUTOREN:

RONNY GÖLZ, TECHNISCHER SUPPORT,  
ALBERT CULETTO, TECHNISCHER SUPPORT

In fast allen Einsatzgebieten im Maschinen- und Anlagenbau und der Automatisierung sind Anwendungen besonders extremen Bedingungen ausgesetzt, wie Feuchtigkeit, Staub, Öl, Chemikalien, hohen Temperaturen und Vibrationen. Gleichzeitig muss die Anlagensicherheit unbedingt gewährleistet sein. Viele Hersteller haben bereits auf diese Anforderungen reagiert und Steckverbinder unterschiedlicher Standards entwickelt, die nach EN 60529 zertifiziert sind und die Schutzart IP67 oder IP68 bieten. Dies gilt vor allem für die in industriellen Applikationen am häufigsten eingesetzten Typen M8 und M12, aber auch für Modular Jacks und USB. Dabei ist zu beachten, dass die Schutzart nur für den gesteckten Zustand gilt. Sobald ein Steckerende offenliegt, ist der Schutz in der Regel nicht gewährleistet.

Eine besonders umfangreiche Serie an robusten Lösungen führt Molex: Die Serie „Sealed Connectors“ umfasst standardmäßige und kundenspezifische gekapselte Steckverbinder in unterschiedlichen Schutzarten.

Bei Automatisierungskomponenten im Schaltschrank kommen meist Steckverbinder für Einzeladeranschluss zum Einsatz. Denn mit ihnen lässt sich die Anbindung der Sensoren, Aktuatoren und der Energieversorgung sehr flexibel realisieren. In der Leistungselektronik setzen Entwickler vermehrt auf Leiterplatten-Steckverbinder anstelle der bislang üblicheren Klemmenlösungen. Sie erlauben kompaktere und flexiblere Gerätedesigns und eine hohe Stromtragfähigkeit.

Im Bereich der Datenanschlüsse finden sich immer mehr industrietaugliche, genormte Steckverbinder, z.B. RJ45 und Rundsteckverbinder, da die Feldbussysteme zunehmend durch Industrial-Ethernet abgelöst werden. LWL-Steckverbinder ermöglichen die schnelle und störungsfreie Übertragung großer Datenmengen.

Automotive

Automotive-Komponenten müssen die höchsten Sicherheitsanforderungen erfüllen – dem kommt die Entwicklung robusterer Modelle sehr entgegen. Eine weitere Kernforderung ist hier die Reduzierung von Bauraum und Gewicht. So bieten einzelne Hersteller bereits Systeme mit mehr als 300 Kontakten. Hochleistungsfähige Legierungen wie CuNiSi machen diese zudem stromtragfähiger und ermöglichen dadurch kleinere Lösungen; Materialien wie Aluminium oder Kupferlegierungen sorgen für ein geringeres Gewicht.

Speziell für den Automobilbereich hat zum Beispiel JAE die Serie MX19 entwickelt. Die kleinen, nach JIS D0203 S1 wasserfesten Wire-to-Wire Steckverbinder lassen sich mit nur einem Klick vollständig verbinden. Sie überstehen Temperaturen zwischen –40 und 105°C sowie die typischen Vibrationen, wie sie im Auto entstehen. Dank der Kabeldurchführung mit rückwärtiger Abdichtung ermöglicht die MX19-Serie eine optimierte

Anzeige

## **RedRock** RR110, RR120 & RR130 Baureihen Ultra-Miniatur-Magnetschalter und -sensoren

Mit einer waferbasierenden Technologie stellt Coto Technology RedRock™ vor, die neue Produktlinie analoger und digitaler Magnetschalter und Sensorlösungen ist ideal fuer Applikationen wie jegliche Art von portablen Produkten sowie fuer eine große Auswahl tragbarer, medizinischer, industrieller und anderen Anwendungen.

Mit seinen kleinen Abmessungen, hoher Sensibilität und geringem Energieverbrauch passt sich diese robuste Produktlinie perfekt an jedes Design an bei dem Baugroesse und geringer Stromverbrauch entscheidend sind.

Bitte kontaktieren Sie Ihren Rutronik Ansprechpartner fuer weitere Informationen.



Anordnung des Kabelbaums, und die Anschlussklemmen lassen sich besser ins Gehäuse einfügen. Dabei schützt die Abdichtung vor Beschädigungen, Kabelflattern und Eindringen von Wasser. Die Anschlussklemmen-Terminals verfügen über einen Doppelplatten-Federmechanismus mit großer Trägerlänge für geringe Steckkräfte und Druckausbreitung. Ausgelegt bis 5 A und für Kabel zwischen 20 und 22 AWG sind 2- und 4-polige Varianten verfügbar.

*E-Mobility*

Hybrid- und Elektrofahrzeuge bringen neue Spannungs- und Stromklassen mit sich. Das bedeutet auch erheblich höhere Temperaturen und Vibrationen. Zudem besteht gerade bei elektrisch angetriebenen Fahrzeugen das Risiko, dass Umwelteinflüsse wie Wasser, Staub, Schmutz, Öl, Chemikalien oder elektromagnetische Felder die Leistung hemmen. Daraus ergeben sich strengere Anforderungen an das Design, die Basismaterialien und Kontaktoberflächen der Steckverbinder. Bis-

lang hat sich noch kein Standard durchgesetzt, die OEMs nutzen vorwiegend individuelle Lösungen. Anders bei den Steckverbindern für die Ladeeinheit: Hier haben sich die Standards Typ 1 (v.a. in Amerika und Japan), Typ 2 (Europa) und GB/T (China) durchgesetzt.

Speziell für die Anforderungen von Ladegeräten Ladeanschlüssen und der Kabelkonfektionierung von Hybrid- und Elektrofahrzeugen hat Amphenol sein Hochvolt- und Hochstrom Verbindungssystem PowerLok™ entwickelt. Es basiert auf der RADSOK® (RADial SOcKet) Kontakttechnologie, die für einen geringeren Spannungsabfall und Temperaturanstieg sorgt und die Oberfläche dank radialem Aufbau vergrößert. Die PowerLok-Steckverbinder sind für 750 A und 1.000 V ausgelegt und mit einem HVIL (High Voltage InterLock) Stromschutz ausgestattet. Die automatische zweite Verriegelung stellt sicher, dass die Klemmen optimal positioniert sind, und bietet genügend Haltekraft auch für raue Umgebungen. Ihre verschiedenen Nut-Optionen sorgen für eine sichere Verbindung ohne Schäden durch

Fehlverbindungen. Die einfache Verbindung garantiert höchsten Schutz für den Nutzer. Wird die Verriegelung geöffnet, werden die hohen Ströme sofort unterbrochen. Das Gehäuse erfüllt mindestens die Anforderungen der UL94-V-0-, RTI130- und CTI2-Spezifikationen und übersteht Temperaturen von -40 bis 125°C. Der 360°-Metallmantel gewährleistet eine komplette Abschirmung des Steckverbinders für IP6K9K in gestecktem und IP2X in ungestecktem Zustand (nach DIN 40 050, 9).

Auch für Energiespeicher bietet Amphenol eine Steckverbinder-Serie, die eigens für Hochstromverbindungen im Batteriemodul und für das Batterie-Management-System (BMS) selbst konzipiert ist: Die kostengünstige RADLOK-Familie umfasst eine Reihe von Steckerdesigns und kann sowohl innerhalb der Batterie als Zell-zu-Zell-Verbindung genutzt werden als auch extern als Batterie-zu-Batterie- oder Array-zu-Stromspeicher-Verbindung. Sie bietet geringe Steck- und Ziehkräfte sowie viele Steckzyklen dank integrierter, mechanischer Ver- und Entriegelung.

Anzeige

**C&K COMPONENTS – THE GLOBAL SWITCH LEADER PROVIDING APPLICATION SPECIFIC SOLUTIONS FOR THE INDUSTRIAL MARKET.**



- *tactile*
- *pushbutton*
- *rotary*
- *switchlock*
- *key switches*
- *snaps*
- *slide*
- *toggle*
- *DIP*
- *rockers*
- *illuminated and sealed switches*



**CONTACT C&K TODAY TO REQUEST OUR INDUSTRIAL SWITCHES SAMPLE KIT.**

[www.ck-components.com](http://www.ck-components.com)





Ihre maximale Strombelastung liegt bei 750 A, die maximale Gleichspannung bei 1.000 V, der Temperaturbereich reicht von -40 bis 125°C.

### *Bahntechnik*

Im Bahnbereich steigt der Bedarf an Steckverbindern durch den vermehrten Einsatz von Ethernet-Netzwerken, zum Beispiel für Kameras und Displays, und durch den Trend zum modularen Fahrzeugbau. Dabei müssen Teilsysteme unkompliziert verbunden werden können, um Leistung, Daten und Signale durch alle Fahrzeugeinheiten zu leiten. Für den Außeneinsatz müssen diese Steckverbinder nicht nur Vibrationen und Stößen trotzen, sondern auch allen Witterungsbedingungen. Hier sind Modelle mit den Schutzgraden IP68 oder IP69K sowie mechanischen Verriegelungen gefordert. Im Fahrzeuginneren reichen geringere Schutzgrade aus, hier spielen jedoch elektromagnetische Felder eine größere Rolle. Hierfür stehen geschirmte Steckverbinder zur Verfügung. Darüber hinaus müssen alle Steckverbinder den bahnspezifischen Normen genügen. Sie unterscheiden sich von Land zu Land. In der Regel gehört hierzu zum Beispiel eine hohe Widerstandsfähigkeit gegenüber Hydrauliköl, aggressiven Reinigungsmitteln und ähnlichen Stoffen.

### *Lighting*

Bei LED-Beleuchtungslösungen lassen sich die Anforderungen an Steckverbinder kaum klar umreißen, da sie je nach Einsatzort und Anwendung variieren. Doch es gilt: Je robuster die Verbindungslösung, desto breiter ihr Einsatzbereich – wie die SSL-1-Serie von Amphenol. Mit Schock- und Vibrationsfestigkeit nach EN61373 eignet sie sich für Indoor- und Outdoor-LED-Applikationen sowie für den Transportation-Markt. Hier ersetzt sie das Lötverfahren mit dem Risiko minderwertiger Lötstellen und sorgt so für kürzere SMT-Produktionszeiten und reduzierte Kosten. Sie beansprucht weniger Platz auf der Leiterplatte, so dass im Gegenzug die LED-Dichte steigen kann. Dadurch lässt sich die Bildung von Schatten vermeiden. Die SSL-1-Serie umfasst 2-, 4- und 6-polige Board-to-Board-, Wire-to-Board- und Wire-to-Wire-Verbindungen.

### *Medizintechnik*

Anwendungen in der Medizintechnik müssen den branchenspezifischen Normen und Zulassungen entsprechen, welche die Anforderungen an die Schirmung, Dichtigkeit, Autoklavierbarkeit und den Berührungsschutz regeln. Häufig sind auch eine hohe Kontaktsicherheit und viele Steckzyklen sowie Schutz vor Desinfektionsmitteln und aggressiven Reinigungslösungen gefordert. Verbindungssysteme, die auch anspruchsvolle Anforderungen erfüllen, erfordern meist eine aufwändige Produktion. Zudem werden ihre Entwicklungskosten oft noch nicht durch eine Massenfertigung aufgefangen. Das macht sie relativ teuer, so dass sie nicht für kostensensitive Anwendungen oder Einsatzgebiete, in denen der Schutz nicht tatsächlich notwendig ist, geeignet sind. Für alle anderen bieten sie hingegen viele Vorteile – oder sind sogar ein Muss. ■

# Stromanschlüsse Nano-Fit™

Nano-Fit™-Steckverbinder bieten voll geschützte Stiftleistenkontakte im kompakten Design sowie zudem Kodieroptionen für die richtige Verbindung und Kontaktpositionssicherung (TPA), um das Herausrutschen von Kontakten zu verringern.

## Put Your Best Fit Forward



**molex**®

Elektromechanische Eingabesysteme

# Wer die Wahl hat, hat die Qual

*Tastaturen sind aus der Mode und Touchscreens mittlerweile das Maß aller Dinge? Von wegen! Elektromechanische Eingabesysteme finden nach wie vor Anwendung in den verschiedensten Bereichen. Hierfür stehen Tastaturen in unterschiedlichsten Ausführungen zur Auswahl. Damit stellt sich die Frage: Welches System ist das richtige?*

AUTOR:  
MARTIN UNSÖLD,  
PRODUKTBEREICHSLIETTER RELAIS,  
BATTERIEN, SICHERUNGEN, SCHALTER,  
THERMOMANAGEMENT



st ein echtes taktiles Schaltgefühl à la Druckpunkt und Hub unverzichtbar, dann schlägt die Stunde echter Tastaturen. Und auch wenn keine kognitive Bedienung möglich ist, sind herkömmliche elektromechanische Lösungen die erste Wahl. Darunter fasst man im weitesten Sinne Tastaturen aus Einzelkomponenten (diskreten Tasten) und Flacheingabesysteme (Folientastaturen, Silikon-schaltmatten) zusammen.

## Die Klassische: Tastatur aus Einzelkomponenten

Geht es um Tastaturen, denken die meisten zuallererst an die am Computer. Dieser Typ bietet zwar eine geringe Vielfalt an Tasten, erfüllt aber bestimmte Anforderungen an den Tastenhub oder die Betätigungskraft. Am einfachsten lässt sich dies durch Verwendung von Einzel Tasten verwirklichen. Gerade für das Tippen langer Texte ist diese Tastatur ideal. Ein wesentlicher Nachteil liegt dabei in der Handhabung: Auf eine Leiterplatte muss eine Vielzahl von Einzelkomponenten aufgelötet werden, wobei jede Lötstelle einen kritischen Punkt hinsichtlich der Zuverlässigkeit der Tastatur bildet. Jeder Tastenkopf benötigt einen individuellen Aufdruck, was Kosten bei der Materialverwaltung sowie Lagerhaltung verursacht. Und schließlich muss das vergleichsweise wuchtige Gebilde sicher im oder am Gerät befestigt werden.

## Die Robuste: Folientastatur

Bei Folientastaturen befinden sich Displays, Ziffernanzeigen oder Leuchtdioden hinter einer Kunststoffolie. Um dem bedienenden Finger im Bereich der Tasten eine gewisse Führung zu geben, wird diese Frontfolie geprägt. Üblich sind Tasten-umlaufende Randprägungen, flächig erhabene Prägungen auf der gesamten Taste sowie blasenförmige Prägungen. Auch eine Tastenbeschriftung im Braille-Code ist möglich. Dabei sind die grafischen Gestaltungsmöglichkeiten für Grafikfolien nahezu unbegrenzt – deshalb wird sie auch Grafikfolie genannt: Im Gegensatz zu Tastaturen aus Einzelkomponenten, die lediglich runde oder rechteckige Tasten erlauben, sind hier beliebige Tastenkonturen ohne Mehrpreis realisierbar. Farben können individuell für Firmenzeichen, „Corporate Design“ oder die optische Gliederung der Fläche eingesetzt werden. Die Bedruckung erfolgt von der Rückseite, sodass Abriebfestigkeit kein Problem darstellt. Folientastaturen finden sich vor allem an Sportgeräten wie Ergometern, Cross-Trainern und Laufbändern, Verkaufautomaten sowie robusten tragbaren Geräten, z.B. mobilen Messgeräten oder Roboter-Rasenmähern wieder.

Als Ausgangsmaterial für Frontfolien wird temperaturfester und widerstandsfähiger Polyester- oder Polycarbonat-Film verwendet. So ist die Tastatur ölresistent für Anwendungen in der Produktion oder Werkstatt. Im Outdoor-Einsatz bleiben Farben beständig. Zusätzlich zu den verschiedenen Prägungs- und Bedruckungsvarianten lässt sich auch aus verschiedenen Strukturen wählen: glänzend, matt, texturiert oder eine Kombination all dessen. Finessen wie elektrische Schirmung, austauschbare Beschriftung und diverse Illuminationen runden die Einsatzmöglichkeiten ab. Und im Gegensatz zum aufwändigen Design ist die Montage der Tastatur denkbar einfach:

Die Anwendung entscheidet

## Welche Tastatur für welche Zwecke?

- Silikon-schaltmatten für eine gewisse Bauhöhe und eine große Lebensdauer zu niedrigen Preisen.
- Folientastaturen für aufwändige grafische Gestaltung, für einfache Montage und besondere Abdichtung.
- Tastaturen aus diskreten Tasten für ganz spezielle Anwendungen, wie zum Beispiel Computertastaturen: Auf Gummi oder Folie wird man auch weiterhin längere Texte nicht flüssig und ermüdungsfrei tippen können – und auch nicht wollen.

Schutzpapier auf der Rückseite abziehen, Kabel verlegen, aufkleben – fertig!

Übrigens lässt sich ein Effekt, wie er sonst nur bei Sensortasten oder „Touch-Panels“ zu erreichen ist, auch mit Folientastaturen erzielen: Wenn man den Tastenhub recht klein macht, gibt es keinen spürbaren Hub oder Druckpunkt – die Auswertung bleibt trotzdem absolut simpel: Da es sich um „richtige“ elektromechanische Kontakte handelt, sind weder Hilfsenergie noch Controller nötig. Das bedeutet in der Konsequenz geringere Kosten, einfacheres Design und höhere Energieeffizienz.

Neben diesen Vorteilen gibt es dennoch einen Nachteil: die dritte Dimension. Soll die Tastatur nicht nur lang und breit sein, sondern auch noch hoch hinsichtlich Tasten-Form und/oder -Hub, so sind einer Folie physische Grenzen gesetzt. Dieses Problem lässt sich mit Silikon-tasten umgehen.

#### Die Dreidimensionale: Silikonschaltmatte

Silikonschaltmatten werden z.B. für Fernbedienungen im Multimedia-Bereich eingesetzt. Dank des Silikongummis lassen sich größere Hübe und damit eine charakteristische taktile Rückmeldung erzielen. Betätigungswege bis zu 4 mm sind problemlos realisierbar. Damit das Ganze funktioniert, befindet sich an der Unterseite jeder Taste eine leitfähige Scheibe,

manchmal auch mehrere. Sie bestehen klassisch aus Kohlenstoff (Carbonpille), alternativ aus verschiedenen leitfähigen Materialmischungen oder sogar mit Goldoberfläche. Diese hat einen niedrigeren Widerstand, was den Stromverbrauch reduziert und damit die Laufzeit der Anwendung erhöht – ein Plus vor allem für batteriebetriebene Geräte. Das Gegenstück dazu ist auf einer unter der Matte befindlichen Platine angebracht: eine Struktur, meist in Form zweier ineinandergesteckter Käbme, deren Leiterzüge bei Tastendruck durch die Scheibe kurzgeschlossen werden.

Besonders die materialinhärenten Eigenschaften von Silikongummi, wie ein breiter Einsatztemperaturbereich sowie eine einfache und damit preisgünstige Formbarkeit, sprechen für eine Silikonschaltmatte, ebenso wie die lange Lebensdauer der daraus angefertigten Tastaturen. Umso wichtiger wird dabei natürlich auch eine möglichst resistente Tastenbeschriftung. Abriebfeste Siebdruckfarben, verschiedene Beschichtungen (etwa von Lackierung bis hin zu PU-Beschichtung) sowie Laserbeschriftungen sind ideal. Im Zusammenspiel mit verschiedenen Gummi-Farben (auch mehrere pro Tastatur sind möglich) und Beleuchtung ergibt sich somit eine attraktive Möglichkeit, die Silikonschaltmatten individuell zu gestalten. Und wenn es mal was ganz Ausgefallenes sein soll: Sind die Frontplatte und Tastenknöpfe aus Edelstahl gefertigt, wirkt die Tastatur nach außen robust, der Unterbau ist eine kostensparende Flachastatur.

#### Die Individuelle: Kombinationen aus mehreren Technologien

Tastaturen, die Merkmale mehrerer Technologien kombinieren, bieten Spielraum für individuelle Lösungen. Nach dem Motto „das Beste aus zwei Welten“ lassen sich beispielsweise eine Silikonschaltmatte mit Ausschnitten für Displays oder Ähnliches versehen und die Oberfläche (Tasten ausgenommen) mit einer PE-Folie verkleiden. Diese Ausführungen finden zum Beispiel in der Medizintechnik und im Pflegebereich Anwendung, wo ausgeprägte Haptik bei gleichzeitig guten Reinigungsmöglichkeiten erforderlich ist.

Die individuelle Anpassung auf die jeweilige Anwendung ist bei jeder Lösung entscheidend. Dies betrifft sowohl Abmessungen als auch Umgebungsanforderungen und Designwünsche. Um dabei das Optimum aus Anforderung und Kosten zu erzielen, unterstützen die Applikationsingenieure und Produktmanager bei Rutronik in enger Zusammenarbeit mit dem Spezialisten für Folientastaturen und Silikonschaltmatten knitter-switch die Kunden weltweit. Der Hersteller ist seit rund 50 Jahren auf Schaltertechnologien spezialisiert.

knitter-switch entwickelt alle Lösungen in Deutschland und bietet damit hierzulande einen unkomplizierten Vor-Ort-Support und eine schnelle Abstimmung. ■

Anzeige

 **electronica 2016**  
inside tomorrow

# Vishay Technology Solutions

for your design challenges

Vishay Booth  
A5.141  
Automotive  
A6.A11-13

Munich  
08. - 11.  
November  
2016

**VISHAY**

## Live Demonstrations

- » Increasing speed
- » Improving power efficiency
- » Reducing size and component count
- » Improving reliability
- » Operating in harsh environments

A **WORLD OF**  
**SOLUTIONS**

Industrietaugliche Komponenten

# Hochpräzise AOI-Systeme mit NVMe-Speicherlösung

*Mit AOI-Systemen (Automatic Optical Inspection) lassen sich ein- oder doppelseitig bestückte Baugruppen im laufenden Produktionsprozess gleichzeitig von oben und unten prüfen (SMD/THT). Das Verfahren ist sowohl bei vollständig verketteten Produktionslinien als auch beim Inselbetrieb besonders zeit-, handlings- und kosteneffektiv. Ihre Recheneinheit muss nicht nur hochperformant sein, sondern auch die Industrieanforderungen erfüllen.*

AUTOR: TOBIAS ZILLY,  
PRODUCT SALES MANAGER  
EMBEDDED BOARDS & SYSTEMS

**A**ktuelle AOI-Systeme erledigen im laufenden Produktionsprozess eine ganze Reihe weitreichender und detaillierter Prüfungen der aufgenommenen Bilddaten, wie:

- Prüfung auf Anwesenheit und Polarität von THT- und SMD-Bauteilen
- Prüfen von Bestückungswinkeln von 0 - 360°C
- Exakte Lage der Bauteile (Versatz, Winkel)
- Lötstellenprüfung an allen Bauteilen (SMD und THT)
- Kurzschlussstest (Lötbrücken)
- Bauteile-Schrifterkennung
- Displaytest (Dot-Matrix, Multisegment, LCD, LED)
- Barcodeerfassung über Kamera
- Rüstkontrolle/Erstmusterprüfung

Hierfür benötigen sie eine oder mehrere leistungsstarke Recheneinheiten. Diese sorgen im Mehrfachausbau für eine echte Parallelverarbeitung der gewonnenen Prüfdaten, die automatisch zusammengeführt werden und so das Reparaturhandling der Prüflinge optimieren. Für eine hohe Prüfgeschwindigkeit müssen darüber hinaus die Aufnahmemodule im Aufnahme- und Belichtungsmoment optimal und intelligent gesteuert und abgestimmt sein.

Im Hinblick auf die Einbindung des AOI-Systems in eine smarte Fertigung, die den Aspekten der Industrie 4.0 folgt, sollte die Recheneinheit in gewisser Weise den klassischen



Fujitsu Extended Lifecycle Mainboard D3348-B

IT-Standards folgen. Um das Produktionsnetzwerk sowie das klassische IT-Netzwerk zu unterstützen, sind mindestens zwei redundante Netzwerkzugänge für eine erhöhte Ausfallsicherheit von Vorteil. Um die Leistungsanforderungen in Sachen CPU-Computing und GPU-Performance gerecht zu werden, ist eine Workstation-Plattform mit entsprechender CPU und industrieller Grafikkarte notwendig. Da die AOI-Systeme im Allgemeinen über einen langen Zeitraum im Einsatz sind, sollte die Plattform über eine langfristige Verfügbarkeit und Revisionsstabilität verfügen.

All diese Anforderungen erfüllt das Fujitsu Extended Lifecycle Mainboard D3348-B. In der neuen B2-Version ist das Board einschließlich Extended Lifecycle bis Ende 2018 verfügbar, und damit länger als die meisten

anderen am Markt erhältlichen Mainboards mit Intel™ C612- Chipsatz. Hinzu kommt eine strikte Revisionskontrolle sowie ein professionelles Lifecycle Management, das auch ECNs für BIOS-Änderungen einschließt. Ausgestattet mit den neuen Broadwell-E-Prozessoren und der optionalen Dual-M.2-Risercard D3352-A2 mit NVMe-Unterstützung, erreicht das neue Mainboard eine deutlich höhere Performance.

*Neue Leistungsebene  
mit NVMe*

NVMe (NVM Express) ist eine Schnittstellenspezifikation für die Verbindung von nichtflüchtigen Massenspeichern (nonvolatile memory, NVM) – SSDs in Flash-Technologie – via PCI Express. NVMe wurde von Grund auf neu entwickelt, um die geringe Latenz und die parallelen Zugriffe von PCI Express SSDs nutzen zu können und die Parallelität von CPUs, Plattformen und Applikationen zu vervollständigen. Dies war mit AHCI (Advanced Host Controller Interface) nicht möglich. Denn diese Spezifikation stammt aus einer Zeit, als die Speichersysteme noch auf einer rotierenden Magnetscheibe (Festplattenlaufwerk) basierten und deutlich langsamer waren. Deshalb kann AHCI die Möglichkeiten von SSDs nicht ausschöpfen. Im Gegensatz dazu ermöglicht NVMe, die Parallelität in der Host-Hardware und -Software zu nutzen und damit tiefere Befehlswarteschlangen, eine effizientere Interruptbehandlung, weniger uncacheable Registerzugriffe, unbegrenzte Parallelität und Threads sowie mehr Effizienz bei 4kB-Befehlen – und damit letztlich eine Leistungssteigerung in verschiedenen Bereichen.

Dies macht NVMe vor allem für AOI-Systeme interessant, die viele Daten verarbeiten müssen, z.B. weil sie viele komplexe Bilddaten in kürzester Zeit bearbeiten und speichern müssen. Auch die Aufbereitung der Daten für andere Systeme, z.B. Produktions- oder Datenbanksysteme, ist damit schneller zu erledigen. Das D3348-B2 Mainboard bringt außerdem sieben PCIe-Slots mit, sowie EtherCAT-fähige Dual-Intel LAN-Ports und eine Vielzahl an

Konnektivität, wie z.B. zehn SATA-Ports mit RAID-Funktionalität für große Festplatten.

*Intel™ CPU  
der Broadwell-E-Familie*

Neben den Intel™ Haswell-Prozessoren Xeon® E5-16xx/26xx V3, i7-59xx (Haswell-E) und Core® i7-69xx (Broadwell-E) unterstützt das D3348-B2 Mainboard auch die Broadwell-E-Prozessoren und Xeon® E5-16xx/26xx V4. Sie kommen mit einem Basistakt von bis zu 3,70 GHz, der sich durch die Version 2.0 der Intel™ Boost Technology bis zu 4,00 GHz steigern lässt. Bis zu 22 Rechenkerne inklusive Hyper-Threading für insgesamt 44 Threads, bis zu 55MB Cache und DDR4-ECC-Arbeitsspeicher sorgen für eine konkurrenzlose Performance. Die langzeitverfügbaren CPUs, die im Q1/2016 auf den Markt kamen, unterstützen bis zu 40 PCIe-Lanes, was die native Versorgung von zwei Grafikkarten mit vollen 16 PCIe-Lanes ermöglicht und so über die verschiedenen Standards, wie CUDA und OpenCL, massiv parallele Rechenoperationen ermöglicht. Der C612-Chipsatz von Intel™ bietet im Vergleich zum Consumer-Chip Intel™ X99 gerade für professionelle Anwendungen wie AOI-Systeme viele Vorzüge, darunter eine verlängerte Verfügbarkeit, ECC-Support, die Unterstützung der Intel™ Core® i7 und Xeon® Prozessoren, vPRO/iAMT Manageability und Trusted Execution Technology. Spezielle Features, wie Watchdog, 24/7 Design oder Erase Disk (eine BIOS-Funktion für das Löschen sensibler Daten auf der Festplatte mit sicherer Verschlüsselungstechnologie), klassifizieren das Fujitsu Mainboard zusätzlich als industrietauglich.

*Effiziente und zuverlässige  
Spannungsversorgung*

Eine hohe Zuverlässigkeit und große Redundanz ist auch bei der Spannungsversorgung von AOI-Systemen essenziell. Aus diesem Grund empfiehlt sich hierfür das Server-Netzteil FSP700-70RGHBE1 des Herstellers FSP. Es ist eines von ganz wenigen redundanten Netzteilen, das „80plus Gold“-zertifiziert ist, einen Wirkungsgrad von 90% bei 50% Last hat und in alle gängigen ATX-Gehäuse passt. Das PS/2-Netzteil entspricht den Standards ATX-12V für Desktops und EPS12V für Server und ist daher auch mit vielen IPCs und Rackmount-Server-Chassis im Format 3U und höher kompatibel. Damit sind redundant auch aktuelle Dual-GPU-Systeme zuverlässig und effizient mit Strom zu versorgen. Das Netzteil ist ausgelegt für eine 24/7-Nutzung bis 50°C Umgebungstemperatur. Durch seine Hot-Swap-Fähigkeit lässt sich das FSP700-70RGHBE1 ohne Ausfallzeiten auswechseln. Es ist vollständig redundant, beide Stromversorgungen sind mit unabhängigem Power-Pin-Out versehen. Im Normalbetrieb teilen sie sich die Last für eine effiziente und stabile Leistungsabgabe. Mit einem zweifach kugelgelagerten Lüfter, hochwertigen Kondensatoren, OCP (over current protection), SCP (short circuit protection), OVP (over voltage protection), FFP (fan failure protection) und LED-Alarm-Guard entspricht das Netzteil den Server-Grade-Anforderungen. ■

**HVC 4223F is the right choice**



For flexible and smart brushed/brushless/stepper motor control (sensored/sensorless)

ARM® Cortex™-M3 CPU	Comparators	References: Starpoint D/A Converter	Integrated Bridges including Diagnosis
LIN-UART+LIN-PHY/ LIN Current Sense		ADC	Temperature Sensors with Overtemperature Detection/Shutdown
Peripherals: PWM, Timer, CAPCOM, LIN UART, SPI...			A/D Converter
High-Side Power-Switch	Main- and Aux-Oscillator	Flash Memory and NVRAM	Voltage Regulation LDO + Buck Mode

Functional Safety (ASIL ready), ISO-Pulses, AEC-Q100, LIN 2.1 conform, EMC conformity certified to support OEM Specifications, ESD (8 kV @ LIN Port), -40 °C ≤ T<sub>j</sub> ≤ +150 °C

All-in-one single-chip motor control solution with high performance and optimized system efficiency

Micronas GmbH

Halbleiter mit integriertem EtherCAT

# Kommunikation in harter Echtzeit

*Durch die zunehmende Vernetzung der Arbeitswelt und Automatisierung der Industrie sind die Industrial-Ethernet-Protokolle auf dem Vormarsch. Die Bürowelt und die Welt der Fertigungsstraßen nähern sich damit weiter an – das Ethernet Protokoll, wie es am PC für die Internet-Kommunikation verwendet wird, lässt sich jedoch nicht eins zu eins in der Automatisierungstechnik einsetzen. Doch auch hierfür gibt es passende Lösungen.*



AUTOR:  
FINN BOETIUS,  
PRODUCT SALES MANAGER

**E**in entscheidender Unterschied zwischen dem Ethernet-Protokoll für Heimcomputer und jenen für die Industrie sind die Echtzeitanforderungen: Beide erfüllen diese, doch ersteres bietet lediglich eine sogenannte „weiche Echtzeit“. Das heißt, dass die Antwort zwar innerhalb eines spezifizierten Zeitraumes erfolgt, aber nur wenn das möglich ist. So kann es z.B. bei einem Videotelefonat vorkommen, dass die Daten nicht rechtzeitig ankommen. Dann ruckelt das Bild, aber die Teilnehmer können sich trotzdem sehen und verstehen. Das System funktioniert also noch.

Für die Ansteuerung z.B. eines Pick-and-Place-Roboters ist dies vollkommen inakzeptabel. Hier muss sich ein Greifarm auf einem vorgegebenen Pfad im Raum bewegen, evt. auch auf verschiedenen Achsen drehen, und zugreifen. Zur Antriebssteuerung werden mehrere Motoren in Einklang miteinander eingesetzt. Wenn ein Motor nicht genau in seinem Zeitfenster agiert, kommt der Arm zwar am richtigen Ort an, befindet sich aber auf dem Wege dorthin eventuell zur falschen Zeit am falschen Ort, so dass es zu Kollisionen oder gar Unfällen kommen kann. Deshalb ist hier harte Echtzeit gefordert, dass also die Antwort auf eine gestellte Reaktionsanfrage garantiert in einem vor-

gegebenen Zeitfenster umgesetzt wird. Das System ist somit deterministisch.

## *Echtzeit ist nicht gleich Echtzeit*

Ein Protokoll, das sowohl weiche als auch harte Echtzeitanforderungen erfüllt, ist EtherCAT. EtherCAT überzeugt durch sehr kurze Zykluszeiten und niedrigen Jitter. Im Gegensatz zu vergleichbaren Protokollen gibt es für EtherCAT Slaves eine dedizierte Hardware. Die Funktionsausführung wird auf Grundlage von Hardware-integrierten Funktionsblöcken (sogenannten IPs) realisiert, weil in Hardware realisierte Algorithmen um ein Vielfaches schneller sind. Die Bearbeitung der Nachrichten in Software würde zu zusätzlichen Latenzzeiten führen. In vielen Fällen wird diese Hardware durch einen zusätzlichen ASIC (meistens ET1200 oder ET1100 von Beckhoff) umgesetzt.

Die Integration von EtherCAT ist von der Komplexität her vergleichbar mit der Verwendung eines Feldbusses, bringt aber die Vorteile von Ethernet mit sich. Auf diese Weise lässt sich Ethernet einbinden, ohne dass sich der Entwickler mit Feinheiten wie SNMP oder TCP/

IP-Kommunikation und den damit entstehenden Problemen beschäftigen muss. Der eigentliche Protokollstack selber ist nicht mehr zeitkritisch. Er erfordert sehr wenig Rechenleistung vom Controller. Zudem bekommt man ihn kostenlos von der EtherCAT Technology Group, wenn man dort Mitglied wird. Auch diese Mitgliedschaft ist kostenlos.

Einige Halbleiterhersteller gehen sogar noch einen Schritt weiter – sie integrieren die von Beckhoff entwickelte EtherCAT IP in ihre Produkte. Die weltweit ersten Mikrocontroller mit integrierter EtherCAT IP hat Infineon auf den Markt gebracht: Der XMC4300 und der XMC4800 nehmen sogar noch die zusätzliche Latenz in der Kommunikation zwischen MCU und ASCII aus der Berechnung. Sie laufen mit einem ARM Cortex™ M4 auf 144 MHz. Der XMC4300 ist als Gateway Controller konzipiert und kann in weniger anspruchsvollen Applikationen den ASIC und den Controller ersetzen. Neben der Reduzierung der Kosten und der Bauteile-Anzahl ermöglicht er zudem eine vereinfachte Entwicklung. Dabei leistet Infineons Entwicklungsumgebung DAVE™ mit integrierter anwendungsbezogener App für die Programmierung der EtherCAT Slaves gute Dienste.

Der XMC4800 läuft mit demselben Core wie der XMC4300 auf 144 MHz, hat aber in Sachen Peripherie, Flash und RAM deutlich mehr zu bieten. So lassen sich mit ihm beispielsweise zwei industrielle Motoren gleichzeitig ansteuern, während der Controller die Kommunikation mit dem EtherCAT-Netz übernimmt.

Die meisten der aktuell eingesetzten EtherCAT Slaves sind auf der Grundlage eines 8-Bit-Controllers und eines ASICs für die Kommunikation aufgebaut. Der ASIC, bzw. das verwendete Modul, macht den Löwenanteil der Bauelementekosten aus. Ersetzt man die beiden Elemente durch einen vollintegrierten Controller-EtherCAT-Baustein, ergibt sich eine reduzierte Anzahl externer Bauelemente und somit niedrigere Materialkosten und Bestückungsfläche. Damit lässt sich kostengünstig mehr Intelligenz in die EtherCAT Slaves verlagern. Das bedeutet auch weniger Datenverkehr auf dem Bus, weil viele Daten bereits vor Ort bearbeitet werden. Ein CortexM4 mit integrierter Floating Point Unit zur Berechnung von Gleitkommazahlen bietet deutlich mehr Möglichkeiten als ein einfacher 8-Bit-Controller.

---

#### *EtherCAT für bestehende Applikationen*

---

Microchip ist einen etwas anderen Weg gegangen: Der LAN9252 ist ein 3-Port EtherCAT Slave Controller mit bereits zwei integrierten PHYs. Der LAN9252 ist im 9x9-QFN-Gehäuse verfügbar, somit kann zum Beispiel in einer bestehenden Applikation sehr platzsparend EtherCAT-Funktionalität ergänzt werden. Der LAN9252 lässt sich an fast alle Mikrocontroller einfach über SPI/SQI oder Parallelbus anschließen. Die SQI-Schnittstelle erlaubt einen hohen Datendurchsatz bei einfachem Platinenlayout. Der LAN9252 ist besonders interessant, wenn für eine neue Applikation bekannte Mikrocontroller zum Einsatz kommen sollen, um das Know-how in Form von fertig geschriebener und auf bestimmte Controller angepasste Software weiter nutzen zu können. Mitglieder der EtherCAT Organisation haben freien Zugriff auf den EtherCAT Stack. Der LAN9252 kann für einfache Applikationen, wie beispielsweise das Schalten oder Lesen von digitalen Ein- und Ausgängen, auch ohne zusätzlichem Mikrocontroller verwendet werden.

---

#### *Kombination mehrerer Protokolle*

---

Was ist aber, wenn eine zu entwickelnde Applikation nicht nur über EtherCAT kommunizieren soll? Dann wäre die Geräteentwicklung

in verschiedenen Versionen mit Kommunikation über EtherNet/IP, PROFINET oder ähnlichen Protokollen auf eine jeweils eigene Hardware angewiesen – mit allen damit verbundenen Folgekosten. Alternativ dazu ließe sich die komplette Hardware in einer Geräteversion darstellen. Dies würde jedoch dazu führen, dass je nach Version einige Elemente der Hardware ungenutzt bleiben.

Für diese Situation bringt Renesas eine Lösung ins Spiel: Der R IN32M3-EC ist ein SoC (System on Chip), das – ähnlich wie der LAN9252 von Microchip – die Kommunikation übernehmen kann und integrierte PHYs aufweist. Der R IN32M3-EC unterstützt jedoch nicht nur EtherCAT, sondern auch EtherNet/IP, PROFINET<sup>(RT)</sup>, Modbus TCP, CC-Link, CANopen sowie weitere Protokolle. So kann mit dem SoC eine Hardware entwickelt werden, die sich für verschiedene Protokolle eignet; lediglich die Software muss angepasst werden. Zudem kommt der R-IN mit einem eingebauten Beschleuniger für das Real-Time-Betriebssystem. Er reduziert die Reaktionszeit bei Protokollen mit Software Stack um mehr als das Fünffache einer konventionellen Softwarelösung. Der eingebaute Cortex™ M3 läuft auf 100 MHz und kann einem Host-Mikrocontroller einige Aufgaben abnehmen.

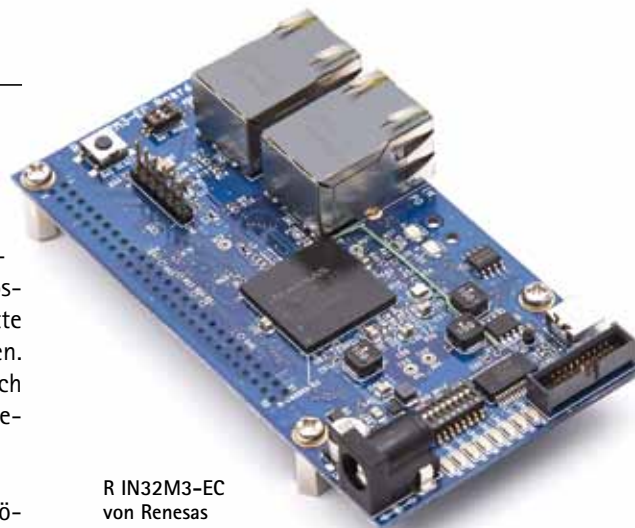
Nachdem der R-IN im Markt bereits erfolgreich ist, ist Renesas noch einen Schritt weiter gegangen und stellt mit dem RZ/T1-Mikroprozessor eine vollintegrierte Lösung bereit: Die komplette Multiprotokoll-Funktionalität des R-IN zusammen mit einem 600 MHz ARM Cortex™ R4F Real-Time-Kern, mit deterministischem Antwortverhalten, macht den RZ/T1 zu einem idealen Mikroprozessorbaukasten für Anwendungen im Bereich der High End Motor Control und der Industriekommunikation.

---

#### *Stacks für die EtherCAT-Kommunikation*

---

Auch Hersteller, die EtherCAT noch nicht als Hardware IP in ihre Produkte integriert haben, erkennen den Trend. So bietet STMicroelectronics zusammen mit Softwareanbietern verschiedene Stacks als Quellcode oder Binärdateien an, mit denen die STM32 Controller als EtherCAT Slaves verwendet werden können. Selbstverständlich ist hierfür zusätzliche Hardware erforderlich, da das EtherCAT-Protokoll in Hardware umgesetzt werden muss. Auch jede Kombination mit einem R IN oder LAN9252 ist möglich. Viele



R IN32M3-EC  
von Renesas

Entwickler wissen die Flexibilität, die eine Lösung aus Mikrocontroller mit separatem Transceiver bietet, zu schätzen, besonders wenn verschiedene Protokolle unterstützt werden sollen. Das große ARM Cortex™-Portfolio von STMicroelectronics enthält exakt den richtigen Controller für praktisch jede Applikation.

---

#### *Original-IPs von Beckhoff*

---

Auch für EtherCAT Master bietet das Rutronik Portfolio weitreichende Möglichkeiten. Es kann praktisch jeder Industrie-PC verwendet werden. Für einige Anwendungen mit höheren Anforderungen gibt es zum Beispiel PCI Karten für dedizierten Einsatz als EtherCAT Master. Die PCI-1203 von Advantech ist eine PCI-Karte für die Ansteuerung von bis zu 32 Achsen als Ready-to-use universal PCI Master.

---

#### *Komplette EtherCAT-Lösungen*

---

EtherCAT kommt meist in Umgebungen zum Einsatz, bei denen Zuverlässigkeit und Ausfallsicherheit unabdingbar sind. Die Störsicherheit und Kabellängen werden maßgeblich von der Signalqualität beeinflusst. Kostengünstige MEMS-Oszillatoren, wie beispielsweise der Microchip DSC100x, bieten hohe Zuverlässigkeit hinsichtlich FIT, Schock und Vibration sowie eine gute Temperaturstabilität bei extrem kleiner Bauform. Für sehr enge Toleranzen und sehr hohe Temperaturstabilität bieten sich Quarze oder Quarzoszillatoren an. Für einen 25MHz-Quarz kann man die FA-238 Serie von EPSON empfehlen. Für hochgenaue Applikationen kann man auf die Low-Jitter Oszillatorenserie SG-210STF zurückgreifen. Sofern die Ethernet PHYs nicht bereits in den EtherCAT-Lösungen integriert sind, sollte auch hier auf Qualität gesetzt werden. So verbindet beispielsweise der KSZ8061 hohe Störsicherheit mit Kabeldiagnose, geringer Emission und – besonders wichtig – extrem geringen Latenz- und Anlaufzeiten. ■

Flashspeicher

# NAND ist nicht gleich NAND

*SLC, MLC, TLC, 3D – NAND-Flashspeicher stehen in verschiedenen Technologien zur Auswahl. Diese zu kennen, hilft, den optimalen Speicher für eine Applikation zu finden.*

AUTOR: PATRICK TWELE,  
PRODUCT SALES MANAGER

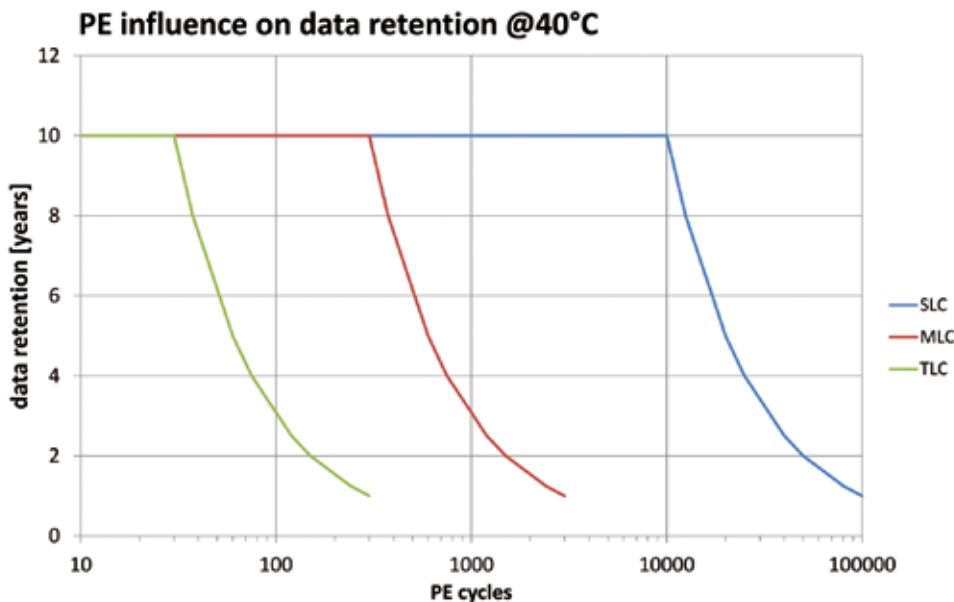


Abb. 1: Data Retention in Abhängigkeit zu P/E cycles

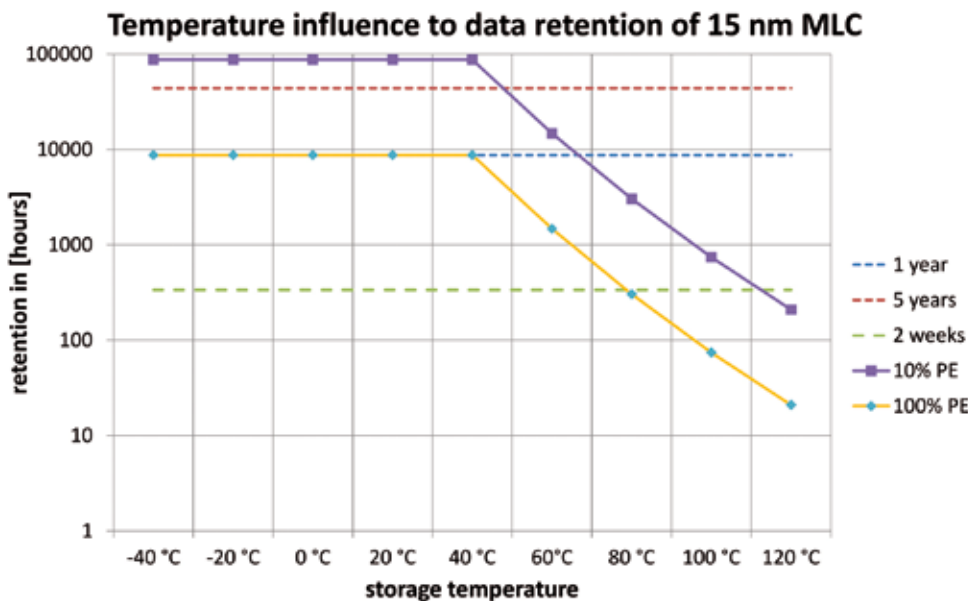


Abb. 2: Data Retention in Abhängigkeit zur Temperatur

**N**AND Flash ist ein nichtflüchtiger Speicher, auf dem Informationen auch ohne Stromzufuhr auf Dauer erhalten bleiben. Doch diese Dauer hat ihre Grenzen, Speicherzellen gehen defekt, sie können keine Informationen mehr aufnehmen und verlieren sogar die bereits gespeicherten. Jeder Flashspeicher speichert Informationen auf einem Floating Gate, das von einer isolierenden Oxidschicht umgeben ist. Beim Schreiben, Löschen und Lesen werden mittels elektrischer Spannung Elektronen in das Floating Gate bewegt. Dabei nutzt sich jedoch die Isolation ihrer Oxidschicht ab, was dazu führt, dass die zuvor bewegte Ladung wieder abfließt – die Speicherzelle ist defekt. Daraus ergibt sich eine begrenzte Anzahl an Schreib- beziehungsweise Löschkzyklen (P/E cycles). Wie lange Informationen in einer Zelle gespeichert bleiben (Data Retention), hängt von der Anzahl der P/E cycles ab, aber auch von der Umgebungstemperatur und der verwendeten Flashtechnologie.

Die Flashtechnologie SLC (single-level cell) vermag ein Bit pro Zelle zu speichern. Dies bedeutet, dass auf dem Floating Gate zwei verschiedene Spannungsniveaus dargestellt werden: geladen oder ungeladen. Ihre Unterscheidung fällt leicht und ist daher kaum fehleranfällig. So bietet diese Technologie bis zu 100.000 P/E cycles vor einem Datenverlust. Nachteil ist jedoch der relativ hohe Preis pro Bit. Um ihn zu senken, müssen sich mehr Daten auf einer Zelle speichern lassen, das heißt die Bitanzahl muss erhöht werden. Um das zu erreichen, wird die in einer Speicherzelle hinterlegte Ladungsmenge feiner dosiert und beim Auslesen exakter ausgewertet.

Bei der MLC-Technologie (multi-level cell) können zwei Bit pro Zelle gespeichert werden. Das bedeutet vier verschiedene Spannungsniveaus auf dem Floating Gate. Da sie sich schwerer unterscheiden lassen, steigt die Fehlerwahrscheinlichkeit. So sind hier lediglich 3.000 P/E cycles zu erwarten.

Eine Abwandlung von MLC ist die eMLC-Technologie. Bei ihr werden weniger Elektronen durch die verschiedenen Spannungsniveaus bewegt. Damit erhöhen sich die P/E cycles auf bis zu 30.000, gleichzeitig sinkt



jedoch die Data Retention. Bei der MLC im SLC-Betriebsmodus (Pseudo-SLC, SuperMLC, SLC Lite usw.) handelt es sich um eine MLC-Technologie, die wie eine SLC-Technologie angesprochen wird: Es werden nur zwei Bit pro Zelle verwendet, so dass weniger Spannungsniveaus unterschieden werden und die Fehleranfälligkeit sinkt. Hier sind ca. 20.000 P/E cycles möglich.

Die Flashtechnologie TLC (triple-level cell) kann drei Bit pro Zelle speichern, das heißt, es sind acht Spannungsniveaus auf dem Floating Gate möglich. Sie klar zu unterscheiden, ist sehr aufwendig und entsprechend fehleranfällig. Damit sinkt die Zahl der erwartbaren P/E cycles auf 600 bis 900.

Das Shrinken ist ein weiterer Schritt in der Flash-Herstellung, um die Kosten pro Bit zu senken. Dabei werden die NAND-Strukturen in immer kleineren Dimensionen angelegt, um effizienter produzieren zu können. Dadurch schrumpft auch das Floating Gate und seine Oxidschicht – und damit auch die Isolation.

Das heißt: Alle Methoden zur Reduzierung der Produktionskosten ziehen eine qualitative Verschlechterung des Flashspeichers nach sich: Die Bitfehlerrate steigt, gleichzeitig nehmen die P/E cycles ebenso ab wie die Performance und die Data Retention. Um aus den qualitativ schlechteren Flashs einen industriellen Speicher zu machen, ist deshalb ein zunehmend komplexeres Speichermanagement notwendig.

Flashspeicher  
für die Industrie

Ein Flashspeicher beinhaltet neben der Speicherkomponente auch einen Controller mit Firmware, der das Management übernimmt. Diese Managementfunktionen (Features) erfüllen Aufgaben, die im industriellen Umfeld unerlässlich sind:

- **Wear Leveling** sorgt für eine gleichmäßige Verwendung aller Speicherzellen, indem die am wenigsten abgenutzten beschrieben werden.

- **Paged Based Mapping** reduziert beim Speichern von Daten die tatsächlich geschriebene Menge an Daten auf dem Flash. Da architekturbedingt immer ganze Speicherblöcke angesprochen werden, kann die geschriebene Datenmenge viel höher sein als die Menge, die eigentlich gespeichert werden sollte.

- **Auto Refresh** führt in einem nichtaktiven Moment einen Scan aller Speicherzellen durch und überprüft die Qualität der gespeicherten Informationen auf einen Grenzwert. Wird dieser überschritten, werden die beinhaltenen Informationen auf einen anderen Block kopiert. So bleiben auch selten verwendete Informationen erhalten.

- **Read Disturb** zählt die Anzahl der Lesezugriffe auf eine Speicherzelle und kopiert beim Erreichen einer bestimmten Menge den Inhalt auf eine andere. Da bei jedem Lesen einer Speicherzelle sowohl die Zelle selbst als auch umliegende Zellen beeinträchtigt werden, schützt eine solche Obergrenze vor Datenverlust.



Embedded  
Solutions

**electronica 2016**  
inside tomorrow  
Messe München, November 8 – 11, 2016

Visit us!  
Hall A6, Booth 451



The most professional choice.



e-commerce  
leicht gemacht



[www.rutronik24.com](http://www.rutronik24.com)  
28,5 Milliarden Bauteile  
sofort versandbereit

Schneller  
Individueller  
Komfortabler

SCHWERPUNKT | EMBEDDED

Flash Type	SLC	E-MLC	MLC	TLC
Bit per Cell	1 Bit	2 Bit	2 Bit	3 Bit
Design Structure	21 nm	2x nm	15 nm	15 nm
Structure Change	~36 months	~24 months	~12 months	12 months
Data Retention	Up to 10 years 1 year @ life end	Up to 10 years 3 months @ life end	Up to 10 years 1 year @ life end	Up to 10 years 1/2 year @ life end

	1 year @ life end	3 months @ life end	1 year @ life end	1/2 year @ life end
Program/Erase P/E Cycle	Up to 100.000	30.000	3.000	600 to 900
Industrial Temperature Range	x	x	x	-
Low Power Consumption	xx	x	x	-
Cost per GB	-	x	xx	xxx
Write Performance	xxx	x	x	-

	Density	Performance	Endurance	Power Consumption	Manufacturing Process
2D NAND	Low	Low	Low	High	Simple
3D NAND	High (2x)	High (2x)	High (3-10x)	Low	Complex

Quelle: Transcend

- **Read Retry** wiederholt einen Lesezugriff, falls nicht korrigierbare Fehler auftreten. Dieser zweite Versuch findet mit unterschiedlichen internen Spannungsniveaus statt. Das schließt Fehler aus, die aufgrund unterschiedlicher Temperaturen zwischen Lesen und Schreiben entstehen.
- **Power Fail Protection** schützt Daten bei einem unerwarteten Spannungsabfall. Dies kann über die Firmware oder durch Kondensatoren gewährleistet werden.

Fokus auf die Industrie

Entscheidend für den Industrieinsatz ist auch eine fixed BoM (Bill of Material) in Kombination mit einem PCN Handling (Product Change Notification). Vor der Serienfertigung eines Flashspeichers werden alle verwendeten Bauteile auf ihre industrielle Tauglichkeit geprüft. Eine 100% fixed BoM garantiert, dass die gesamte Hard- und Software des Speichers identisch ist mit den vorab getesteten. Denn Änderungen eines Bauteils oder der Firmware können je nach Applikation schwerwiegende Auswirkungen haben.

Um dem entgegenzuwirken, kommunizieren Hersteller, die sich auf den Industriemarkt fokussieren, diese Änderungen vorab in einer

PCN. Somit haben Kunden genügend Zeit, um Tests durchzuführen und gegebenenfalls Alternativen zu finden. Angaben zum Last Time Buy sowie zum End of Life sind hier ebenfalls festgelegt. Technologische Weiterentwicklungen wie beispielsweise das Shrinken stoßen an physikalische Grenzen. Anfängliche 70-nm-Strukturen der Flashzellen wurden bis auf heutige 15 nm reduziert und haben damit ein Maß erreicht, das sich kaum noch kleiner dimensionieren lässt. Statt dies weiter voranzutreiben, wurde die zweidimensionale Anordnung der Flashzellen grundlegend verändert und in die dritte Dimension erweitert. Diese 3D-NAND-Technologie stapelt Schichten aus Speicherzellen vertikal und erzeugt so eine weit höhere Speicherdichte, als es zweidimensional möglich wäre. Im Vergleich zu 2D-NAND ergeben sich damit kleinere Formfaktoren, weniger Stromverbrauch, weit höhere Kapazitäten und eine höhere Endurance.

Erste 3D-NAND-Flashspeicher hat Intel im dritten Quartal 2016 auf den Markt gebracht, weitere Partner von Rutronik werden ab dem ersten Quartal 2017 folgen. Rutronik bietet alle momentan auf dem Markt verfügbaren Formfaktoren und Kapazitäten und wird dies auch in Zukunft tun. – Als Partner von Intel, Swisbit, Apacer, Toshiba und Transcend steht Rutronik in engem Kontakt mit allen führenden Herstellern.

BIG IDEAS  
FOR EVERY SPACE

# RENESAS SYNERGY™ – THE WORLD'S FIRST QUALIFIED EMBEDDED MCU SOFTWARE PLATFORM.

**Develop from the API and focus on what you do best – Innovation!**

Renesas Synergy™ is a comprehensive qualified and supported platform that integrates a feature rich software suite, a scalable family of microcontrollers and a complete integrated solution development environment.

**RENESAS** synergy™

Accelerate. Innovate. Differentiate.

**Start development from the API and focus your resources on innovation!**

- Improve your time to market
- Reduce total cost of ownership
- Break down barriers to entry
- Qualified, warranted and supported by Renesas

**FIND OUT MORE AT**  
[www.renesassynergy.com](http://www.renesassynergy.com)

**RENESAS**

OLEDs

# Unendliche Möglichkeiten

*In Science Fiction und Zukunftsvisionen spielen Displays häufig eine große Rolle. Inzwischen sind wir in dieser Zukunft angekommen: OLEDs ermöglichen dünne, flexible, und transparente Displays auch in neuen Formen – und schaffen damit enormen Spielraum, um bestehenden Anwendungen zusätzliche Möglichkeiten zu verleihen oder völlig neuartige Produkte zu kreieren.*

AUTOR:  
NIKOLAI SCHNARZ,  
PRODUKTMANAGER DISPLAYS  
& MONITORS



Noch basieren die meisten Displays auf der LCD- (liquid crystal display) oder TFT- (thin-film transistor, Dünnschichttransistor) Technologie. Doch vor allem wenn es eine besonders innovative Anzeige sein soll, sehr spezifische Anforderungen vorliegen oder große Diagonalen realisiert werden soll, kommen immer häufiger OLED- (organic light emitting diode) Displays zum Einsatz. Sie nutzen organische Materialien, die bei Stromzufuhr Licht abstrahlen. Im Gegensatz zu TFTs sind sie also selbstleuchtend und benötigen keine Hinterleuchtung. Was

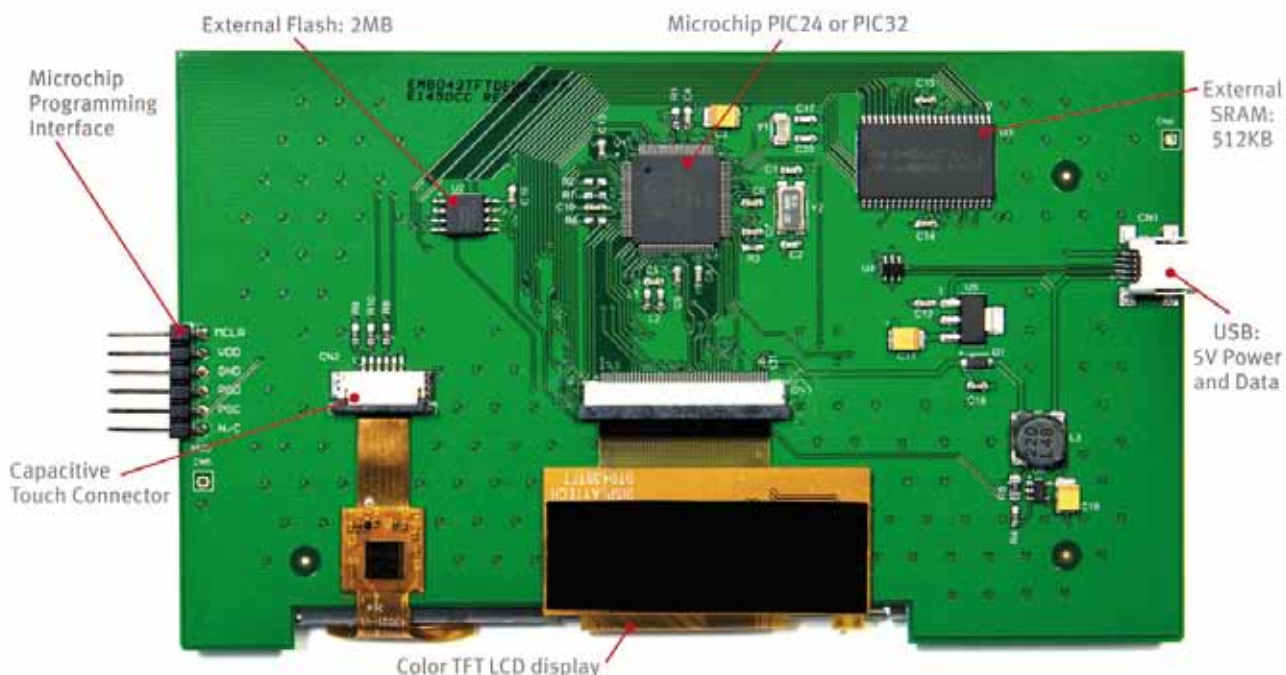
ihrem Durchbruch derzeit noch im Wege steht, ist ihre relativ geringe Lebensdauer. Einzelne OLEDs bringen es bereits auf über 30.000 Stunden, weitere Entwicklungen werden die Lebensdauer noch erhöhen. Außerdem arbeiten die Hersteller daran, ihre Lichteffizienz auf über 30 Prozent zu steigern.

Anfangs basierten OLEDs vor allem auf starren Glasträgern, heute finden sich, zum Beispiel in Smart Watches, bereits gebogene Displays oder sogar runde Varianten, wie sie beispielsweise DLC anbietet. Mittels Dünnschicht-

Verkapselung lassen sich noch dünnere und flexiblere Metall- und Glas-basierte OLEDs realisieren. Nach Art der Ansteuerung unterscheidet man Passiv Matrix OLEDs (PMOLEDs) und Aktiv Matrix OLEDs (AMOLEDs):

## Passive-Matrix-OLEDs

PMOLEDs nutzen zur Ansteuerung ein einfaches sequenzielles Kontrollschema. Dieses steuert eine Reihe (oder Linie) des Displays nach der anderen an. Da PMOLEDs keinen



Speicher Kondensator enthalten, sind die meisten Pixelreihen für den Großteil der Zeit aus. Um trotzdem eine gewisse Helligkeit zu erzielen, ist eine höhere Spannung erforderlich. Dies bringt einige Mankos mit sich: PM-OLEDs sind nicht besonders energieeffizient, zudem haben sie aufgrund der relativ hohen Spannung eine geringe Lebensdauer. Auch hinsichtlich Auflösung und Größe setzt diese Tatsache Grenzen, denn die erforderliche Spannung steigt mit der Anzahl der Reihen. So sind PMOLED-Displays typischerweise nicht größer als 3 Zoll.



Ihr großer Pluspunkt ist der geringere Preis dank einfacher und kostengünstiger Herstellung. Einige Hersteller bieten bereits flexible PMOLED-Displays, die zum Beispiel in Fitness-Armbändern zum Einsatz kommen. Auch transparente Modelle sind verfügbar.

#### *Aktiv-Matrix-OLEDs*

AMOLEDs nutzen einen Dünnschichttransistor mit Speicher Kondensator. Der Kondensator sorgt dafür, dass sich immer nur eine Pixelreihe ändert, alle anderen leuchten die ganze Zeit. Dadurch benötigen AMOLEDs weniger Energie als PMOLEDs, erzielen kürzere Bildwiederholraten und erlauben größere Displays mit höherer Auflösung. Ihre Herstellung ist jedoch aufwändiger, was zu teureren Endprodukten führt. Eine Sonderform sind Folien-AMOLEDs, die gebogene Displays ermöglichen. Sie basieren auf einem flexiblen Kunststoffsubstrat, das die OLED kaum gegen Beschädigungen durch Feuchtigkeit und Sauerstoff schützt. Mit optimierten Sperrschichten verbessern Hersteller die Dichtigkeit.

#### *Gute Aussichten*

Aktuell finden sich OLEDs vor allem als Smartphone-Displays und anderen Konsumelektronik-Produkten, in medizinischen Geräten und als Beleuchtungslösungen sowie im Auto, zum Beispiel als Dashboard und Innenbeleuchtung sowie für ganz neue Applikationen wie Head-up-Displays und digitale Innen-Rückspiegel. Gelingt es den Herstellern, die Energie- und Lichteffizienz der OLEDs zu steigern, werden sie sich in den kommenden Jahren in immer mehr Anwendungen durchsetzen und die Fantasie der Entwickler für Neuheiten in vielen Märkten beflügeln. ■

## Nesscap Ultracapacitors introduces **NEW Product Generation**



- › **Highly Efficient Rugged Mechanical Design**  
Exceptional shock and vibration performance
- › **Low Equivalent Series Resistance**  
Patented electrode technology with lowest ESR
- › **Wide Temperature Range**  
Extremely reliable performance from -40°C to +65°C
- › **Long Operational Life**  
1,000,000 cycles  
(nominal voltage down to half voltage)
- › **Industry standard 60mm design**  
Ease of use for integration or replacement  
of current large cell designs

#### **Various potential applications, such as:**

Wind Pitch Control, Railway & Tram, Automotive, Grid, Back-Up Power, Cranes, AGV, Hybrid Truck & Bus etc.

More information about Nesscap Ultracapacitors:  
[info@nesscap-energy.de](mailto:info@nesscap-energy.de)

Drahtloses Sensorsystem mit kinetischem Energiewandler in Schraubenform für Nutzfahrzeuge

# Forschungskooperation der TU Chemnitz mit IK Elektronik GmbH

*Im Mittelpunkt der Forschung und Entwicklung steht ein drahtloses Sensorsystem integriert in einer Schraube, das Sensorsignale misst, verarbeitet und an ein Messdatenverarbeitungssystem sendet.*

AUTOR:  
ANDREAS MÄGLER,  
LEITER STRATEGISCHES MARKETING

**D**as elektronische System in der Schraube arbeitet ohne Batterie, wandelt kinetische Energie von Vibrationen am Befestigungselement in elektrische Energie um und verwendet diese Energie zur Signalaufbereitung und -verarbeitung. Äußerlich unterscheidet sich der Sensor nicht von einer herkömmlichen Schraube.

### Einsatzgebiete mit robuster Konstruktion

Das wichtigste Anwendungsszenario ist der Einsatz der Schraube in Fahrzeugen an unterschiedlichen Einbaustellen. Beispiele für die Anwendung des Systems sind Gurtschlösser, Anhängerkupplungen und insbesondere Sensoren rund um das Getriebe und den Motor des Fahrzeugs. Auf die Schraube selbst dürfen Staub und Spritzwasser keine Auswirkungen haben, ein Einsatz in robuster Umgebung muss möglich sein. Das Gehäuse muss deshalb weitestgehend hermetisch dicht sein.

Auch in Anbetracht unterschiedlicher möglicher Umgebungstemperaturen bedingt durch Winter- / Sommerbetrieb und den Einsatz in

unterschiedlichen geographischen Breiten des Fahrzeugs, muss das System stabil und unabhängig von Temperatureinflüssen sein, insbesondere im Hinblick auf die Ausdehnung des Materials. Angesichts des begrenzten Platzes sollte das System so klein wie nur möglich sein.

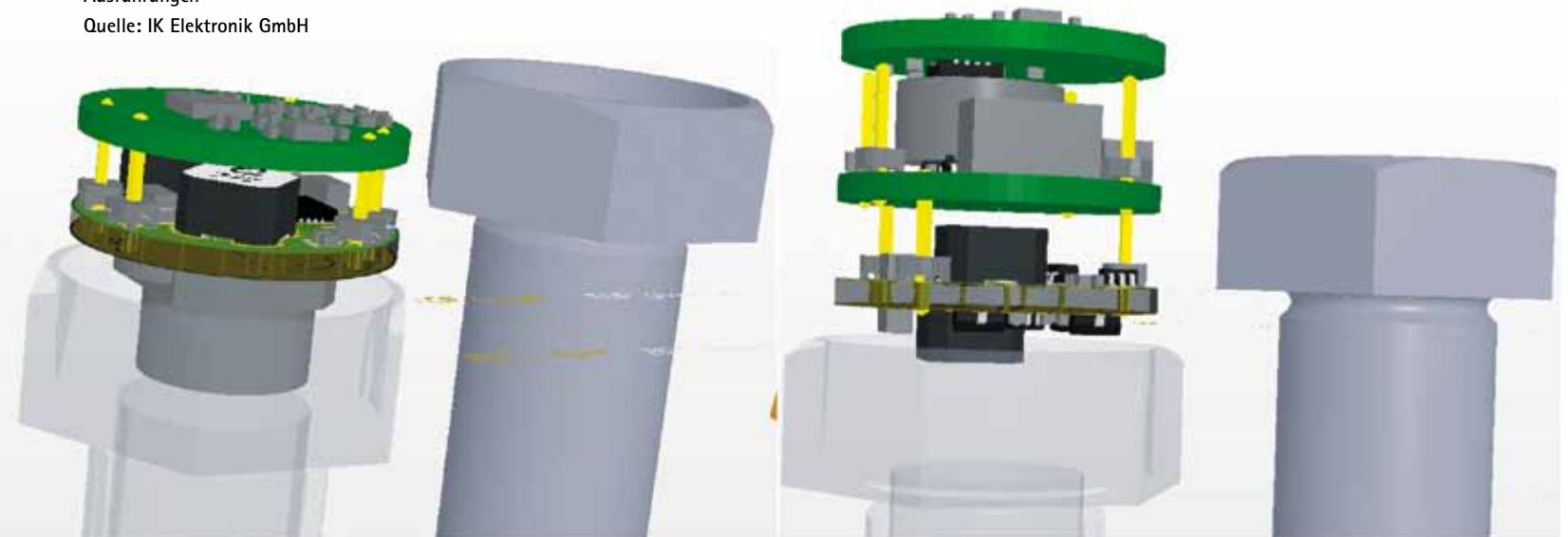
Vibrationen in Fahrzeugen treten mit unterschiedlichen Amplituden und Frequenzen auf. Energiewandler erzeugen demzufolge Wechselspannungen mit unterschiedlicher Amplitude und Frequenz. Insbesondere bei nur sehr geringen Vibrationsamplituden treten sehr kleine Wechselspannungen auf.

### Herausforderungen bei der Entwicklung

Herkömmliche Gleichrichter können sehr kleine Spannungen nicht ohne größere Verluste gleichrichten. Erforderliche Boost-Converter müssen einen hohen Wirkungsgrad und ein gutes Startverhalten aufweisen. Energiewandler und Energiemanagement müssen für bestimmte Vibrationsfrequenzbereiche optimiert werden. Zudem stellen die mechani-

Abb.1: Anordnung der Elektronik in der Sensorschraube in verschiedenen Ausführungen

Quelle: IK Elektronik GmbH



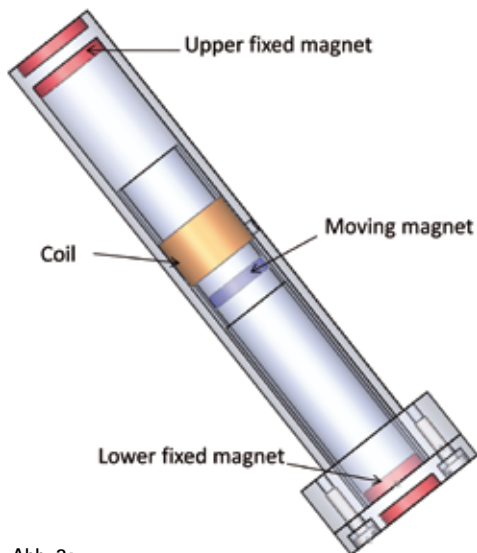


Abb. 2:  
Beispiel eines mechanischen Aufbaus  
eines Energiewandlers mit den fixierten  
und beweglichen Elementen

schen Vorgaben und der Einsatz in metallischer Umgebung große Herausforderungen bei der Entwicklung des Energiewandlers dar. Die Herausforderung bei der Entwicklung der Elektronik für IK Elektronik bestand darin, aus geringsten Wechselspannungen mit möglichst hohem Wirkungsgrad eine verwendbare Gleichspannung zu erhalten und die Energie in geeigneter Weise zu speichern. Je nach Menge der gespeicherten Energie kann dann eine angeschlossene Elektronik mehr oder weniger lange betrieben werden. Die meisten angewandten Methoden der Energiegewinnung aus Schwingungen basieren auf elektrodynamischen, piezoelektrischen, elektrostatischen oder elektromagnetischen Prinzipien.

Für den Einsatz in einer Schraube ist ein elektrodynamischer Energiewandler, bestehend aus zylindrischem Magneten und um-

gebender Spule, eine gute Wahl, weil er, bei abgestimmtem System, eine große Resonanzüberhöhung aufweist. Die Umwandlung der Umgebungsschwingungen in elektrische Energie beruht auf der Relativbewegung zwischen Magnet und Spule nach dem Faraday'schen Gesetz. In der Literatur findet man verschiedene Arten der elektrodynamischen Energiegewinnung, die nach ihrem mechanischen Aufbau des Feder-Masse-Systems unterteilt werden können: Verwendung von Biegebalken, magnetische Feder oder Spiralfeder.

*Mechanischer und elektrischer  
Aufbau*

IK Elektronik entwickelte den Prototypen einer Baugruppe, welche im Kopf einer Schraube untergebracht ist. Dieser enthält die Gleichrichter und Spannungsvervielfacher, Speicherkondensatoren und Energiemanagementschaltung, Mikrocontroller mit Sensorapplikation (Kontaktsensor, Temperatur- und Drucksensor), Funktransceiver und Antenne.

Durch Kombination mit dem elektrodynamischen Energiewandler der TU Chemnitz in einer Schraube sind verschiedene Anwendungen denkbar. Je nach Vibrationsenergieangebot in der jeweiligen Zielumgebung kann die Funktionalität optimiert werden.

Es wurden verschiedene Lösungen für den Aufbau des Energiewandlers untersucht. Bei Anwendung des Magnetfederprinzips wurden zwei Konzepte vorgeschlagen. Die von der Professur für Mess- und Sensortechnik (MST) der Technischen Universität Chemnitz entwi-

ckelte Lösung verwendet einen beweglichen Magneten zwischen zwei fest fixierten Magneten zur Erzeugung eines variablen Magnetfelds in Abhängigkeit von den Umgebungsschwingungen. In diesem Aufbau sind die Spule und ihre Anschlüsse fest, dadurch erreicht man eine höhere Zuverlässigkeit bei der Energieumwandlung.

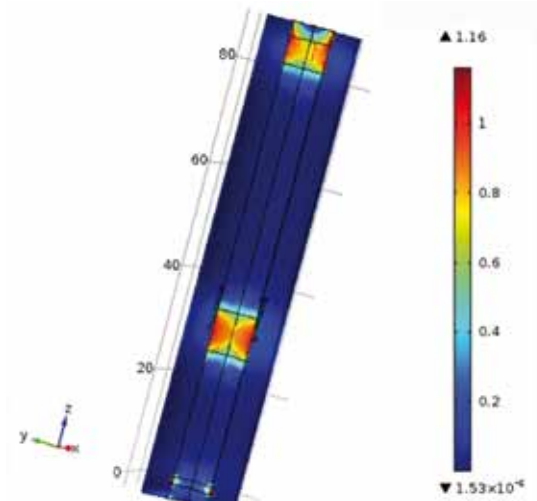


Abb. 3.:  
Finite-Elemente-Analyse der Magnetfeldverteilung  
des Energiewandlers im Sensorsystem

Die Energieausbeute des Wandlers hängt hauptsächlich von der Magnetgröße und der magnetischen Feldstärke, der Anzahl und dem Durchmesser der Spulenwicklungen und der Anregungsfrequenz und amplitude ab, unabhängig von der verwendeten Konfiguration, das heißt beweglicher Magnet oder bewegte Spule. Beim Entwurf des Energiewandlers wurde die FEM-Analyse (Finite-Elemente-Methode) verwendet und kann an unterschiedliche kinetische Profile und Größen angepasst werden.

Anzeige

BRINGING STRATEGIC INNOVATION AND  
INDUSTRIAL TECHNOLOGY TO OUR CUSTOMER

**Panasonic**

Es wurden zwei Prototypen von der Technischen Universität Chemnitz für den Einsatz eines beweglichen Magneten angefertigt, und die Leerlaufspannung für die Systeme wurde gemessen. Der angewandte Versuchsaufbau besteht im Einsatz eines Schwingenerregers als künstliche externe Schwingungsquelle, überwacht von einem Lasersensor, der die verwendete Auslenkung und Frequenzanregung misst. Zusammen mit dem Lasersensor, einem Regler und einem Verstärker wird der Schwingenerreger in einem geschlossenen Regelkreis betrieben, mit dem die Schwingungsamplitude kontrolliert werden kann. Die Versuche wurden für eine Schwingungsamplitude von 0,5 mm, 1 mm und 2 mm in einem Frequenzbereich von 5 bis 30 Hz durchgeführt (Abb.4).

Die Resonanzfrequenz des vorgesehenen Aufbaus liegt im Bereich von 25–30 Hz, je nach verwendeter Spule und Anregungsamplitude. Durch die Anwendung des Magnetfederprinzips kann die Resonanzfrequenz relativ leicht auch auf andere Werte eingestellt werden. Wie die Messwerte zeigen, wurden Leerlauf-Spitzenspannungen über 500 mV erreicht.

Forschungskooperation

Diese Arbeit ist ein Kooperationsprojekt mit dem Titel „Drahtloses Sensorsystem mit kinetischem Energiewandler in Schraubenform für Nutzfahrzeuge“ zwischen der Technischen Universität Chemnitz, Professur für Mess- und Sensortechnik (MST) und IK Elektronik, unterstützt durch das Zentrale Innovationspro-



Kurzprofil  
**IK Elektronik**

IK Elektronik hat sich seit Gründung im Jahr 1996 zu einem der führenden deutschen Dienstleister für die Entwicklung und Fertigung von kundenspezifischen Hochfrequenz- und Funkbaugruppen und -geräten entwickelt. 15 Ingenieure an den Standorten Muldenhammer und Dresden entwickeln Funkprodukte in den Bereichen Smart Home, Smart Grid, Smart Metering, Antennen, Automatisierungstechnik und vieles andere mehr. Das Leistungsspektrum von IK Elektronik in der Entwicklung reicht von Elektronik- und Hochfrequenzentwicklung über Softwareentwicklung und Konstruktion bis hin zum Prüfmittelbau. Ein eigenes Musterbauzentrum realisiert auch kleine Stückzahlen und komplexe Geräte, im hauseigenen Antennenmessraum können Abstrahlungsmessungen bis 6 GHz durchgeführt werden.

Die leistungsfähige Elektronikfertigung von IK Elektronik bestückt mit mehreren SMT-Linien-Platinen, montiert Geräte

und prüft Baugruppen. Mit hohen Qualitätsstandards bearbeitet IK Elektronik anspruchsvolle Aufgaben besonders im Bereich Hochfrequenz- und Funktechnik. Mehr als 300 Produkte wurden bei IK Elektronik bisher entwickelt, eine ähnliche Anzahl von Produkten wird in Stückzahlen zwischen 10 Stück und 1 Mio. Stück pro Jahr gefertigt. IK Elektronik wurde 2014 mit dem „Großen Preis des Mittelstandes“ ausgezeichnet und feiert im Jahr 2016 sein 20-jähriges Bestehen.

**Kontakt:**

IK Elektronik GmbH  
Dipl.-Ing. (FH) André Volkmar  
volkmar.andre@ik-elektronik.com  
Friedrichsgrüner Straße 11-13  
08262 Muldenhammer



gramm Mittelstand (ZIM) des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi).

Rutronik unterstützt die beiden Forschungspartner in der Applikationsberatung rund um die elektronischen Bauelemente, insbesonde-

re im Bereich der Sensoren und Wireless-Produkte (Rutronik SMART), und arbeitet im Rahmen von Bachelor- und Masterarbeiten mit der Professur Mess- und Sensortechnik der Technischen Universität Chemnitz als Industriepartner eng zusammen.

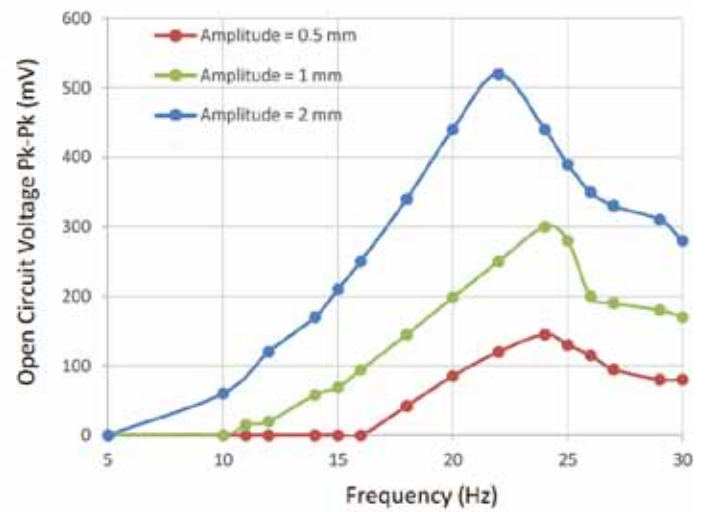
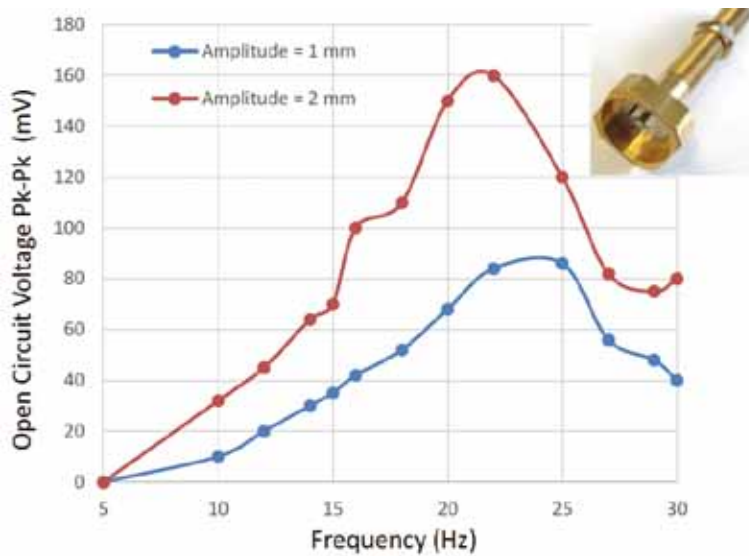


Abb.4: Leerlauf-Ausgangsspannung des entwickelten Magnetfeder-Energiewandlers  
(a) für Anregungsamplituden von 1 mm und 2 mm bei einem Drahtdurchmesser von 0,2 mm.  
(b) für Anregungsamplituden von 0,5 mm, 1 mm und 2 mm bei einem Drahtdurchmesser von 0,09 mm.





Kurzprofil

## Technische Universität Chemnitz

Die TU Chemnitz steht für exzellente Forschung. Bereits heute werden die drängenden gesellschaftlichen Fragestellungen der Zukunft mit den Kernkompetenzen Materialien und Intelligente Systeme, Ressourceneffiziente Produktion und Leichtbau, Mensch und Technik auf die Agenda gesetzt und durch Ergebnisse der Grundlagenforschung und der anwendungsorientierten Forschung zu aussichtsreichen Lösungen geführt. Die TU Chemnitz beteiligt sich seit 2012 an der Bundesexzellenzinitiative mit dem ersten und einzigen Bundesexzellenzcluster auf dem Gebiet der Leichtbauforschung.

Forschungsschwerpunkt der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik sind die Mikrosystemtechnik und Nanoelektronik, Smart Systems Integration (Miniaturisierung von Komponenten und

Systemen, Sensoren, Aktoren, Schaltkreise), Entwurf, Technologie, Test und Applikation von Komponenten und Systemen, Intelligente Sensoren auf Basis von neuartigen Technologien, Schnittstellen zwischen Nano-, Mikro- und Makrowelt sowie die Zuverlässigkeit von Komponenten und Systemen.

Die Professur für Mess- und Sensortechnik verfügt über eine langjährige umfassende Erfahrung im Bereich der Sensorik, Systementwurf, Signalverarbeitung und Embedded Systems. In der Forschung wird auf die Bereiche drahtlose energieautarke Sensoren, die Impedanzspektroskopie, Nanokompositsensoren und die Energiespeicherdiagnose fokussiert. Durch enge Kooperationen mit Industrieunternehmen konnten bereits verschiedenste Ergebnisse der Grundlagenforschung in Produkte

umgesetzt, so zum Beispiel drahtlose Sensorsysteme im Industrieumfeld und im Bereich der Umweltüberwachung, Messgeräte zur Kabeldiagnose, Batteriemanagementsysteme oder taktile Sensoren.

**Kontakt:**

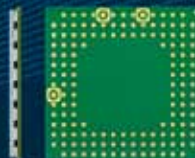
Prof. Dr.-Ing. Olfa Kanoun  
mst@tu-chemnitz.de  
www.tu-chemnitz.de/etit/messtech/  
Technische Universität Chemnitz  
Elektrotechnik und Informationstechnik  
Professur für Mess- und Sensortechnik  
Reichenhainer Straße 70



Anzeige

# THE IoT SIMPLIFIED

## Experience Class-Leading, Module-Level Solutions Including Bluetooth, LTE CAT-1 and GNSS-DR



Learn more now:  
[www.telit.com/all-the-modules-you-need](http://www.telit.com/all-the-modules-you-need)



IoT SoCs und SoMs

# One-Chip Wonder

*Soll das „dumme“ Gerät smart werden, muss sich der Entwickler mit Trusted Gateways, E2E-Verschlüsselung, Private- und Public-Keys, Funkprotokollen und -profilen sowie der RED-Verordnung auseinandersetzen. Doch es gibt IoT-Einchip-Lösungen, die alle Facetten berücksichtigen. Der Überblick zeigt, ob diese ihre Versprechen wirklich halten, und welche Stolpersteine lauern.*

AUTOR:  
BERND HANTSCHKE,  
BEREICHSLIETER EMBEDDED & WIRELESS

*Die Einstiegsklasse:  
M0 Core Systeme*

Ein kleiner ARM Cortex M0 bzw. M0+ Kern genügt für viele Anwendungen. Damit lassen sich Messdaten in die Cloud übermitteln, um Rückschlüsse auf Verschleiß und Nutzungsverhalten zu ziehen und eine Fernjustierung durchzuführen. Mit Over The Air Updates können Firmware, Funkstacks und Applikationscode aktualisiert werden, um auf neue Gesetze, Bugs oder Sicherheitsbedrohungen auch im After-Sales zu reagieren. Häufig dient das Smartphone als erste Anlaufstelle in Richtung Internet. Dazu bietet sich die energieeffiziente Bluetooth-Low-Energy-(BLE-)Schnittstelle an. Hierfür sind folgende One-Chip Wonder beliebt:

Den Marktführer bei BLE-Anbindungen stellt Nordic Semiconductor mit dem nRF51822. Die Produktfamilie ist mit 16 oder 32 kB RAM verfügbar, mit 128 oder 256 kB Flash sowie im QFN- oder WLCSPP-Gehäuse. Die Hardware ist auf niedrigen Energieverbrauch ausgerichtet und wird von den hauseigenen Bluetooth-Stacks sowie vielen applikationsspezifischen SDKs und hervorragendem Support ergänzt. Der Erfolg dieser IC-Familie und ihr umfangreiches Softwareangebot haben auch Modulhersteller auf den Plan gerufen:

Fujitsu fokussiert mit seinen nRF51822-basierenden Modulen eher Kunden mit größeren Produktionsambitionen.

Dynastream verwendet mit dem nRF51422 die größere Schwester des nRF51822. Somit unterstützen die Module der N5-Familie zusätz-

lich die SoftDevices S210 und S310. Während das S210-Protokoll ein reiner ANT Stack ist, stellt das S310 die entsprechende Multiprotokollvariante zur gleichzeitigen Nutzung von ANT und BLE dar. Dies ist sinnvoll, um ein energiesparendes ANT-Maschennetzwerk mit einem Apple iPhone zu verbinden, das selbst kein ANT unterstützt.

RF Digital führt neben den nackten nRF51822-Variationen die RFDuino-Familie. Bei dieser ist das S110 SoftDevice vorinstalliert und darüber eine Softwareschicht eingerichtet, die die Bedienung von BLE und der GPIOs vereinfacht. Mit wenigen Codezeilen lassen sich so Aktuatoren oder Sensorgeräte realisieren. Was für alle BLE-Anwendungen gilt: Für verschiedene Smartphone-Betriebssysteme müssen individuelle Apps programmiert werden. Nicht so mit dem nRF51822-Modul SIMBLEE: Die zugehörige App wird einmalig programmiert und in dem Funkmodul abgespeichert. Aus den Smartphone Stores installiert man lediglich die SIMBLEE-App, welche die eigentlichen Inhalte aus dem Modul importiert.

Neuester Vertreter auf der Linecard von Rutronik ist InsightSiP und seine System-on-Module Lösungen auf Basis des nRF51822. Mit nur 8 x

8 mm im LGA-Gehäuse haben die ISP1302-Module sogar eine integrierte Antenne.

Bei den neuesten Releases der ICs TC35678 und TC35679 von Toshiba liegt der Fokus auf einer Ultra-Low-Power-Variante. Bei 3 V Betriebsspannung verbrauchen sie lediglich 3,6 mA im TX-Modus und 3,3 mA im RX-Modus.

- Microchip/Atmel schickt seinen SAM B11 mit 128 kB RAM und 256 kB Flash ins Rennen. Mit hauseigenem 16 bit Core, der mit 32 MHz getaktet wird und es auf 41 DMIPS bringt, ist Renesas mit der RL78/G1D-Familie in derselben Liga unterwegs. Vier Varianten gibt es: SoCs mit 128 kB, 192 kB und 256 kB Flash sowie ein SoM auf Basis des 256 kB Flash ICs.

*Für Anspruchsvollere:  
M4-Core-Systeme*

Mit einem EEMBC CoreMark von 215 – bzw. 65 CoreMark/mA oder auch 3,36 CoreMark/MHz – ist der nRF52832 derzeit der wohl effizienteste BLE-SoC. Im 6 x 6 mm 48-Pin-QFN-Gehäuse bzw. im 3,2 x 3,0 mm WLCSPP Package bietet er sich verarbeitungsfreundlich bzw. in besonders kleiner Bauform an. Mit



batteriefreundlicher Versorgungsspannung ab 1,7 V und einer einstellbaren Sendeleistung zwischen +4 dBm und -20 dBm eignet er sich für größere Reichweiten wie auch für sicherheitskritische Anwendungen, bei denen eine kurze Reichweite gewünscht ist.

Der nRF52832 kommt immer häufiger bei Entwicklungen zum Einsatz, für die ein nRF51822 ausreichen würde. Argumente dafür sind u.a. der integrierte Balun-Filter oder der enthaltene NFC-Transceiver für ein Fast Pairing der Bluetooth-Verbindung. An externen Bauteilen sind nur elf passive Bauteile und ein 32-MHz-Quarz nötig! Neben dem SoC existieren auch SoM-Varianten. Sie kommen bereits vorzertifiziert, in der Regel für Europa, Amerika und Kanada.

Die Dynastream-D52-Serie auf Basis des nRF52832 bietet auch Zertifizierungen für Japan, Australien, Neuseeland und Korea. Obwohl beide Quarze und eine gedruckte Antenne enthalten sind, misst das Modul nur 14 x 9,8 mm. Wer auf seinem PCB auch 20 x 20 mm opfern kann, greift zur Variante mit 30 GPIOs oder integriertem 3-Achsen Beschleunigungssensor.

Auch Telit und Fujitsu bauen Module auf Basis des nRF52832. Telit setzt wie bei seinen zellularen Serien auch bei seinen Bluetooth-Modulen auf ein Familienkonzept: So ist der neue BlueMod+S42 mit 10 x 17 mm Form- und Pin-kompatibel zu den älteren Modellen BlueMod+S und BlueMod+SR, zudem hat er dieselben Software-Schnittstellen. Das FWM-7BLZ20 von Fujitsu ist mit 15,7 x 9,8 mm und einem Verbrauch von 5,4 mA nicht nur klein, sondern auch ein Ultra-Low Power-Modul. Das Modul ISP1507 von InsightSiP glänzt mit einer integrierten Antenne bei nur 8 x 8 mm Flächenbedarf.



Redpine Signals setzt ebenfalls auf einen ARM M4 Core, geht aber hinsichtlich der Konnektivität einen anderen Weg: Die WiSeMCU Familie unterstützt neben BLE auch klassisches Bluetooth EDR, ZigBee und Dual Band WiFi. Alle Protokolle und Anwendungsprofile der verschiedenen Funkstandards sind bereits integriert, so dass der Speicher mit 128 kB SRAM und 1 MB Flash üppiger dimensioniert ist. Wem der RS10003-NBZ-D0M mit 21 x 15 mm und all der Peripherie zu groß erscheint, findet im RS100002-NBZ-S0M eine günstigere Variante ohne 5-GHz-Unterstützung, aber mit 104 kB SRAM, 512 kB Flash und schlanken 14 x 15 mm. Bei beiden Versionen kann man auf ZigBee, WiFi oder Bluetooth 4.0DM verzichten.

und einer vorinstallierten Linux-Distribution, hat das 24 x 48 mm kleine Modul die Power für Echtzeit-3D-Modellierungen, Personen-tracking sowie Interaktionen mit Menschen und Objekterkennungsaufgaben. Aufgrund WiFi- und Bluetooth-Integration ist die Konnektivität zwar gegeben, jedoch kann lokale Rechenleistung den Datenverkehr in die Cloud bei vielen Anwendungen erheblich reduzieren. „Joule“ eignet sich sogar für den Bau von Drohnen, Robotern, VR-Brillen, Datenhandschuhen oder intelligenten Gateways.

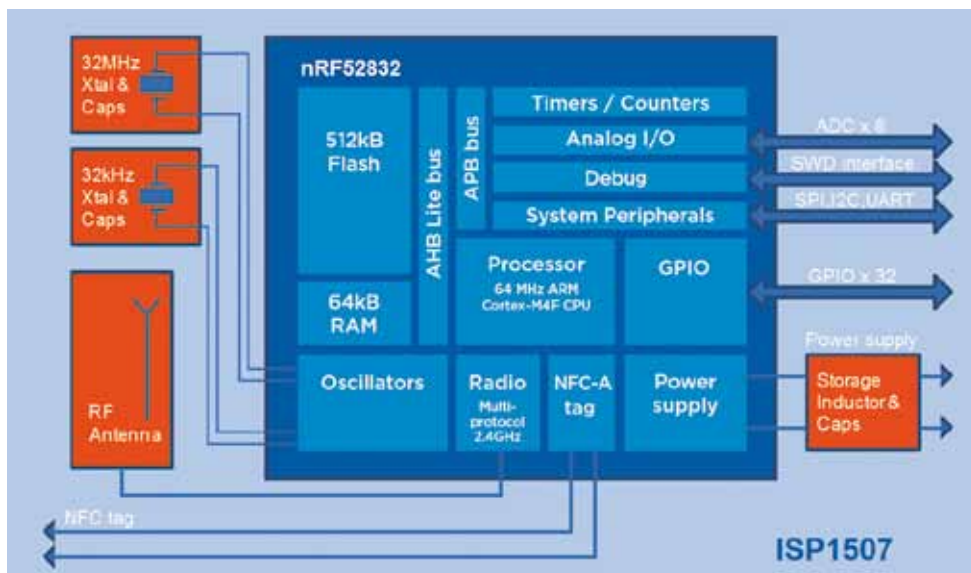
*Für Individualisten:  
Multi-Chip Do It Yourself*

*Das Profisegment:  
Atom Core Systeme*

Intel zeigt immer mehr Vorzüge beim Einsatz seiner x86-Kernarchitektur auf. Die aus Pentium-Zeiten bekannten und bewährten Befehlsätze finden nun auch bei kleinen Mikrocontrollern bis hinab zur Quark-Familie Einsatz. Jetzt packt Intel den Dampfhammer aus und stellt mit dem „Joule“ ein SoM auf Basis eines 1,5 GHz und 1,7 GHz getakteten Atom-Kerns vor. Mit bis zu 8 Gigabyte (!) RAM und 16 GB Flash Speicher, WiFi, BLE, HDMI, USB 3.0

Eines haben alle SoCs und SoMs systembedingt gemeinsam: Sie sind nie perfekt. Etwas ist immer zu viel, sei es Peripherie, Rechenressourcen, Zertifizierungen oder Software im Speicher. Letztlich bezahlt der Kunde also auch für nicht benötigte Leistungen. – Eine technisch perfekte Lösung ist immer maßgeschneidert, das gilt für die Hardwarezusammenstellung ebenso wie für die Funkprotokolle. Bei der Hardware akzeptiert man den Ballast, um Kosten für Zertifizierungen und Zeit bis zur Markteinführung einzusparen. Bei einer radikalen Do-It-Yourself-Umsetzung eines Hochfrequenzdesigns würden schnell 100 Mannjahre und mehr anfallen – das ist heute kaum für einen Konzern realisierbar.

*Daumen hoch  
für SoC und SoM*



Moderne SoCs und SoMs bieten enorme Ersparnisse, und Entwickler können sich ganz auf ihre applikationsspezifischen Kernaufgaben konzentrieren. Im Zuge des wachsenden Marktes an Single-Chip-Lösungen verbessert sich auch die Skalierbarkeit der Komponentenauswahl. Welcher Baustein letztendlich der beste ist, hängt von den individuellen Aufgaben ab, so dass pauschale Empfehlungen keinen Sinn machen. Absolut sinnvoll ist hingegen ein Gespräch mit einem Experten des Wireless Competence Centers.

Keramikvielschicht-Chipkondensatoren

# Kapazitätswerte korrekt ermitteln

*Keramikvielschicht-Chipkondensatoren (MLCCs) kommen mit immer höheren Kapazitätswerten bei gleichbleibender Baugröße auf den Markt. Unangenehme Nebenwirkung: Die Messung des korrekten Kapazitätswertes wird schwieriger. Häufig sind die von Nutzern ermittelten Werte zu niedrig, was nicht selten zu erheblichen Mehrkosten führt. Werden einige Aspekte beachtet, lässt sich dies leicht vermeiden.*



## Checkliste bei zu niedrigen ermittelten Kapazitätswerten:

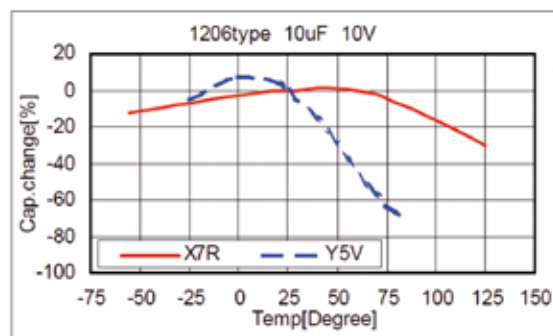
- Ist das nominale Mess-Signal korrekt eingestellt?
- Stimmt die tatsächlich wirksame Mess-Spannung mit den Vorgaben überein?
- Wurde das Deaging durchgeführt?
- Ist die komplette Nullpunkt-Kalibrierung erfolgt?

Im Sinne der Qualitätssicherung messen die Anwender immer häufiger und mehr Parameter, so auch den Kapazitätswert der MLCCs, nicht nur zur Überprüfung des korrekten Bauteiles, sondern auch zwecks Einhaltung der vorgegebenen Toleranzen. Vor allem beim Einsatz der beliebten HiCap-MLCCs mit C-Werten von 1,0  $\mu\text{F}$  und darüber und den damit verbundenen sehr niedrigen ESR/Impedanz-Werten kommt es dabei häufig zu Fehlmessungen.

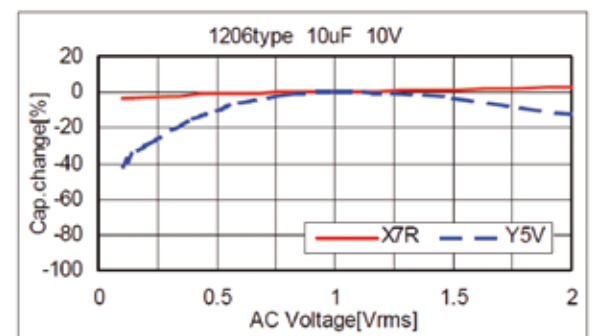
Die Ursache hierfür liegt vor allem in den Charakteristika der verwendeten Materialien, den Basiskeramiken. Dies sind Bariumtitanate, bei denen es sich um ferromagnetische Materialien handelt, die für ein Driften des C-Wertes gegenüber Einflussgrößen wie Temperatur, DC-Bias, AC-Voltage und Aging sorgen, was umso ausgeprägter ist, je höher der Kapazitätswert ist. Einige Beispiele dieses Verhaltens von MLCC zeigt die Grafik 1.

AUTOR: JÜRGEN GEIER,  
FIELD APPLICATION ENGINEER

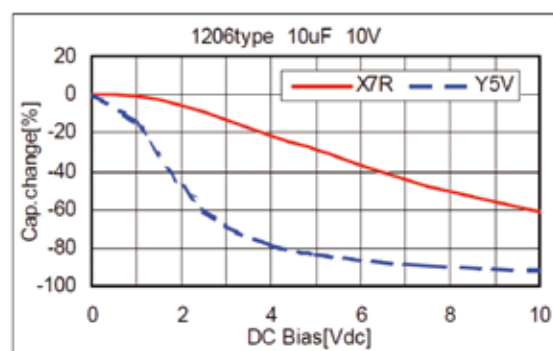
**Grafik 1:**  
Beispiele für das Verhalten von MLCCs  
Quelle: Murata



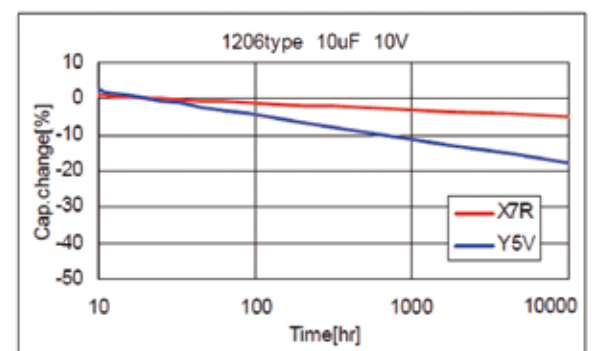
Temperature characteristic



AC-Voltage characteristic



DC-bias characteristic



Aging characteristic

Nominal Capacitance	Measuring Frequency	Measuring Voltage
$C \leq 10\mu\text{F}$ (10V or greater)	$1 \pm 0.1\text{kHz}$	$1.0 \pm 0.2\text{Vrms}$
$C \leq 10\mu\text{F}$ (6.3V or less)	$1 \pm 0.1\text{kHz}$	$0.5 \pm 0.1\text{Vrms}$
$C > 10\mu\text{F}$	$120 \pm 24\text{Hz}$	$0.5 \pm 0.1\text{Vrms}$

**Tabelle 1:** Nominale Mess-Bedingungen für Typ2 / class2-Keramiken bei 25 °C  
Quelle: Murata

	Performance	Test condition
Capacitance	Within specified tolerance	$1\text{kHz} \pm 10\%$ $1.0 \pm 2\text{Vrms}$ * A capacitor prior to measuring the capacitance is heat treated at $150^\circ\text{C}+0/-10^\circ\text{C}$ for 1 hour and maintained in ambient air for $24 \pm 2$ hours.
Tan $\delta$ (DF)	0.1 max.	

**Tabelle 2:** Auszug aus dem Datenblatt eines  $4,7\mu\text{F} / 50\text{V}$ -Keramik-X7R (Baugr. 1210), Quelle: Samsung

Capacitance (1)	4.5.1 Class 2:	Within specified tolerance
	At 20 °C, 24 hrs after annealing	
	$f = 1\text{ kHz}$ for $C \leq 10\ \mu\text{F}$ , rated voltage $> 6.3\text{ V}$ , measuring at voltage $1\text{ V}_{\text{rms}}$ at 20 °C	
	$f = 1\text{ kHz}$ for $C \leq 10\ \mu\text{F}$ , rated voltage $\leq 6.3\text{ V}$ , measuring at voltage $0.5\text{ V}_{\text{rms}}$ at 20 °C	
	$f = 120\text{ Hz}$ for $C > 10\ \mu\text{F}$ , measuring at voltage $0.5\text{ V}_{\text{rms}}$ at 20 °C	

**Tabelle 3:** Katalog-Auszug Yageo General Purpose & High Capacitance Class 2, X7R

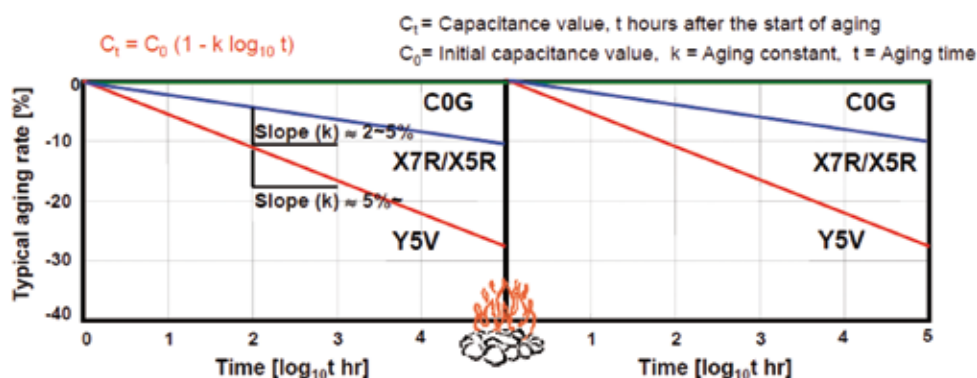
### Korrekte Mess-Spannung

Für eine korrekte Messung ist zuallererst auf eine entsprechende Nullpunkt-Kalibrierung zu achten, und zwar als „Open-“ und „Short-“ „-compensation“. Dann gilt es, insbesondere die effektiv wirksame Mess-Spannung zu überprüfen, da eine zu niedrige die Hauptquelle für fehlerhaft bestimmte C-Werte ist.

Die nominalen Mess-Bedingungen für Typ2/class2-Keramiken (benannt als X7R, X5R, X7S, ...Y5V usw.) sind bei einer Raum- bzw. Umge-

bungstemperatur von  $+25^\circ\text{C}$  bis auf wenige Ausnahmen herstellerübergreifend definiert gemäß Tabelle 1.

Durch die sehr niedrigen Impedanzen der Kondensatoren werden die Messkreise der Geräte so stark belastet, dass die Mess-Spannung häufig einbricht. Die Folge sind C-Werte, die deutlich unter den realen Werten liegen. Abhilfe schaffen speziell darauf ausgelegte Messgeräte, die über ein ALC (AutoLevelControl) verfügen, wie beispielsweise Agilent 4284A, 4278A, 4268A. Das ALC sorgt dafür, dass die Mess-Spannung am Kondensator tatsächlich die vorab eingestellte Mess-Span-



**Typical aging rate of X7R/X5R, Y5V, COG with aging time**

**Grafik 2:** Verjüngungskur – eine Erhitzung des Kondensators über den Curiepunkt sorgt für das Deaging.  
Quelle: Samsung

nung erreicht. Mit Geräten, die im Display die Spannung anzeigen, lässt sich dies leicht überprüfen, ansonsten ist alternativ hierfür ein separates Voltmeter zu verwenden.

### Deaging

Werden die Kondensatoren im Sinne einer Wareneingangs-Kontrolle, also unverarbeitet, gemessen, kommt häufig noch das Phänomen der Alterung hinzu. Diese Kapazitätsverminderung über die Zeit, das sogenannte Aging, wirkt sich je nach Alter der Bauteile mehr oder weniger stark aus. Besonders groß kann dies bei HiCaps ausfallen, bei denen das Aging bis zu mehr als 5 Prozent pro Zeitdekade betragen kann.

Vor allem wenn referenzierbare, das heißt vergleichbare C-Werte vorliegen müssen, gilt es, die Abweichungen durch den Altersunterschied der Bauteile auszugleichen. Da Aging ein reversibler Prozess ist, dieser sich also rückgängig machen lässt, sind die MLCCs einem sogenannten Heattreatment, sprich Deaging, zu unterziehen. Dabei werden sie für eine gewisse Zeit über den Curiepunkt erhitzt, meist eine Stunde bei  $+150^\circ\text{C}$  (Grafik 2). Um die für die Messungen erforderliche Stabilisierung zu erreichen, sollten die Bauteile zuvor 24 Stunden ruhen. Die Komponentenhersteller notieren diese Vorgehensweise auch zunehmend in ihren Datenblättern oder Katalogen (siehe Tabellen 2 und 3).

### Unterstützung vom Komponentenhersteller

In ganz seltenen Fällen ist der ermittelte C-Wert trotz Beachtung all dieser Aspekte zu niedrig. Eine Analyse beim Kondensator-Hersteller sorgt dann für Klarheit. Hierfür benötigt dieser einige Angaben: Welchen Messwert der Kunde mit welchem eingestellten Messgerät für das Bauteil ermittelt hat, ob das ALC aktiv war sowie ob ein Deaging erfolgt ist und in welcher Form. Liegt auch die Lot- bzw. Batch-Nummer der Bauteile vor, idealerweise in Form einer Rollenkopie um alle Label einsehen zu können, kann der Hersteller auch die Fertigungsdaten und Rückstellmuster überprüfen und zum Vergleich heranziehen.

Denn Hersteller messen bei der Produktion den C-Wert eines jeden Bauteils, meist sogar zwei Mal, darüber hinaus nehmen sie auch noch Stückproben aus den versandfertigen, also bereits gegurteten Teilen.

Passive Bauelemente

# Chancen der Miniaturisierung

*Kleiner ist heutzutage „state of the art“ – das gilt für alle Arten von Bauelementen, insbesondere für die Passiven. Denn moderne Elektronik fordert immer mehr Performance auf immer weniger Platz auf der Platine. Doch nicht immer ist der Schrumpfungsprozess auch wirtschaftlich.*



AUTOREN:  
**JÜRGEN GEIER**, FAE CAPACITORS;  
**CHRISTIAN KASPER**, TECHN. SUPPORT CAPACITORS;  
**JOCHEN NELLER**, TECH. SUPPORT INDUCTORS;  
**BERT WEISS**, TECHN. SUPPORT RESISTORS

**M**iniaturisierung beschreibt nicht nur das simple kleiner werden, sondern auch eine verbesserte Leistungsfähigkeit in derselben Bauform. Standen vor 20 Jahren Bauformen wie 1812 und 1206 hoch im Kurs, dreht sich heute alles um 0603 und 0402 – das Angebot reicht sogar bis hinunter zu 01005 (0,4 x 0,2 mm!), jüngst sogar nur noch 008004 (0,25 x 0,125 mm) (siehe Abb.1; meist Zoll-basierend; Länge x Breite).

Das Diagramm des MLCC-Weltmarktführers Murata veranschaulicht die stetige Zunahme der weltweiten Nachfrage nach MLCC-Chips der verschiedenen Baugrößen über die Jahre (siehe Abb. 2).

## Widerstände

Auch bei den SMD-Widerständen zeichnet sich der Trend zu den immer kleiner werdenden Bauformen ab. Bedrahtete Bauteile werden, wo immer möglich, durch diese Technologie ersetzt. Die Bauformen 0201, 01005 und kleiner kommen vorrangig im Mobilfunk- beziehungsweise Tablet-Markt zum Einsatz und betreffen daher nicht unmittelbar die Distributionsbranche.

Auch der Einsatz von Widerstandsnetzwerken – das heißt es befinden sich mehrere Widerstände in einem Gehäuse – ermöglichen eine Reduzierung des Platzbedarfs auf der Leiter-

EIA (inch) based	metric (mm) based	nominal dimensions	
		length (mm)	width (mm)
008004	0201	0,25	0,13
0075	0301	0,30	0,15
01005	0402	0,40	0,20
0201	0603	0,60	0,30
0402	1005	1,00	0,50
0603	1608	1,60	0,80
0805	2012	2,00	1,25
1206	3216	3,20	1,60
1210	3225	3,20	2,50
1808	4520	4,50	2,00
1812	4532	4,50	3,20
1825	(4563)	4,50	6,35
2211	(5728)	5,70	2,80
2220	5750	5,70	5,00
2225	(5763)	5,70	6,35
3640	(91102)	9,14	10,20

Abb. 1: Übersicht über die Abmessungen von MLCCs (Quelle: Rutronik)

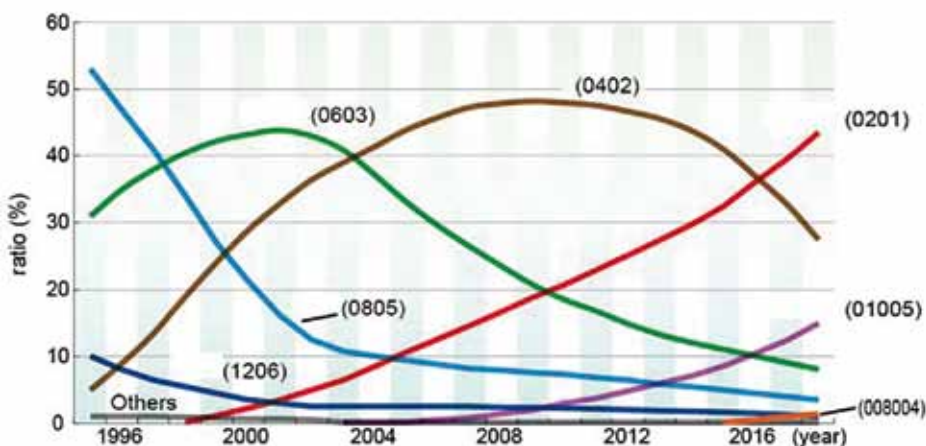


Abb. 2: Die Nachfrage nach MLCCs mit kleinerer Bauform nimmt stetig zu. (Quelle: Murata)

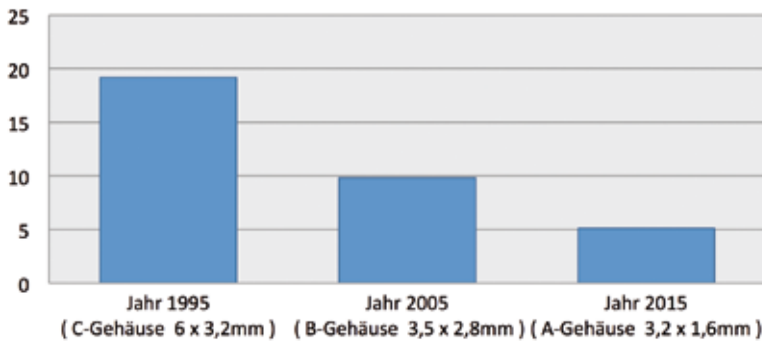


Abb. 3: Footprint-Fläche (mm<sup>2</sup>) eines 10V/33µF-Tantal-Kondensators (Quelle: Rutronik / Daten: AVX)

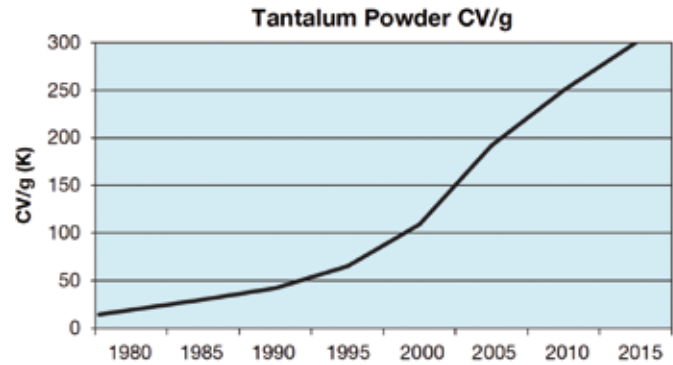


Abb. 4: Die zunehmende Energiedichte des Tantalpulvers ermöglicht die Miniaturisierung. (Quelle: AVX)

platte. Außerdem werden „High Power“-Varianten angeboten, die bei gleicher Gehäusebauform die doppelte Leistung aufweisen. Eine weitere Miniaturisierung findet ebenfalls im Bereich der SMD-Strommesswiderstände statt. Neue Technologien in der Fertigung ermöglichen höhere Belastungen bei gleicher Bauform.

#### Tantalkondensatoren

Bei den Tantal-Kondensatoren konnte die Bauform innerhalb der vergangenen 20 Jahre so weit verkleinert werden, dass sie nur noch ungefähr 25 Prozent des ursprünglichen Platzbedarfes auf der Platine benötigen. Eine stetige Optimierung des Rohmaterials, ein durchdachtes Bauteildesign sowie neue Fertigungstechnologien sorgten in den letzten Jahren für eine steigende Volumeneffizienz,

so dass immer größere Kapazitäten bei gleicher Bauform produziert werden konnten – oder ein stetig kleineres Gehäuse bei Beibehaltung der Kapazität (siehe Abb.3). Die in Abb. 4 dargestellte Verbesserung der Energiedichte des Tantalpulvers kann nur durch die stetige Weiterentwicklung des Pulvers hinsichtlich Korngröße und Beschaffenheit realisiert werden. Somit steigt das Kapazitäts-Spannungs-Verhältnis pro g Tantalpulver ( CV/g ).

#### Elektrolytkondensatoren

Gerade die japanischen Weltmarktführer treiben hier die technologische Entwicklung und zunehmende Miniaturisierung immer weiter voran. Durch die Optimierung der Aluminiumfolie und des verwendeten Elektrolyts kann zum Beispiel die Kapazität bei gleicher Bau-

form erhöht, sowie die Lebensdauer um ein Vielfaches verlängert werden.

Die auf Seite 44 in Abb. 5 gezeigte größere Bauform ist mittlerweile ein reines Massenprodukt, verfügbar von unterschiedlichsten Herstellern. Im Sinne der Technologieführerschaft und um der Marktanforderung nach kleineren Bauformen gerecht zu werden, sind neue Entwicklungen unabdingbar. So können den Kunden Vorteile entstehen, wenn sie auf neue Entwicklungen setzen, etwa in der Reduzierung des Platzbedarfes auf der Platine oder einer reduzierten Anzahl an Bauteilen. Auch vor der allseits bekannten Lebensdauer der Elektrolytkondensatoren macht diese Entwicklung keinen Halt (siehe Abb. 6). So ist es heute möglich, wesentlich höhere Lebensdauern in derselben Bauform darzustellen – im Allgemeinen ist eine höhere Lebensdauer meistens mit einer größeren Bauform verbun-

Anzeige

**PANJIT**  
SEMI  
CONDUCTOR

**Your Components.  
Our Profession.**

- TVS/ESD ARRAYS • TRANSIENT VOLTAGE SUPPRESSORS • SMALL SIGNAL PRODUCTS
- ZENER DIODES • SCHOTTKY BARRIER RECTIFIERS • RECTIFIERS • MOSFETS



**www.panjit.com**

PAN JIT EUROPE GmbH · Bgm.-Fensterwalder-Ring 10 · D-82515 Wolfratshausen | Germany · Tel. +49 8171 99 91-0 · eu.sales@panjit.de



Can size $\phi$	Parameters	FK	FKS
4x5.8	Capacitance ( $\mu\text{F}$ )	10	33
	ESR ( $\Omega$ )	1,35	1,35
	Ripple current (mA RMS)	90	90
5x5.8	Capacitance ( $\mu\text{F}$ )	33	56
	ESR ( $\Omega$ )	0,7	0,7
	Ripple current (mA RMS)	160	160
6x5.8	Capacitance ( $\mu\text{F}$ )	68	100
	ESR ( $\Omega$ )	0,36	0,36
	Ripple current (mA RMS)	240	240
8x6.2	Capacitance ( $\mu\text{F}$ )	100	
	ESR ( $\Omega$ )	0,26	
	Ripple current (mA RMS)	300	

Can size $\phi$	Parameters	FK	FKS
4x5.8	Capacitance ( $\mu\text{F}$ )	10	33
	ESR ( $\Omega$ )	1,35	1,35
	Ripple current (mA RMS)	90	90
5x5.8	Capacitance ( $\mu\text{F}$ )	33	56
	ESR ( $\Omega$ )	0,7	0,7
	Ripple current (mA RMS)	160	160
6x5.8	Capacitance ( $\mu\text{F}$ )	68	100
	ESR ( $\Omega$ )	0,36	0,36
	Ripple current (mA RMS)	240	240

Abb. 5: Größen / Kapazitätsvergleich anhand zweier Panasonic-SMD-Serien  
(Quelle: Panasonic)

den. Oder, wie schon erwähnt, lässt sich bei konstanter Spannung und Kapazität die Bauform reduzieren.

Es sei hier auch darauf hingewiesen, dass eine solche Miniaturisierung nicht zwangsläufig schlechtere technische Werte für ESR und Ripplestrom bedeutet. Wie in Abb. 6 gut ersichtlich, ist es sogar möglich, diese trotz kleinerer Bauform und höherer Lebensdauer zu verbessern – eine Entwicklung, von der der Kunde doppelt profitieren kann, da er weniger Bauteile einsetzen muss und diese auch noch kleiner sind. Man ist also bei den

Elektrolytkondensatoren gut beraten, immer wieder die aktuellen Entwicklungen im Blick zu haben, um neue Designs kosteneffizient umzusetzen.

### Induktivitäten und Timing Devices

Bei Induktivitäten wirkt die Kombination der Basisparameter hoher Induktivitätswert bei niedrigem Gleichstromwiderstand und kleinem Volumen zunächst widersprüchlich. Doch Innovationen wie eine verbesserte Multilayer- und Umpresstechnologie machen dies heute möglich. So wurde aktuell eine Dünnschicht-Hochfrequenzinduktivität mit den ultrakleinen Abmessungen von 0,25 x 0,125 mm (008004) auf den Markt gebracht – und das bei gleichem Gütewert Q wie die eine Bauform größere Serie 01005.

Für Quarze gelten Maße von 3,2 x 2,5 mm als Standard, aber auch deutlich kleinere Bauformen wie 2,0 x 1,6 mm finden schon verbreitet Einsatz. Einige Hersteller empfehlen, 2016er-Baugrößen auf 3225er-Platinenpads unterzubringen. Dies bedeutet nicht zwangsläufig, dass das Layout geändert werden muss.

Bei Quarzoszillatoren ist es dank MEMS-Technik und optimiertem Chipdesign möglich, das Quarzelement und den Schwingkreis in kleinste Gehäuse zu integrieren. Neben der Ersparnis von Platinenplatz löst diese Kombination auch Genauigkeits- und Qualitätsprobleme.

Real Time Clocks (RTC) sind in der Baugröße 3,2 x 2,5 x 1,0 mm auch mit extrem geringem Stromverbrauch verfügbar. Sie sind besonders für mobile, batteriebetriebene Anwendungen interessant.

### Chancen und Herausforderungen der Miniaturisierung

Kleinere Bauelemente erfordern präzisere Fertigungstechniken, sowohl bei der Herstellung als auch bei der Verarbeitung. Bei den kleinsten Bauformen kommt hinzu, dass diese meist teurer sind als die gängigsten Größen, die in extrem hohen Massenstückzahlen im Markt laufen. Ab einer gewissen Größe sind im Reparaturfall die kleinsten Bauformen nicht mehr auswechselbar und müssen inklusive der Platine entsorgt werden.

Auch hinsichtlich ESD-Schutz, EMV-Störungen und Thermomanagement sind kleinere und damit dichter gepackte Platinen kritisch zu betrachten. Sie erfordern im Vorfeld eine viel höhere Aufmerksamkeit beim Design und oftmals mehr Bauteile für die Störunterdrückung. Spannungs- und Stromfestigkeit sind ggf. abhängig von den Baugrößen. Gleichzeitig bieten kleine Bauformen bei der Entstörung Vorteile, weil sie besonders platzsparend an der Störquelle oder Störsecke angebracht werden können und somit ungewollte parasitäre Eigenschaften wie Streuinduktivitäten oder Streukapazitäten verringert werden. Dies gilt es, beim Design besonders zu berücksichtigen. Doch die Miniaturisierung bringt neben der Platzersparnis auch weitere Vorteile, wie weniger Gewicht, kleinere Lotmengen, geringeres Lagervolumen und nicht zuletzt Einsparungen bei den Rohstoffen und damit Schonung unserer Ressourcen.

Abschließend lässt sich sagen, dass in der Miniaturisierung mehr Chancen als Risiken und Herausforderungen stecken und sich deshalb der Trend zur Miniaturisierung sicherlich weiter fortsetzen wird.

W.V.	25 V		
Capacitance	470uF		
Case size	$\phi 8 \times 10.2$		
ESR (20°C, 100kHz)	60m $\Omega$		
Ripple Current	1190 mA		
Life time (@105°C)	2000h	Long Life	
W.V.	25 V		
Capacitance	470uF		
Case size	$\phi 8 \times 10.2$	Size Down	
ESR (20°C, 100kHz)	60m $\Omega$		
Ripple Current	1190 mA		
Life time (@105°C)	5000h		
W.V.	25 V		
Capacitance	470uF		
Case size	$\phi 10 \times 10.2$		
ESR (20°C, 100kHz)	80m $\Omega$		
Ripple Current	850 mA		
Life time (@105°C)	5000h		

Abb. 6: Größen- / Lebensdauervergleich anhand dreier Panasonic-SMD Serien  
(Quelle: Panasonic)



Passiv-Displays

# High Contrast, high Viewing Angles

*Im Auto, in Küchen- und Haushaltsgeräten, Telefonen und Gas-, Wasser- oder Stromzählern – überall hier findet man passive Displays. Denn sie sind langzeitverfügbar und stromsparend, und individuelle Module lassen sich einfach und schnell designen. Je hochwertiger die Anwendung wirken soll, desto mehr Augenmerk sollte auf den Kontrast gelegt werden.*

AUTOR:  
VINCENZO SANTORO,  
PRODUKTBEREICHSLIETTER DISPLAYS

Eine Anzeige mit tiefschwarzem Hintergrund und sehr hohem Kontrastverhältnis verleiht der Applikation einen höheren ästhetischen Wert, deshalb ist dies vor allem in der Medizin, im Automobilmarkt und für industrielle Applikationen gefragt. Spezifische High Contrast Displays, wie sie etwa von Yeebo, URT, DLC, Tianma oder Displaytech angeboten werden, erfüllen diesen Wunsch – häufig noch kombiniert mit weiten Blickwinkeln.

## Vertical Alignment (EBN = Enhanced Black Neumatic)

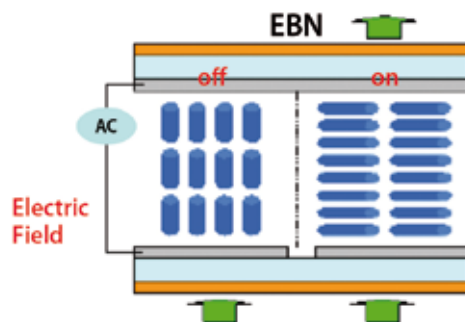
Ein Display mit besonders tiefschwarzem Hintergrund, sehr hohem Kontrastverhältnis und ausgeprägtem Blickwinkel ermöglicht die Vertical-Alignment-Technologie, wie sie z.B. Tianma, Yeebo oder URT einsetzen. Dabei muss die Hintergrundbeleuchtung nicht zwingend weiß sein; Anwendungen lassen sich durch eine andere frei wählbare Farbe hervorheben. Bei dieser Technologie stehen die Flüssigkristalle zwischen den LCD-Gläsern im Aus-Zustand senkrecht zueinander. Sobald Spannung am Display angelegt wird, drehen sie sich in eine vertikale Position – daher die Bezeichnung „Vertical Alignment“. So entsteht eine sehr geringe Lichttransmission und damit ein äußerst schwarzer Hintergrund. Voraussetzung für die Vertical-Alignment-Technologie ist eine begrenzte Anzahl an Segmenten und idealerweise eine statische An-

steuerung, bzw. MUX 1:4, maximal jedoch MUX 1:8. Zudem benötigt sie eine ausreichende Energieversorgung, da aufgrund des negativen mode im Displaybetrieb permanent eine LED-Hinterleuchtung erforderlich ist.

Ob Vertical Alignment oder andere monochrome Technologien: Passive LCDs erfüllen praktisch jede Anforderung eines Projekts. Eine ganze Reihe an Aspekten – von der Definition der angezeigten Segmente oder Pixelpunkte über die Außenabmessungen, Active Area, Temperaturbereich, Verbindungsart, Hintergrundbeleuchtung und -Farbe bis hin zur Ergänzung um diverse Add-ons, wie z.B. Rahmen, Einrasthaken oder In-prints – lässt sich schnell, einfach und effektiv individuell umsetzen.

## OLED-Module

OLED-Module kommen ohne Backlight aus, weil sie selbstleuchtend sind. Dadurch verbrauchen sie kaum Strom und eignen sich ideal für batteriegetriebene Applikationen



Sobald Spannung angelegt wird, drehen sich die Flüssigkristalle um 90 Grad und erzeugen so einen sehr starken Kontrast.

Grafik: Tianma micro



oder Handheld-Geräte. Mit einem hohen Kontrast von 2000:1 liefern OLEDs einen phänomenalen Gegensatz zwischen dem schwarzen Hintergrund und den farbigen Display Dots. Auch die Blickwinkel sind gegenüber anderen Display-Technologien unschlagbar: Mit einem Winkel von bis zu 270° bieten sie einen „around the clock“-Blick mit stets gleich starken Kontrastwerten. Weiterer Vorteil: Das organische Layer eines OLEDs ist dünner, leichter und flexibler als die kristallinen Layer eines LEDs oder LCDs und ermöglicht damit schmalere und leichtere Designs. Ein sehr tiefes Sortiment an Passive Matrix OLEDs mit Größen von 0,66 Zoll bis 5,5 Zoll in verschiedenen Auflösungen und Farben führen Visionox/Yeebo, DLC und Raystar.

## Eine runde Sache

Einen besonders modernen Look mit runder Form, einer hohen Auflösung von 400 x 400 Pixeln und vollem Farbspektrum liefert das Aktiv-Matrix-OLED-Modul von DLC. Damit ist es prädestiniert für den Einsatz in Verbrauchsgütern wie z.B. Fitness Gadgets, Fernbedienungen oder Fahrrad-Zubehör. Aber auch im industriellen Bereich können die Vorteile dieses Moduls zum Tragen kommen: Mit verbessertem Bild, Kompatibilität mit Touch Panels und einer Temperaturfestigkeit von -20°C bis 60°C im Betrieb sowie -30°C bis 70°C bei der Lagerung eignen sich diese Module ebenso für Maschinenbedienflächen in der Energie- und Medizintechnik und ähnlichen Anwendungen.

USB Type-CTM

# Einer für alle

*Der aktuellste USB Type-C wurde 2014 vom USB Implementers Forum (USB-IF) vorgestellt. Er findet sich bereits in einigen Smartphones, Tablet-PCs und Notebooks – doch durchgesetzt hat er sich bis dato nicht. Damit stehen Steckverbinder- und Gerätehersteller vor der Frage, ob und wann sie auf den neuen Typen setzen sollten.*

AUTOR:  
MARKO MILOSEVIC,  
PRODUCT SALES MANGER

**E**s gibt eine Reihe guter Gründe für den USB Type-C. Neben der einfacheren Handhabung durch seine symmetrische Form punktet er vor allem mit einer höheren Leistungsübertragung als seine Vorgänger (siehe Kasten). Um die möglichen 100 W zu erreichen, müssen alle Komponenten die „USB Power Delivery“- (PD-) Spezifikation erfüllen. Diese beinhaltet u.a. elektronisch markiertes Kabel (mit integriertem Chip), das erkennt, wie viel Strom die angeschlossenen Geräte verkraften. Dabei wird auch festgelegt, welche Seite die Quelle und welche der Empfänger ist. Wenn die Quelle z.B. 100 W liefert, der Empfänger aber nur 4,5 W verkraftet, muss der integrierte Chip die Stromstärke entsprechend anpassen, damit der Empfänger keinen Schaden nimmt.

Die USB-Power-Delivery-Spezifikation wurde erstmals im Mai 2015 entworfen, die Version 1.2 folgte im März 2016. Für die Kabel-Hersteller bedeutet dies, entsprechende Anpassungen vorzunehmen. Die Endverbraucher müssen darauf achten, welches Kabel sie kaufen und benutzen. Abhilfe schafft das USB-IF: Es prüft die Produkte und vergibt anschließend eine eindeutige Zertifizierungsnummer (TID).

## USB 3.1

Der USB-Type-C-Stecker ermöglicht zudem die Nutzung von USB 3.1 zweiter Generation, häufig ist von „USB 3.1 Type-C“ die Rede. Die Bezeichnung ist jedoch mit Vorsicht zu verwenden, denn sie kann bei Verbrauchern falsche Erwartungen wecken: Sie verbinden mit dem neuen Steckertyp „C“ automatisch auch

die Übertragungsgeschwindigkeiten des aktuellsten USB 3.1. Dabei sind die beide unabhängig voneinander: Die verschiedenen Steckertypen unterscheiden sich in der Bauform. Die Spezifikation beschreibt hingegen die Technologie, die nötig ist, um angeschlossene Geräte zu erkennen und anzusteuern. Dies schließt neben dem Stecker auch den Prozessor und die Platine ein. Damit alle Vorteile von USB 3.1 zweiter Generation genutzt werden können, müssen Prozessor und Platine alle Steckerpins ansteuern. Ist das nicht der Fall, reduziert sich die Datenübertragungsrate auf das Niveau des schwächsten Glieds der Kette.

## Warten auf Apple und Samsung ...

Trotz dieser Vorteile herrscht noch Zurückhaltung beim Einsatz des USB-Type-C-Steckers. Geräte- und Steckerhersteller sollten den Markt jedoch aufmerksam beobachten, um den Anschluss nicht zu verpassen. Derzeit warten die meisten auf den Startschuss der Vorreiter Samsung und Apple. Im Flaggschiff „Galaxy S7“, das Samsung im Frühjahr 2016 vorgestellt hat, ist noch der USB-Typ Micro B verbaut. Das neue Modell wird Samsung wohl



## Vorteile von USB Type-C

- verdrehsicher einsteckbar
- gleiche Kabelenden (Plug passt in Host- und Device-Seite)
- überträgt bis zu 100 W
- überträgt Audio- und Bilddateien in hoher Qualität und kann damit VGA, DVI, HDMI, MHL und Thunderbolt kombinieren und ersetzen



Alle Vorteile des USB Type-C in kompaktem Design: die DX07 Serie von JAE (Bild: JAE).

nicht vor Frühjahr 2017 präsentieren. Apple hat immerhin das aktuelle MacBook bereits mit dem neuen USB-Typ ausgestattet. Sobald das iPhone ebenfalls den neuen Stecker hat, steht dem Erfolg nichts mehr im Wege.

Zusätzlichen Schub erhält USB-C durch den anhaltenden Trend zu mobilen Computern. Denn der neue Steckertyp ersetzt VGA, DVI, HDMI und MHL in einem einzigen Stecker und ermöglicht so Geräte mit nur einer Schnittstelle für die Video-, Audio- und Leistungsübertragung – und damit kompaktere Abmessungen. Gleichzeitig bedeutet dies auch für andere Branchen, dass sie über den Einsatz von USB-C nachdenken sollten: Wenn etwa Autohersteller ihre Fahrzeuge mit diesem Anschluss versehen, können Kunden ihren Tablet-PC während der Fahrt aufladen oder Musik von ihm abspielen.

## ... oder Vorreiter sein

Gerätehersteller, die sich als Vorreiter bereits jetzt in Stellung bringen möchten, sollten im Vorfeld verschiedene Dinge beachten. So sind die meisten Smartphones nur für USB 2.0 oder 3.0 ausgestattet und unterstützen nicht USB PD! Außerdem ist mehr Vorsicht nötig, damit der Kunde auch das richtige Kabel erhält.

Einige Hersteller bieten bereits USB-Type-C-Steckverbinder an. Zum Beispiel hat JAE, auch an der Standardisierung der Spezifikation beteiligt, die Serie DX07 entwickelt. Sie ist vollständig kompatibel zur USB-Type-C-Spezifikation und bietet damit all deren Vorteile. Die hochintegrierten, hochpoligen Steckverbinder zielen vor allem auf Smartphones. Die „DX07 slim plug“-Variante bietet sogar noch kleinere Abmessungen. Alle Mitglieder der Serie verfügen über außergewöhnliche EMI/EMC-Charakteristika, mechanische Festigkeit und langlebige Verriegelungsmechanismen. ■

# endurance

mehr Informationen unter  
[swissbit.com](http://swissbit.com)

## Zuverlässige Speicherlösungen

Bester Datenerhalt bei  
schreib- / leseintensiven  
Anwendungen

## **durabit**<sup>™</sup> – the better MLC

Die durabit<sup>™</sup> SD Speicherkarten und eUSB Module zeichnen sich durch Einsatz neuester MLC Technologie aus, welche klassenbeste Leistung und Zuverlässigkeit bietet.

durabit<sup>™</sup> SATA 6Gb/s SSDs nutzen eine DRAM unterstützte Seitenverwaltung und erhöhtes Overprovisioning mit bis zu vierfach höherer Zuverlässigkeit und Datenrate bei typischen Enterprise Anwendungen.



Sensoren

# Gasdurchfluss exakt messen – auch auf kleinstem Platz

*Ob in medizinischen Geräten oder Automobilapplikationen: Wenn es darum geht, den Gasdurchfluss zu messen, sind einerseits Präzision, andererseits Kosteneffizienz gefordert. Mit Hilfe der mikrothermischen Gasflusssensorik lässt sich beides unter einen Hut bringen – und das sogar auf kleinstem Raum.*

AUTOREN:

ANDRIES BOSMA, PRODUCT MANAGER GAS FLOW / DIFFERENTIAL PRESSURE, SENSIRION  
MARKUS BALKE, SENIOR MARKETING MANGER ANALOG & SENSORS, RUTRONIK

Für die Messung des Gasdurchflusses stehen verschiedene Methoden zur Wahl. Bei manchen besteht zwischen Gas und Sensor kein Kontakt, diese sind relativ kostenintensiv und kommen für viele Anwendungen deshalb nicht in Frage. Bei der Differenzdruckmethode, die über die Verbiegung der Sensor-Membran den Druckabfall über einer Blende misst, führen hingegen Hysterese-Effekte und die Ermüdung der Membran zu Driftproblemen und mangelnder Nullpunktgenauigkeit.

## Thermische Messverfahren

Deshalb kommen häufig Messtechniken zum Einsatz, die auf thermischen Prinzipien basieren. Im einfachsten Fall, dem Hitzdraht-Anemometer, wird die Abkühlung eines elektrisch beheizten Drahtes gemessen, dessen elektrischer Widerstand temperaturabhängig ist. Ausgeklügeltere Verfahren basieren auf einem

Heizer und mindestens zwei Temperatursensoren, die den Wärmetransport durch das Gas messen (siehe Grafik 1). Sie ermitteln den Gasdurchfluss deutlich präziser als klassische Hitzdraht-Anemometer, eine Glasbeschichtung über dem Sensorelement sorgt für Korrosionsresistenz.

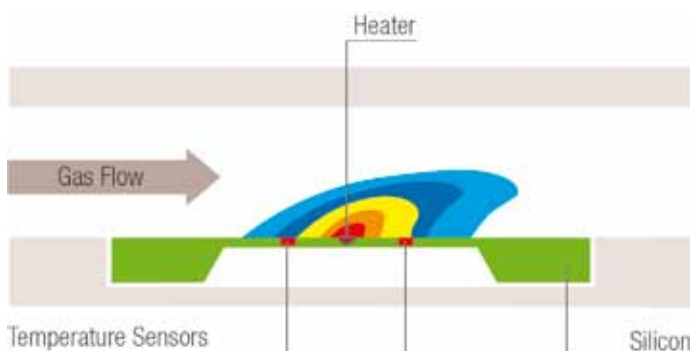
Sind die Sensorelemente auf nur wenigen Quadratmillimeter großen Mikrochips integriert, spricht man von „mikrothermischen Flusssensoren“. Neben ihrer geringen Größe bieten sie den Vorteil, dass sie mit Standardverfahren gefertigt werden und dadurch mit konstant hoher Produktionsqualität zu moderaten Stückkosten verfügbar sind. Aus diesen Gründen haben sie sich in der Automobil- und Medizintechnik wie auch für Heizungs-, Lüftungs- und Klima-(HLK-)Anwendungen weitgehend durchgesetzt.

Der direkte Kontakt mit dem Gas bringt bei thermischen Sensoren jedoch auch Heraus-

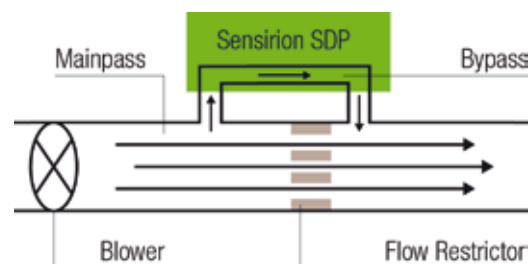
forderungen mit sich: Da die Flussgeschwindigkeit nur punktuell bestimmt wird, muss sie extrapoliert werden. Die Geschwindigkeitsverteilung im Rohr hängt jedoch von den Einlaufbedingungen ab. So können etwa eine Rohrbiegung direkt vor dem Sensor, eine unterschiedliche Beschaffenheit der Rohrinnefläche oder Ecken und Kanten im Strömungskanal das Messresultat verändern. Stark verschmutzte Luft kann zudem die Messzelle verunreinigen.

## Messung mit Umwegen: Bypass-Lösung

Um dem zu entgehen, kann der Sensorchip in einem Bypass platziert werden. In diesem Fall erzeugen eine Blende, eine Venturi-Düse oder Lamellen eine Druckdifferenz, die einen kleinen Teil des Gasflusses durch einen Seitenkanal leitet (siehe Grafik 2). Der mikrothermische Flusssensor sorgt dabei für hohe Genauigkeit,



Grafik 1: thermisches Messprinzip



Grafik 2: Bypass-Lösung

Reproduzierbarkeit und Stabilität, vor allem auch bei sehr kleinen Flussraten. Ein gutes Druckabfallelement im Bypass stellt sicher, dass der Differenzdruckaufbau weniger sensibel auf Veränderungen der Einlaufbedingungen reagiert. Die Massenträgheit und der geringe Fluss im Bypass sorgen zudem dafür, dass nur sehr sauberes Gas den Sensor erreicht.

Eine solche Bypass-Lösung vereinfacht zudem den Produktionsprozess. Denn die Gasführung kann unabhängig vom Sensor hergestellt werden, der Sensor wird am Ende der Produktion eingesetzt. Bei durchdachtem Design und einer exakt dimensionierten Blende kann sogar die Endkalibration des Gesamtsystems entfallen. Hierfür gilt es einige Punkte zu beachten:

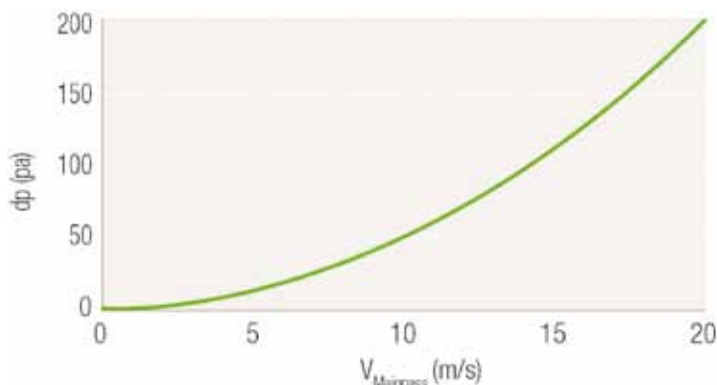
Die Blende erhöht den Widerstand des Gasflusses minimal und erzeugt so einen Differenzdruck über der Blende. Physikalisch geschieht dies auf zwei Arten: Erstens führen Reibungen zwischen dem Gas und den Wandflächen der Blende (Flächen parallel zum Fluss) zu einem Druckabfall, der linear mit dem Fluss ansteigt. Zweitens führen Stirnflächen und deren Kanten zu Turbulenzen und damit zu einem Druckabfall, der quadratisch mit dem Fluss zunimmt. Da eine Blende in der Praxis immer beides kombiniert, setzt sich ihre Druck/Fluss-Charakteristik aus linearen und quadratischen Anteilen zusammen (siehe Grafik 3).

Das Design der Blende bestimmt also, welche der beiden Charakteristika überwiegt. In der Regel ist eine lineare Charakteristik zu bevorzugen, weil sie die Sensitivität bei kleinen Flüssen erhöht und den Nullpunkt stabilisiert, bei hohen Flussraten bleibt der Druckabfall geringer.

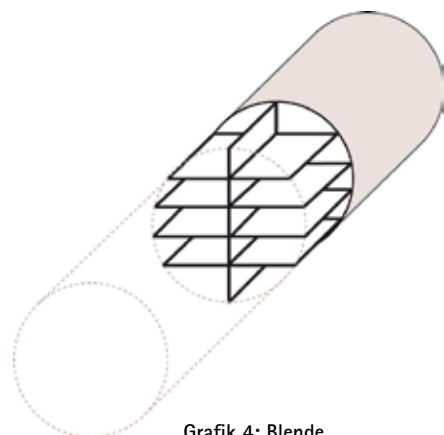
Deshalb sollte eine Blende aus möglichst viel Wand- und möglichst wenig Stirnfläche bestehen. Klassische Ringblenden sind daher weniger geeignet; ideal, aber teuer sind dünne Honigwaben-Strukturen. Als einfaches und gut geeignetes Design hat sich eine Anordnung von Lamellen wie in Grafik 4 herausgestellt, die einfach im Spritzguss hergestellt werden kann.

#### Sauberes Gas

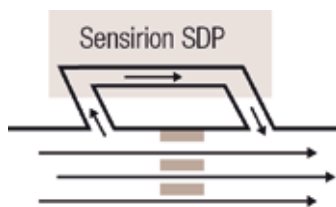
Dank der Massenträgheit finden sich im Bypass weniger Staubpartikel als im Hauptkanal. Ist der Abgriffkanal rückwärtsgerichtet, so dass das Gas um mehr als 90° drehen muss, um zum Sensor zu gelangen, reduziert sich die Anzahl der Partikel nochmals. Führungslamellen vor dem Abgriff halten den Fluss stabil und laminar und verringern so das Rauschen des Messsignals. Und schließlich sollte das Loch beim Abgriff klein sein, idealerweise mit einem Durchmesser von 0,6 mm (siehe Grafik 5).



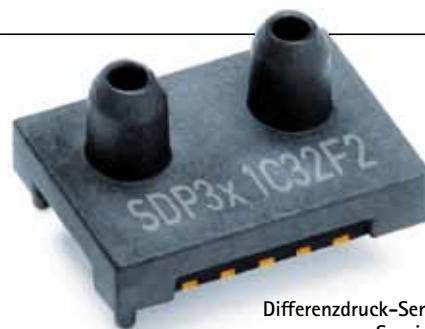
Grafik 3: Druck/Fluss-Charakteristik



Grafik 4: Blende



Grafik 5: Flussabgriff



Differenzdruck-Sensor von Sensirion

Auch wenn die Flussmessung im Bypass-Verfahren weniger sensibel auf Veränderungen der Einlassbedingungen reagiert, sollten diese beim Produktdesign berücksichtigt werden. So empfiehlt es sich, scharfe Kurven oder Kanten im Rohr sowie abrupte Änderungen des Rohrquerschnitts unmittelbar vor der Messstelle zu vermeiden. Ein über dem Gesamtdurchmesser gleichmäßig verteilter Flusswiderstand, z.B. ein Sieb vor dem Sensor, hilft, Turbulenzen und unerwünschte Einflüsse der Einlassbedingungen zu stabilisieren.

#### Sensorwahl

Mit dem richtigen Sensor ist die Flussmessung im Bypass das verlässlichste und kostengünstigste Messverfahren. Differenzdrucksensoren sind ideal auf das entsprechende Anforderungsprofil abgestimmt: Ihre kleine Baugröße hilft, den Bypass und damit den Platzbedarf für die Flussmessung klein zu halten. Der aktuell kleinste Differenzdrucksensor auf dem Markt ist der SDP3x von Sensirion. Mit 8 mm x 5 mm x 5 mm lässt er sich auch in Anwendungen einbauen, bei denen bislang Platzgründe gegen einen Differenzdrucksensor gesprochen hatten. So eröffnet er zahlreiche neue Anwendungsmöglichkeiten, etwa bei Inhalatoren.

Trotz seiner geringen Größe bietet der SDP3x eine sehr gute Empfindlichkeit und eine hohe Stabilität um den Nullpunkt und erzielt so einen sehr weiten Messbereich. Seine Massfluss-Temperaturkompensation ist speziell auf die Gegebenheiten der Bypass-Gasflussmessung ausgerichtet: Sie sorgt dafür, dass Flüsse über den gesamten Temperaturbereich korrekt gemessen werden. Dadurch erfordert die Umrechnung des Differenzdruckausgangssignals in Massen- und Volumenfluss keine zusätzliche Temperaturkompensation, und eine aufwändige Charakterisierung des Bypass-Systems entfällt. Auch auf die Endkalibration des Gesamtsystems kann häufig verzichtet werden. Mit Reflow-Lötbarkeit, mehrfachen I<sup>2</sup>C-Adressen oder Interrupt-Funktionen und einer Ansprechzeit von 2 kHz bei einer 16-Bit-Auflösung ist der SDP3x eine gute Wahl für hochvolumige, kostensensitive Anwendungen, die eine exakte Gasdurchflussmessung erfordern.

Long-Range-Funklösungen

# Funktechnologien für IoT-Netzwerke

*Das IoT (Internet der Dinge) verbindet bereits viele Dinge, und täglich werden es mehr. Wie viele es einmal sein werden, steht noch in den Sternen: Allein bis 2020 reichen die Prognosen von 200 Millionen bis 100 Milliarden. Fest steht, dass IPv6 die möglichen IP-Adressen von knapp 4 Milliarden auf über 340 Sextillionen (eine Zahl mit 37 Nullen) gesteigert hat. Die Grundpfeiler stehen also. Wer darauf aufbauen möchte, muss sich für eine Funktechnologie entscheiden. Ein Überblick über aktuelle Long-Range-IoT-Lösungen hilft dabei.*

AUTOR: ANJA SCHAAL,  
PRODUCT SALES MANAGER

Long-Range-IoT-Funktechnologien bilden die Basis für ein LPWAN (Low Power Wide Area Network). In solchen Netzwerken sind Endgeräte mit niedrigem Energieverbrauch – typischerweise Sensoren – mit Gateways verbunden, welche die Daten an andere Geräte und Netzwerkserversenden. Die Netzwerkgeräte werten die empfangenen Daten aus und steuern die Endgeräte. Entsprechend sind die Protokolle speziell auf eine große Reichweite, Low-Power-Endgeräte und geringe Betriebskosten ausgelegt.

## Mobilfunk / LTE

Zellulare Funktechnologien hatten lange eine Monopolstellung für Applikationen mit hoher Reichweite, die einen Endpunkt ohne Gateway direkt mit dem Internet verbinden können. Dank der weltweit gut ausgebauten Infrastruktur an Basisstationen benötigen die Endprodukte nur eine SIM-Karte, um mit der Cloud zu kommunizieren. Nach erfolgreicher Installation und Registrierung beim Netz-Provider können sie Daten versenden und empfangen.

Die Weiterentwicklung der Mobilfunktechnologien hat sich in der Vergangenheit vor allem darauf konzentriert, die Datenübertragungsraten zu erhöhen. So sind mit LTE Advanced

heute bis zu 3,9 GBit/s im Downlink und 1,5 GBit/s im Uplink möglich. Die meisten Dinge im IoT übertragen jedoch gar keine derart großen Datenmengen, der Großteil kommt mit wenigen 100 Bit pro Minute aus. Der Fokus für eine erfolgreiche Kommunikationstechnik liegt deshalb auf hohen Reichweiten, einer verlässlichen Kommunikation und einer niedrigen Leistungsaufnahme für eine lange Batteriebensdauer. Geringe Datenraten spielen der niedrigen Stromaufnahme dabei in die Tasche.

## LTE-M

Mit dieser Zielsetzung hat das 3GPP (Third Generation Partnership Project), das sich mit der Weiterentwicklung der Mobilfunkstandards (GSM, UMTS, LTE) befasst, den Standard LTE-M entwickelt. Dieser ist auch als LTE-MTC (Machine Type Communications) bekannt.

LTE-M sendet im lizenzierten SubGHz-Frequenzband zwischen 700 MHz und 900 MHz. Die Downlink- und Uplink-Datenraten liegen bei 1 MBit/s. Dank des Niedrigstromansatzes soll eine Betriebsdauer batteriebetriebener Endgeräte von 10 bis 20 Jahren möglich sein. Weiterer Pluspunkt von LTE-M ist die hervorragende Netzabdeckung, da LTE-M auf Basis der existierenden Mobilfunk-Infrastruktur arbeitet. Für Provider bietet LTE-M zudem den Vorteil, dass es auf das bekannte lizenzierte Spektrum aufsetzt. Damit ist es sehr sicher und robust und eignet sich auch für Services mit hohen Qualitätsanforderungen.

Nachteil von LTE-M sind die hohen Kosten für die Nutzung der lizenzierten Mobilfunknetze. Hierfür benötigt jedes Endgerät eine eigene SIM-Karte, für die Installations- und Wartungskosten anfallen. Hinzu kommen die laufenden Gebühren, die im Schnitt deutlich über denen vergleichbarer Technologien liegen.

Change easily between technologies thanks to same form, same size and same AT commands



Zudem ist der heutige SIM-Karten-Service bei LTE-M vergleichsweise umständlich. Abhilfe könnte künftig die eSIM-Karte (embedded SIM-Karte) schaffen. Wie der Name sagt, ist sie fest in das Endgerät verbaut, bei einem Provider-Wechsel lässt sie sich einfach von außen umprogrammieren.

Um auf neuere Mobilfunkgenerationen zu wechseln, bietet sich z.B. die xE910-Familie von Telit an. Aktuell sind Module für GSM, verschiedene UMTS-Varianten und LTE erhältlich, Module für LTE-M hat der Hersteller bereits angekündigt. Dank eines identischen Formfaktor lassen sich Geräte mit ihnen schnell und unkompliziert upgraden. Darüber hinaus bietet Telit auch Mehrwertservices, wie z.B. spezifische SIM-Karten und Tarife für industrielle Anwendungen.

---

### SigFox

---

SigFox ist maßgeschneidert für lange Reichweiten (im freien Gelände 30 - 50 km, in Städten 3 - 10 km), niedrige Datenraten (12 Byte pro Mitteilung, max. 140 Mitteilungen pro Tag und Endgerät) und einen möglichst geringen Stromverbrauch. SigFox arbeitet im SubGHz-Frequenzband (868 MHz für Europa) und bedient sich der Narrowband-Technik mit BPSK als Modulationsverfahren. Endgeräte, die mit der SigFox-Technologie ausgestattet sind, liefern ihre Daten an SigFox-Basisstationen, welche sie an die Server von SigFox weiterleiten. Dort werden die Daten verarbeitet, die Ergebnisse gehen zur Visualisierung zurück an die entsprechenden Endgeräte. Das heißt: SigFox managt die Daten in der eigenen Cloud.

Anders als bei LTE befindet sich die Infrastruktur von SigFox noch im Aufbau. Dabei arbeitet das Unternehmen einerseits mit großen Netzbetreibern weltweit zusammen, es installiert und betreibt in einigen Regionen die Netze aber auch selbst, z.B. in Frankreich und den USA. Aktuell deckt SigFox Frankreich, Portugal, Spanien, die Niederlande und Großbritannien ab. In Belgien, Dänemark, Deutschland, Irland, Italien, Luxemburg und den USA treibt der Anbieter den Rollout mit Nachdruck voran. Für landesweite oder gar internationale Projekte empfiehlt sich die Technologie derzeit jedoch noch nicht.

Eine SIM-Karte ist bei SigFox nicht erforderlich. Die Nutzungsgebühr hängt davon ab, wie viele und wie umfangreiche Nachrichten pro Tag versendet werden. In der Regel bewegt sich die Gebühr pro Endgerät zwischen 1 und 10 Euro im Jahr.

Transmitter- und Transceiver-Lösungen für SigFox bietet etwa Microchip Atmel mit der ATA8520-Familie. Die SoCs (System on Chip) kommen mit integrierter DBPSK-Modulation und SigFox-Protokollstack, ihre SigFox ID sowie der PAC und Verschlüsselungs-Code sind im Chip sicher abgelegt und verschlossen. ohne Möglichkeit, diese zu extrahieren. Für hohe Flexibilität können die ATA8520 mit jedem Mikrocontroller verbunden werden.



Die LE51-868S-Familie von Telit umfasst steckbare DIP- sowie lötbare SMD-Modullösungen. Mit einer Abdeckung der Frequenzbänder von 863 bis 870 MHz arbeiten sie sowohl mit dem Telit-proprietären Protokoll wie auch als SigFox Gateway.

---

### LoRa

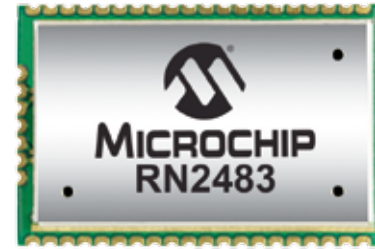
---

LoRa ist der Technologie SigFox sehr ähnlich: Auch LoRa läuft auf dem SubGHz-Frequenzband (868 MHz für Europa), erzielt ähnliche Reichweiten (bis zu ca.15 km) und ist dank geringer Datenrate von 0,3 bis 22 kbps sehr sparsam im Verbrauch. Anders als SigFox arbeitet LoRa jedoch mit der Chip-Spread-Spektrum-Technik, mit der sich das Verhältnis zwischen Bandbreite und Bitrate flexibel einstellen lässt.



Für die Standardisierung und Weiterentwicklung von LoRa wurde 2015 die „LoRa Alliance“ ins Leben gerufen. Neben LoRa-Entwickler Semtech gehören mittlerweile zahlreiche Chip- und Modulhersteller, Softwarefirmen und Netzbetreiber der LoRa Alliance an, darunter z.B. Microchip und STMicroelectronics.

Wer seine Endprodukte mit LoRa ausstatten möchte, muss eine Lizenzgebühr von 3.000 USD pro Jahr an die LoRa Alliance entrichten. Darüber hinaus fallen keine weiteren Nutzungs- oder Verbrauchsgebühren an – wie bei SigFox wird auch bei LoRa keine SIM-Karte benötigt.



LoRa-Modullösungen sind von Microchip sowohl für den europäischen (RN2483) als auch für den amerikanischen Markt (RN2903) erhältlich. Die hochintegrierten Module beinhalten den Mikrocontroller, Quarz, ein EU1-64 Node Identity Serial EEPROM, einen Radio Transceiver mit analogem Frontend sowie eine Anpassschaltung. Für die Entwicklung bietet der Hersteller spezifische Platinen sowie ein komplettes Gateway-Entwicklungs-Set.

---

### Kopf-an-Kopf Rennen

---

Im Vergleich zu LTE-M können sowohl LoRa als auch SigFox mit Kostenvorteilen punkten: Die Hardware-Kosten für ein Modul bewegen sich aktuell rund um 10 Euro, dazu kommen bei LoRa die jährlichen Lizenzgebühren von 3.000 USD, bei SigFox zwischen 1 und 10 Euro pro Jahr pro Endgerät. Für LTE-M werden allein die Hardware-Kosten über denen von SigFox und LoRa liegen, auch hier kommen dann noch laufende Gebühren für die SIM-Karten hinzu sowie die Instandhaltungskosten für den Austausch.

Die LoRa- und SigFox-Funkmodule für die Endgeräte haben eine sehr niedrige Leistungsaufnahme, sie können weite Strecken überbrücken bei guter Durchdringung in Gebäuden. Größter Hemmschuh beider Technologien ist die noch schwache Infrastruktur. So befinden sich LoRa und SigFox aktuell in einem Kopf-an-Kopf-Rennen. LoRa erhält dabei zusätzlichen Schub durch den großen Vorteil, dass es auch den Aufbau privater Netzwerke ermöglicht. Dies ist nicht für jede Applikation sinnvoll, schafft LoRa jedoch eine gewisse Unabhängigkeit vom Ausgang im Rennen der Giganten.

Doch auch hinter der zellularen Funktechnologie steckt noch viel Zugkraft. So hat Nordic Semiconductor als führender Hersteller von Ultra-Low-Power-Konnektivität bereits Mitte 2016 die nRF91-Serie mit „Low Power LTE“-Technologie angekündigt. Sie zielt auf das bereitstehende Release 13 für LTE-M und NB-IoT der 3GPP (Narrow Band-IoT), eine weitere neue Art der schmalbandigen Kommunikation mit „Dingen“.

Verschlüsselungstechnologien

# Der Schlüssel zur Sicherheit

*Immer wieder machen Bedrohungen durch neue Technologien Schlagzeilen, sei es der Diebstahl von Fahrzeugen mit Keyless Go, Abhörskandale, Datenklau, Offenlegung von Passwörtern im Internet oder Phishingangriffe. Den größten Schaden tragen allerdings meist nicht die Nutzer davon: Haftet die negative Publicity einmal einem Produkt oder gar einem Hersteller an, wird sie zur ernsthaften Gefahr für dessen Geschäft. Verschlüsselungstechnologien bieten vergleichsweise günstigen Schutz. Sind personenbezogene Daten im Spiel, führt im Sinne der Datenschutzbestimmung ohnehin kein Weg daran vorbei.*



AUTOR:  
JAKOB SEEMANN,  
PRODUCT SALES MANAGER

**G**erade bei Embedded-Systemen wird das Thema Sicherheit jedoch häufig vernachlässigt. Die Folge: Über gehackte Geräte können (Wirtschafts-)Spione auf das gesamte Unternehmensnetzwerk und damit auf die IP (Intellectual Property) sowie Betriebsgeheimnisse zugreifen und Daten manipulieren. Nutzer von smarten Geräten im Haushalt können über die Sicherheitskamera unbewusst Informationen an potentielle Diebe leiten oder ihnen über automatische Steuerungen sogar Türen und Fenster öffnen. Auch das Auto bietet durch das autonome Fahren und Firmware-Updates over the air nahezu unendlich viele Angriffspunkte.

Wird ein solcher Fall bekannt, schwindet das Vertrauen der Kunden in das Gerät oder gar in das gesamte Unternehmen. Daher sollte eine Verschlüsselung für jeden Hersteller von vernetzten Produkten ganz oben auf der Prioritätenliste stehen.

Um Verschlüsselung zu verstehen, ist es hilfreich, deren Zielsetzung zu betrachten. Hier stehen drei Schlagworte im Fokus: Authenticity, Confidentiality, Integrity. Wenn beispielsweise ein Nutzer mehrere Produkte in seinem Haus drahtlos vernetzt, ist es wichtig, dass sich nur autorisierte Produkte in dieses Netz einwählen können und dass sowohl die Daten innerhalb des Netzes als auch das gesamte System geschützt sind. Das heißt, es darf kein

Unbefugter ins Netzwerk gelangen (authenticity), Daten abgreifen (confidentiality) oder manipulieren (integrity). Moderne Kryptographie deckt alle drei Aspekte ab. Sie steht in zwei grundlegend verschiedenen Funktionsweisen zur Verfügung: als symmetrische und als asymmetrische Verschlüsselung.

## Symmetrische Verschlüsselung

Bei der symmetrischen Verschlüsselung kommt für das Chiffrieren und Dechiffrieren ein und derselbe Schlüssel zum Einsatz. Das bekannteste und am häufigsten verwendete Verfahren ist die AES-Verschlüsselung (Advanced Encryption Standard). AES arbeitet entweder mit 128-, 192- oder 256-Bit-Schlüsseln. Bereits 128-Bit-AES-Schlüssel gelten nach dem Stand heutiger Technik als sicher.

Dabei ist zu beachten, dass nach wie vor der im Jahr 1883 von Auguste Kerckhoffs formulierte Grundsatz moderner Kryptographie gilt: Die Sicherheit eines Verschlüsselungsverfahrens beruht auf der Geheimhaltung des Schlüssels und nicht auf der Geheimhaltung des Algorithmus. Dies ist bei einer symmetrischen Verschlüsselung wie AES besonders wichtig, da auf beiden Seiten (Ver- und Entschlüsselung) der gleiche Schlüssel verwendet wird. Ist dieser bekannt, beziehungsweise veröffentlicht, ist die gesamte Verschlüsselung hinfällig. Daher liegt bei AES die größte Herausforderung in der Verwaltung der Schlüssel. Hier muss vor allem dafür Sorge getragen werden, dass die Schlüssel mithilfe eines echten Zufallsgenerators generiert werden, dass sie in einem Secure Element abge-

legt werden und bei der erstmaligen Übergabe nicht abgegriffen werden können.

## Asymmetrische Verschlüsselung

Die asymmetrische Verschlüsselung verwendet immer zwei verschiedene Schlüssel: einen privaten (Private Key) und einen öffentlichen (Public Key). Sie werden immer als Paar erzeugt. Der Private Key verbleibt fest bei dem Ersteller der Schlüssel, der Public Key geht an die Gegenseite. Diese kann mit Hilfe des Public Key Nachrichten chiffrieren, die sich nur mit dem dazugehörigen Private Key wieder dechiffrieren lassen. Der Private Key kann zudem eine Signatur erstellen, mit der das Gegenüber unter Verwendung des dazugehörigen Public Key den Absender eindeutig identifizieren kann.

Die asymmetrische Verschlüsselung basiert auf mathematischen Einwegfunktionen. Sie müssen möglichst einfach zu rechnen sein, ihre Umkehrung hingegen sehr aufwändig. Durch die ständig wachsende Rechenleistung von Computern steigt auch deren Fähigkeit, komplexe Umkehrfunktionen zu berechnen. Um eine ausreichende Sicherheit zu gewährleisten, müssen die Schlüssel deshalb eine gewisse Länge haben. Als sicher gelten aktuell Schlüssel mit 2048 Bit, wie z.B. RSA 2048. Weil bei steigender Schlüssellänge auch die Geschwindigkeit für das Ver- und Entschlüsseln abnimmt, sind asymmetrische Verfahren nur bei geringen Datenmengen sinnvoll.

Ein Alternative zu dieser herkömmlichen asymmetrischen Verschlüsselung ist die Elliptic



Curve Cryptographie (ECC). Sie basiert auf demselben Ansatz, nutzt aber Punkte auf elliptischen Kurven. Das macht Rechenoperationen deutlich aufwändiger und sorgt so dafür, dass bereits Schlüssel mit 256 Bit ein nach aktuellem Stand sicheres Niveau bieten. Dabei benötigt ECC 256 nur unwesentlich mehr Zeit als vergleichbar sichere symmetrische Verfahren.

*Hybride Verschlüsselung eliminiert Nachteile*

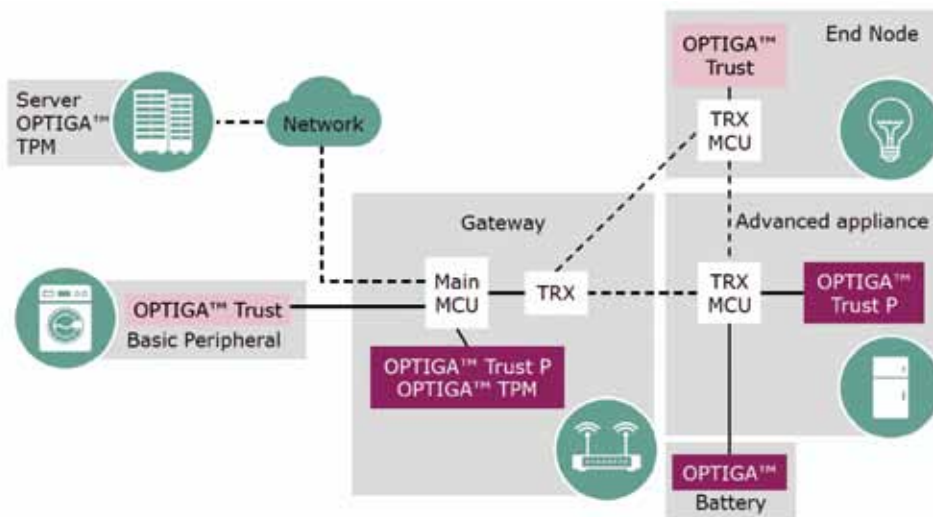
Fällt die Wahl auf eine symmetrische Verschlüsselung der Nutzdaten, reicht die Sicherheit dieses Verfahrens aber nicht aus, lässt sie sich mit einer hybriden Verschlüsselung erhöhen. Dabei wird der symmetrische Schlüssel mittels eines asymmetrischen Public Key nochmals verschlüsselt versendet. Damit hat ausschließlich der autorisierte Empfänger die Möglichkeit, den symmetrischen Schlüssel mit dem passenden Private Key zu dechiffrieren.

Gleichzeitig kann der Absender des symmetrischen Schlüssels mit seinem Private Key eine Signatur erstellen, die ihn bei seinem Gegenüber unter Verwendung des passenden Public Keys eindeutig identifiziert. Sind diese Schlüssel ausgetauscht und dechiffriert, ist die Basis für eine symmetrisch verschlüsselte Kommunikation gelegt. Durch die Kombination eliminiert diese Methode die Nachteile beider Verfahren, nämlich die unsichere Schlüsselübergabe bei der symmetrischen Verschlüsselung und die geringere Geschwindigkeit bei der asymmetrischen Verschlüsselung.

*Hardware oder Software?*

Jedes Verschlüsselungsverfahren lässt sich in Software oder Hardware umsetzen. Softwarebasierte Verschlüsselung hat den großen Nachteil, dass das Programm keine selbstständig abgeschlossene Einheit bildet, sondern immer in Abhängigkeit zu seiner Umgebung steht, z.B. dem Betriebssystem. Dadurch ist sie anfällig für Fehler und Angriffe. Hinzu kommt ein weiteres Minus: Da der Mikrocontroller oder Prozessor eines Embedded-Systems zusätzlich die aufwändige Ver- und Entschlüsselung übernehmen muss, sind Einbußen in der Performance unvermeidbar.

Dem gegenüber steht die Verschlüsselung mittels eigens dafür entwickelter ICs. Ihre einzige Funktion besteht in der Verschlüsselung, so dass es zu keinen Performance-Ein-



Unterschiedliche Verschlüsselungs-ICs sorgen für ein rundum sicheres Smart Home. (Quelle: Infineon)

bußen kommt. Viele Verschlüsselungs ICs sind zudem gegen physische Angriffe geschützt. Die Sicherheit dieser Bauteile und damit auch die Sicherheit der Schlüssel sind deshalb unabhängig von der Sicherheit des gesamten Systems.

Verschlüsselungs-ICs in unterschiedlichen Ausführungen erfüllen die Anforderungen verschiedener Anwendungen: Einfache Authentifizierungschips, beispielsweise aus der „Infineon Optiga Trust“-Serie, nutzen die asymmetrische Verschlüsselung (ECC 163) und empfehlen sich etwa für die Authentifizierung von Originalzubehör bei Consumer Electronics. Die Optiga-Trust-E-Serie mit ECC 256 und SHA 256 stellt die Authentifizierung z.B. von medizinischer Ausrüstung, in Smart Homes, im Industriefeld oder bei Cloud Computing Authentication zum Licence Management sicher. Die Optiga-Trust-P-Serie mit ECC 521 und RSA 2048 verfügt über ein Java-basiertes Betriebssystem, in dem eigene Applets programmiert werden können. Auch die STSAFE-Produkte (ECC 384, SHA 384, AES 256) von STMicroelectronics bieten höchsten Schutz, unter anderem durch sichere Authentifizierung, verschlüsselte Kommunikation, sichere Ablage von Schlüsseln und Absicherung bei Firmware-Upgrades. Standardisierte TPMs (Trusted Platform Module) verbinden aufwändigste Verschlüsselung sowie die sichere Ablage von einer Vielzahl an Schlüsseln und Signaturen mit dem Schutz vor physischem Auslesen der in ihnen gespeicherten Information. Sie werden zum Beispiel von Infineon Technologies und Microchip/Atmel angeboten.

Ein besonders interessantes Konzept verfolgt Microchip/Atmel: Als erstes Unternehmen

weltweit hat es bereits im August 2016 eine Ende-zu-Ende-Security-Lösung für Dinge im IoT veröffentlicht, welche sich mit der Amazon Web Services IoT (AWS IoT) Cloud verbindet. AWS IoT funktioniert nach strengen Kriterien zur Authentifizierung und ganzheitlichen Verschlüsselung an allen Verbindungspunkten. Diese sorgt dafür, dass Daten nie ohne geprüfte Identität zwischen Geräten und AWS IoT ausgetauscht werden. Die neuen Microchip/Atmel-AWS-ECC508-Authentication ICs machen es Unternehmen besonders einfach, den Vorgaben der AWS IoT Cloud zu entsprechen: Sie brauchen während des Produktionsprozesses weder Private Keys noch Zertifikate in die ICs zu laden. Denn der AWS-ECC508 ist bereits ab Werk so konfiguriert, dass er von der AWS IoT Cloud ohne weiteres als zugelassenes Gerät erkannt wird.

*Verschlüsseltes Smart Home*

Ein einfaches Praxisbeispiel verdeutlicht die Nutzung von Verschlüsselungs-ICs: In einem Smart Home gewährleisten einfache Authentifizierungschips, wie der Optiga Trust SLS, dass sich nur berechtigte Endgeräte – etwa eine vom Nutzer installierte Rolladensteuerung oder Überwachungskamera – im zentralen Smart Home Gateway anmelden können. Ein STSAFE-Secure-Mikrocontroller verschlüsselt die Kommunikation zwischen der Kamera und dem zentralen Gateway. Ein TPM sichert im zentralen Gateway die Schlüsselablage, Firmware-Updates und die Übertragung aller Daten in die Cloud. Damit kann sich der Hausherr sicher sein, dass sowohl die Authenticity als auch Confidentiality und Integrity gewährleistet sind. ■



Funkstandards

# Wie funkt das Smart Home?

*Der Kühlschrank, der fehlende Wurst und Butter selbst bestellt, ist schon lange die Standard-Vision des Smart Home, aber noch immer nicht Realität.*

*Dafür sind andere vernetzte Anwendungen längst in die eigenen vier Wände eingezogen, und stetig kommen neue hinzu. Für Anbieter stellt sich die Frage: Auf welchen Funkstandard soll ich setzen?*

AUTOR:  
JAKOB SEEMANN,  
PRODUCT SALES MANAGER

Im Jahr 2008 waren laut Strategy Analytics durchschnittlich 2,4 Geräte pro Haushalt vernetzt, 2015 waren es schon 8,6. Für 2022 sieht Gartner über 500 smarte Geräte in jedem Haushalt.

Deutschland gehört zu den wichtigsten Märkten: Wie der „Smart Home Monitor 2016“ des Marktforschungsinstituts Dr. Grieger & Cie. und der SmartHome Initiative Deutschland e.V. ergab, nutzen bereits rund 30 Prozent der 1.017 befragten Haushalte Smart-Home-Anwendungen, vor allem für Energiemanagement, Entertainment und Kommunikation und für Sicherheitslösungen.

Doch nicht nur im privaten Bereich setzen sich Smart-Home- und AAL-Technologien (Ambient Assisted Living) durch. Bei Wohnungs- und Immobilienunternehmen sind vor allem Lösungen für die Verbrauchsmessung /-abrech-

nung gefragt sowie Heizungssteuerungen, mit denen sich das Raumklima regeln und so Schimmelbildung vorbeugen lässt. Für die Vernetzung der Anwendungen stehen verschiedene Funkstandards und Plattformen zur Wahl.

## Proprietäre Alternative aus den USA: Z-Wave

In den USA trifft man gelegentlich auf das Maschennetzwerkprotokoll Z-Wave der amerikanischen Firma Sigma Designs. Da es keine anderen Halbleiteranbieter für dieses Protokoll gibt, scheuen viele Gerätehersteller, hier in den Schritzkasten zu geraten.

In Amerika nutzt Z-Wave die lizenzfreie Frequenz 915 MHz. Weil diese in Europa nicht zur Verfügung steht, müssen Hersteller von Z-Wave-fähigen Endprodukten hier auf 868-MHz-Transceiver ausweichen. Ein weiterer Nachteil von Z-Wave sind die geringen Datenübertragungsraten und die fehlende Kompatibilität mit Smartphones. Dies kann entscheidend sein, denn die Mehrzahl der

Nutzer möchte die Smart-Home-Funktionen auch aus der Ferne nutzen können, am liebsten über das Smartphone. Das ergab der „Deloitte Smart Home Survey 2015“.

## Flexible Frequenzwahl: ZigBee

Ein weiteres Maschennetzwerkprotokoll, das bislang auch vorwiegend in den USA genutzt wird, ist das auf IEEE 802.15.4 basierende ZigBee. ZigBee funkt auf der ebenfalls lizenzfreien 2,4-GHz-Frequenz und in SubGHz-Frequenzen. So können Anbieter für jede Smart-Home-Anwendung die passende Frequenz wählen, insbesondere wenn sie einen SubGHz/2,4GHz-Kombo-Transceiver wie den AT86RF215 von Atmel einsetzen. Aktuell ist die Nutzung von ZigBee jedoch nicht empfehlenswert: 2015 wurde eine gravierende Sicherheitslücke entdeckt, die auch durch Firmware-Updates bisher nicht behoben werden konnte. Das wird sich jedoch bald ändern: Das ZigBee-Konsortium testet bereits die neue Spezifikation 3.0, welche die Sicherheitslücke schließt.

---

### *Vielseitig und sicher: Thread*

---

Ein weiteres auf IEEE 1802.15.4 basierendes Protokoll für SubGHz und 2,4 GHz ist Thread. Es ist als sehr robustes, selbstheilendes und energiesparendes Maschennetzwerk bekannt und ist durch die Unterstützung von IPv6 die 6LoWPAN-Alternative zu Bluetooth und WiFi. Eine AES-Verschlüsselung gewährleistet die Sicherheit. Da Thread lizenzfrei verwendet werden kann, existiert mittlerweile ein breites Netzwerk aus 220 Unterstützern (unter anderem ARM, Samsung, Atmel, Procter&Gamble, Osram). Auch die gefragten Module von Redpine Signals, die auf dem aktuellen RS9113-M2M-Combo-Chipsatz basieren, unterstützen neben dual band Wifi (2,4/5 GHz), Bluetooth classic, Bluetooth Low Energy und ZigBee auch das Thread Protokoll.

---

### *Weltweit stark: Bluetooth Smart*

---

Rund um den Globus sehr verbreitet ist Bluetooth Smart (auch Bluetooth Low Energy (BLE)), das ebenfalls im 2,4-GHz-Band funkt. Auch BLE hat den entscheidenden Vorteil der IPv6-Unterstützung, dank der sich Endgeräte direkt mittels einer IPv6-Adresse adressieren lassen. Nordic Semiconductor bietet hierfür bereits Software Stacks sowohl für sein nRF51 SoC (Cortex M0 + 2,4 GHz Transceiver) als auch für das nRF52 SoC (Cortex M4 + 2,4 GHz Transceiver + NFC).

Außerdem hat BLE dank seiner Verbreitung in Smartphones die Nase vorn: Nahezu jedes aktuelle Modell kommt mit BLE-Schnittstelle, über die es direkt mit BLE-Smart-Home-Produkten kommunizieren kann. Mit dem Standard 5.0 gewinnt BLE zudem an Reichweite,

Datenübertragungsraten und Broadcasting-Fähigkeit. Letztere macht Apps überflüssig, um eine Verbindung zu einem Endgerät herzustellen und Daten in die Cloud zu schicken, und ermöglicht so ein verbindungsunabhängiges Internet of Things. Fachleute erwarten für 2017 zudem ein Bluetooth-Smart-Maschennetzwerkprotokoll, für das Nordic sicher einen passenden Softwarestack für nRF51 und nRF52 parat haben wird.

---

### *Vom Gym ins Smart Home: ANT*

---

Nicht zu vernachlässigen ist auch das ANT-Protokoll. Entwickelt von der Garmin-Tochter Dynastream, war es bislang insbesondere für Sportequipment bekannt. Inzwischen hat ANT aber auch im Bereich Heimautomation, Indoor Locationing und Telemedizin Einzug gehalten. Wie Z-Wave ist auch ANT ein proprietäres Protokoll, doch im Gegensatz zu diesem wird es von mehreren Halbleiterherstellern unterstützt, so dass Kunden stets auf der sicheren Seite sind.

Dank seines geringen Stromverbrauchs, seiner großen Flexibilität hinsichtlich der Netzwerk-Topologie und der steigenden Anzahl an Smartphones mit ANT-Unterstützung wächst es zu einer echten Alternative zu den anderen Standards heran. Nordic bietet für seine nRF51 und nRF52 SoCs auch einen ANT Software Stack an.

---

### *Fast überall zu Hause: WLAN*

---

Enorme Bedeutung für das Smart Home hat WLAN: Es findet sich in vielen Häusern und Wohnungen und ermöglicht hohe Datenübertragungsraten, wie sie insbesondere für

Überwachungskameras und Multimedia-Anwendungen nötig sind. Aber auch Smart-Home-Anwendungen aus den Bereichen Energiemanagement und Ambient Assisted Living nutzen WLAN als Funkstandard, sei es um eine direkte Kommunikation mit dem Smartphone sicherzustellen oder um Daten über das lokale Netzwerk direkt in die Cloud zu schicken.

Häufig wird WLAN mit BLE kombiniert, vor allem um Sensordaten per BLE an eine zentrale Einheit und von dort per WLAN in die Cloud zu senden. In solchen Fällen bietet sich ein Kombimodul wie das RS9113 von Redpine Signals an. Der neueste SubGHz-WLAN-Standard 802.11ah stellt auch die Zukunftsfähigkeit von WLAN für das Smart Home sicher.

---

### *Offenes Ende*

---

Noch ist nicht entschieden, welcher Funkstandard sich durchsetzen wird. Vieles deutet darauf hin, dass nicht nur einer als Sieger aus dem Ring gehen wird, sondern mehrere Standards parallel existieren. Dann können zentrale Konnektivitäts-Units für Kompatibilität sorgen, oder einzelne Anbieter schaffen eigene, klar abgegrenzte Smart-Home-Systeme.

Die entscheidenden Kriterien für den Erfolg sind auf jeden Fall IPv6-Unterstützung, Smartphone-Kompatibilität und Flexibilität, um schnell auf neue Anforderungen reagieren zu können. Das ANT-Protokoll erfüllt alle, so dass es sich sicherlich weitere Marktanteile erkämpfen kann. Doch auch die Schwergewichte Bluetooth Low Energy und WiFi sind hervorragend in Form, um sich dauerhaft im Markt durchzusetzen. ■

Anzeige

**FUJITSU**  
Relais



#### **Fujitsu high quality relays**

Solutions for all your circuit applications. From power and industrial to automotive applications. Offering high voltage loads (DC / PV), wide contact gap. Including EV / PHV and signal relays.  
[fujitsu.com/uk/components](http://fujitsu.com/uk/components)

**FUJITSU**

Zylindrische Lithium-Ionen-Batterien von Samsung SDI

# Jetzt komplettes Produkt-Portfolio für Batteriemanagementsysteme

*Seit kurzem ist Rutronik exklusiver Distributionspartner für EMEA des Weltmarktführers für zylindrische Lithium-Ionen-Batterien, Samsung SDI. Damit erhalten Hersteller von Batteriepacks alle Komponenten für ein komplettes Batteriemanagementsystem (BMS) aus einer Hand. Beim Design-In, Handling und der Logistik der Batterien gilt es jedoch, einige Verordnungen und Anforderungen zu beachten. Rutronik bietet umfassende Begleitung und Beratung.*

AUTOR:  
ANDREAS MÄGLER,  
LEITER STRATEGISCHES MARKETING

**D**er Markt für Lithium-Ionen Batterien verzeichnet hohe Wachstumsraten – und das nicht ohne Grund: Gegenüber anderen Energiespeichern punkten Li-Io-Batterien mit einer wesentlich höheren Energiedichte und Spannung bei kleineren Abmessungen, mehr Ladezyklen und einer längeren Lebensdauer. Laut der „Avicenne Energy Analyse 2015“ wurden im Jahr 2000 noch weniger als 10.000 Tonnen Li-Ionen-Kathoden verkauft, 2014 waren es schon mehr als 100.000 Tonnen. Vom globalen Batteriemarkt mit rund 60

Milliarden US-Dollar im Jahr 2014 entfielen 5 Milliarden US-Dollar auf Li-Io-Batterien, 2015 sollte ihr Anteil noch deutlich darüber liegen. Zwischen den Jahren 2014 und 2025 prognostizieren die Marktexperten eine Wachstumsrate von 10 Prozent, bezogen auf MWh, und auch andere Studien sagen einen vermehrten Einsatz in verschiedenen Applikationen voraus.

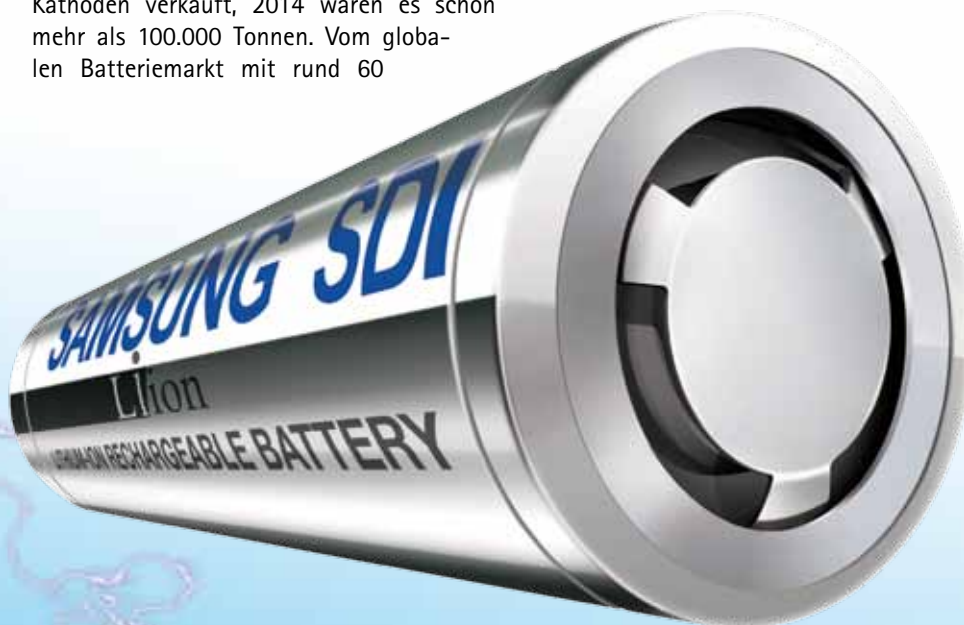
## Breites Einsatzgebiet

Haupttreiber sind Smartphones, Tablets und portable PCs, wo Li-Io-Pouchzellen meist kundenspezifisch in hohen

Stückzahlen zum Einsatz kommen. Seit 2012 setzen auch die meisten Hersteller von Plug-in-Hybrid- und Elektro-Autos auf Li-Io-Batterien, auch wenn neue Materialien erforderlich sind, um die Automotive-Standards zu erfüllen. Weitere Zielapplikationen reichen von elektrisch angetriebenen Fahrzeugen aller Art, wie E-Bikes, E-Scooter, E-Boote, Gabelstapler, Rasenmäher und Rollstühle, über Energiespeichersysteme, Fotovoltaik-Backupsysteme und unterbrechungsfreie Stromversorgungen bis hin zu medizinischen Geräten, Elektrowerkzeugen, Telecom-Anwendungen und vielem mehr.

## Zylindrische Lithium-Ionen-Zellen

In diesem Industriemarkt nehmen die zylindrischen Zellen eine Schlüsselstellung ein. Denn durch ihren Aufbau mit einer festen Hülle um jede einzelne Zelle gewährleisten sie ein hohes Maß an Sicherheit. Da es sich um eine Standardgeometrie handelt, sind sie gleichzeitig relativ kostengünstig und lange im selben Formfaktor verfügbar. Ein Technologie-Upgrade ist damit für den Produzenten batteriebetriebener Geräte deutlich einfacher und schneller umzusetzen. Seit 2010 kann Samsung SDI den weltweit größten Marktanteil an zylindrischen Li-Io-Zellen auf sich verbuchen. Das Produktportfolio beginnt bei Modellen mit einem maximalen Entladestrom von typ. zwischen 6 A und 8 A und einer nominellen Kapazität zwischen 2150 mAh und 3450 mAh. Die aktuelle Produkt-Roadmap



von Samsung SDI gibt einen weiteren Ausblick zu neuen Technologien. Mit deutlich höheren Entladeströmen und Kapazitäten bis 4700 mAh lassen sich die Reichweiten z.B. von E-Bikes um 30 Prozent erhöhen.

Auf Fahrzeuge wie E-Scooter, Golf-Caddys oder Rasenmäher sind Zellen mit einer Kapazität zwischen 1800 mAh und 3300 mAh und einer Ladespannung von 4,125 V bzw. 4,2 V ausgerichtet. Speziell für Anwendungen, bei denen es kurzzeitig zu sehr hohen Entladeströmen kommt, wie zum Beispiel bei Elektrowerkzeugen, stehen Zellen für kurzzeitige Spitzenströme bis zu 30 A zur Verfügung. Ihre Kapazität reicht von 2000 mAh bis 2950 mAh.

Die zylindrischen Li-Io-Zellen kommen fast ausschließlich in Form von Batteriepacks zum Einsatz. Für den Aufbau eines solchen Packs ist ein äußerst sorgfältig abgestimmtes Batteriemanagementsystem (BMS) erforderlich, bei dem Lade- und Entladeströme sowie die Zellspannung mit höchster Präzision gemessen werden müssen.



Zielapplikationen für die zylindrischen Rundzellen

Das Herzstück des Batteriepack-Designs ist die Batteriezelle. Denn ausschließlich sie legt fest, mit welchen Parametern und Spezifikationen das System arbeitet beziehungsweise arbeiten darf und mit welchen aktiven und passiven Bauelementen sich das Optimum

aus dem System holen lässt. Bei der Auswahl der optimalen Batterie wie auch aller anderen erforderlichen Komponenten von den Halbleitern bis zu den passiven und elektro-mechanischen Komponenten bietet Rutronik eine umfassende Unterstützung – und damit

Anzeige

# Intel® Quark™ SE microcontroller

## Reaching the Intelligent Edge of the IoT



- Full Intel x86 instruction set architecture for end-to-end IoT deployments
- Integrated Sensor Hub for power saving intelligent handling & processing of external sensor data
- Integrated pattern-matching technology for real-time pattern recognition of sensor-data for power and bandwidth saving
- -40°C to +85°C ideal for small form factor IoT application
- Makes Sensor Nodes intelligent



**RUTRONIK** 24  
next generation e-commerce  
B2B e-commerce shop | [www.rutronik24.com](http://www.rutronik24.com)

ein einzigartiges one-stop-shopping-Angebot.

Der prinzipielle Aufbau eines Batteriepack ist meist identisch: Mehrere zylindrischen Zellen sind parallel (P-Konfiguration) und/oder seriell (S-Konfiguration) geschaltet, bei typischen Anwendungen wie zum Beispiel E-Bike sind drei oder vier parallel und zehn wiederum in Serie verbunden (zum Beispiel 10S4P). So ergeben sich performante Packs aus 30 bzw. 40 Einzelzellen.

Daneben befindet sich das Batteriemanagementsystem. Es umfasst typischerweise einen Coulombzähler, der die Ströme im Zeitverlauf mit hoher Präzision fortlaufend überwacht, welche Ladung ( $Q = I \times t$ ) in das System hinein und heraus fließt. Ein passives oder aktives Cellbalancing-System sorgt dafür, dass alle Zellen möglichst gleich konditioniert werden, um ein gleichmäßiges Laden und Entladen der einzelnen Zellen zu erreichen, mit dem Ziel, einer Überladung als auch einer Tiefentladung vorzubeugen. Das Temperaturmanagement des Batteriepacks und der ein-

zelnen Zelle ist zudem ein besonderer Bestandteil des Batteriemanagementsystems und gleichzeitig eine große Herausforderung. Temperatursensoren, die außen an der Zelle angebracht werden, können nur bedingt schnell reagieren, denn zum Beispiel eine partielle Erwärmung im Inneren der Batterie lässt sich nur verzögert oder nur unzureichend außen an der Zelle detektieren. Entsprechende Softwaremodelle zur Beschreibung und Auswertung der thermischen Leitfähigkeit der Zelle kommen hier zum Einsatz. Das Einhalten des definierten bzw. spezifizierten sicheren Arbeitstemperaturbereichs einer Zelle ist ein wichtiges Kriterium für die funktionale Sicherheit, die Lebensdauer und die Zyklenfestigkeit der einzelnen Zelle und damit für das Gesamtsystem.

Als Kommunikationsschnittstellen stehen typischerweise sowohl UART als auch CAN zur Verfügung. Zudem sind Batteriepacks oft mit einer Bluetooth-Schnittstelle ausgestattet, so dass z.B. ein E-Bike-Fahrer den Akkustand auf seinem Smartphone ablesen kann bzw. das Gerät in ein IoT-Szenario eingebunden wer-

den kann. Parallel zeigen Bargraph-LED-Anzeigen auf dem Batteriepack selbst den Ladezustand an.

### Heikel im Handling

Nicht nur beim Design, sondern auch im Umgang mit Li-Io-Batterien sind fundiertes Know-how und eine sorgfältige Arbeitsweise entscheidend. Denn die Zellen sind in ihrer Spezifikation auf ganz bestimmte Anwendungsprofile ausgelegt. Kommen sie in einer anderen Applikation zum Einsatz, kann sowohl die Batterie als auch die Anwendung ernsthaft geschädigt werden. Beim Betrieb unter unzulässigen Bedingungen kann es im schlimmsten Fall zu unkontrollierter extremer Erhitzung der Zelle kommen und ggf. zur Zerstörung der Batteriezelle. Die strikte Einhaltung der Spezifikationen ist daher verpflichtend für alle am Design- oder Handlingsprozess beteiligten Partner.

Batteriehersteller wie Samsung SDI fordern deshalb eine durchgängige Dokumentation aller Prozesse rund um die Produkte. Der Kunde hat damit die Gewähr, dass er Originalware bekommt, die auf höchstem Standard gefertigt und transportiert wurde und die Anforderungen der Zielapplikation auch tatsächlich erfüllt.

Das Dokumentenmanagement lässt sich in drei Hauptgruppen einteilen: 1. Gefahrgut-Dokumente, 2. Hersteller- und produktspezifische Dokumente und 3. Freigabe-Dokumente für den Packhersteller bzw. Käufer der Batterie. Man spricht hier von einer Vielzahl von Zertifikaten, Bestätigungen, Verträgen, die gegenseitig bestätigt werden müssen. Denn damit wird auch gesichert, dass nicht nur die Produkte die strengen Sicherheitsanforderungen erfüllen, sondern auch der BMS-Designer strikt nach den vereinbarten Regeln vorgeht.

Nach der Auswahl einer spezifischen Batterie, bei der Kunden die Unterstützung von den Rutronik FAEs und Produktionstechnikern erhalten, erhält der Kunde ein sog. CET-Dokument. Darin muss er detailliert beschreiben, in welche Applikation er die Batterie auf welche Art und Weise einsetzen möchte. Zudem ist ein Verantwortlicher beim Kunden mit Kontaktdaten zu benennen, der die Erklärung auch unterzeichnen muss. Das bedeutet: Das Unternehmen ist an diese Angaben gebunden und verpflichtet sich dazu, die zu erwerbenden Batterien genau wie beschrieben einzusetzen.

Anzeige

# efus™ A7UL

## Flexibles COM mit low-power NXP i.MX 6UltraLite Prozessor

ab  
€29,-



efus™ Standard  
EasyLayout  
USB CAN  
Wifi  
Display  
Bluetooth  
Touch Linux  
Windows Compact  
Made in Germany

www.fs-net.de





Ohne diese Auskünfte kommt kein Geschäft zustande. Diese stringente Vorgehensweise dient der Sicherheit aller Partner und ist ein wichtiger Bestandteil im Risikomanagement innerhalb des Batteriegeschäftsprozesses. Absolute Vertraulichkeit ist dabei oberstes Gebot. Um das schwarz auf weiß zuzusichern, sind NDAs (Non-Disclosure Agreement, Geheimhaltungsvertrag) zwischen Samsung und Rutronik als auch zwischen Rutronik und dem Kunden obligatorisch. Auf Basis dieser Angaben erhält der Kunde neben dem konkreten Angebot das Datenblatt, das als Element des Vertrages ebenso unterschrieben werden muss wie die Erklärung zur Produktnutzung (product use declaration, PUD). Er erhält unter anderem ein MSDA (Material Safety Data Sheet), in dem die Sicherheitsanforderungen für das konkrete Produkt exakt aufgeführt sind, sowie Recyclingdokumente. Auch seitens des Distributors sind verschiedene Gesetze und Verordnungen strikt zu erfüllen, da Li-Io Batterien zu den Gefahrgütern zählen.

### Sicherer Transport

So schreibt die ICAO (International Civil Aviation Organization)/ IATA (International Air Transport Association) für den Transport verbindlich vor, dass Li-Io Batterien nur mit einem eingeschränkten Ladezustand von maximal 30 Prozent, nur in begrenzten Mengen pro Sendung und nur getrennt von anderen Gütern versendet werden dürfen. Auch hier wird das korrekte Handling durch eine Vielzahl an Papieren dokumentiert, und auf die Gefahren, die vom Produkt ausgehen, hingewiesen, etwa durch besonders gekennzeichnete Frachtpapiere, Konformitätserklärungen (CoC) oder Gefahrguthinweise.

Zudem ist es essenziell wichtig, dass der Distributor eine durchgängige Traceability sicherstellt. Rutronik kann hier auf ein langjährig bewährtes System zurückgreifen. Dabei liest, erfasst und archiviert ein kamerabasiertes System simultan sämtliche Labelinforma-

tionen, erkennt alle Arten von Barcodes und kann diese korrekt interpretieren. Über eine Unikatsnummer sind auch nach Jahren alle Informationen über jede einzelne Verpackungseinheit abrufbar.

Die zentrale Steuerung aller Prozesse und die dazugehörige Datenspeicherung und Datenverarbeitung aller Dokumente sind Grundvoraussetzung im globalen Batteriegeschäft. Alle Prozesse laufen bei Rutronik komplett IT-gestützt ab, so dass stets sichergestellt ist, dass diese korrekt ausgeführt werden. Alle Dokumente und Informationen werden in einem zentralen Archivsystem gespeichert und auf Lieferschein-Ebene verknüpft. Alle Rutronik-Niederlassungen und Tochterunternehmen weltweit können auf dieses Archiv zugreifen. So lässt sich jederzeit nachweisen, welches Produkt sich wann wo befunden hat.

Dieser USP ist entscheidend für die Zukunftsfähigkeit eines Unternehmens im globalen Batteriegeschäft. ■

Anzeige

# Want to see the latest in Bluetooth low energy?

**Hall 3 / Stand 459 is the place!**

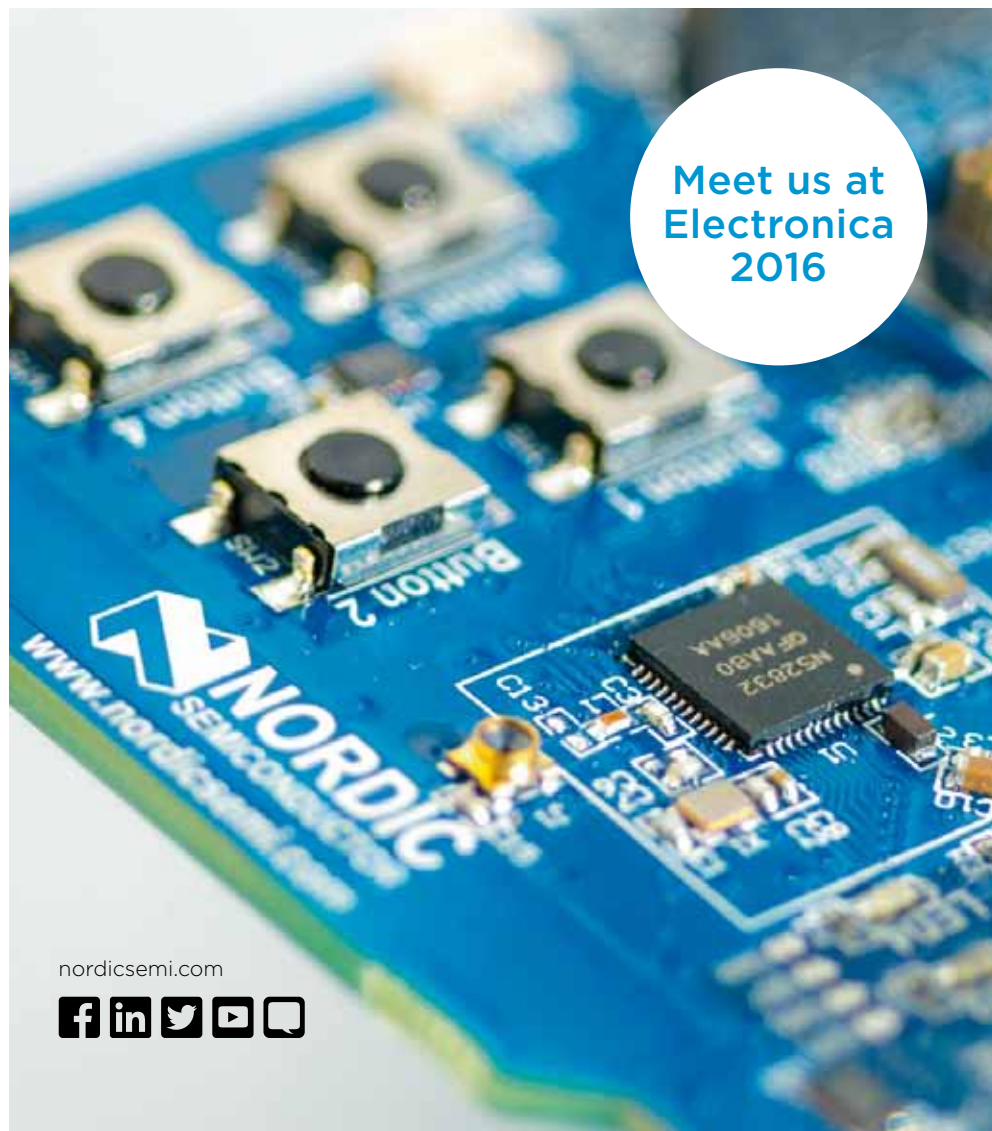
- > Meet our R&D experts
- > See and try live demos
- > Win a free nRF52 Development Kit



nordicsemi.com



Meet us at  
Electronica  
2016



Intel® Quark™ SE Mikrocontroller

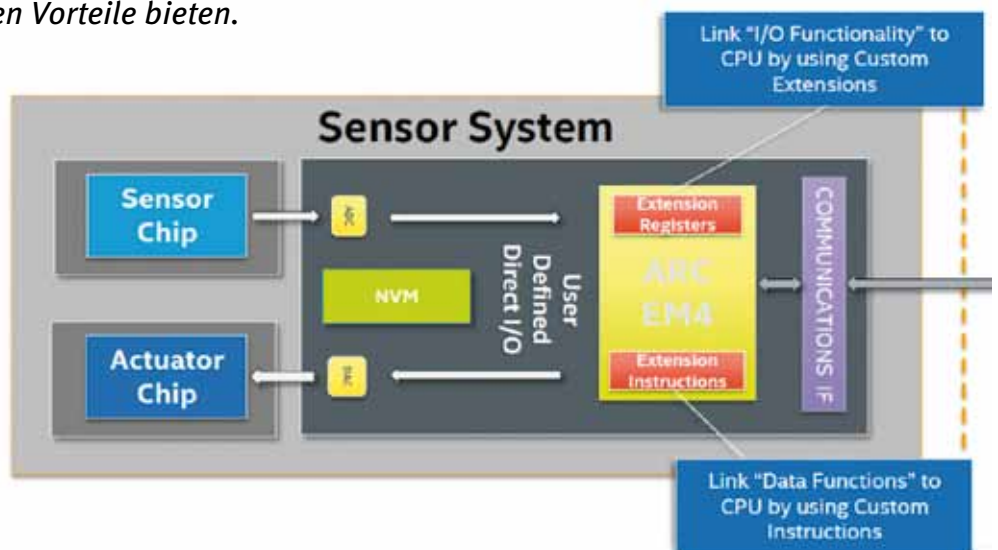
# Quark mit Mustererkennung und Sensor Hub

Mit dem Quark SE unternimmt Intel den ersten Schritt in Richtung Edge IoT: Ausgestattet mit einer Technologie zur Mustererkennung und einem Sensor Hub, erweitert der neue Mikrocontroller die Durchgängigkeit eines IoT-Netzwerkes bis zu seinen intelligenten Endpunkten. Martin Motz, Product Manager CPU, erläutert, wie die Technologien funktionieren, und wo sie am meisten Vorteile bieten.

AUTOR:  
MARTIN MOTZ,  
PRODUCT SALES MANAGER

Bei der Mustererkennungstechnologie handelt es sich um eine neuronale Matrix, welche Inhalte im direkten Abgleich zu vorliegenden Mustern klassifiziert. Die Matrix ist ein leistungsfähiger parallelisierter, assoziativer Speicher (inhaltsadressierbarer Speicher, engl. Content Adressable Memory (CAM)), der in keinem direkten Zusammenhang mit einem (zusätzlichen) MCU-Kern – und somit auch nicht mit einem Befehlssatz oder Compiler – steht. Die integrierte Hardware-IP, ein spezieller Intel-Funktionsblock, beruht auf einem Netzwerk paralleler Recheneinheiten – den Neuronen – zur Umsetzung von KNN- und RBF-Algorithmen (K-nearest neighbor, Radiale Basisfunktion).

Der „Intel Quark SE“-Mikrocontroller weist auf Grundlage des zum „Pentium 586“ ISA-kompatiblen Intel-Quark-Prozessor-Core einen Pentium-kompatiblen Befehlssatz auf.



## Assoziativspeicher

Bei klassischen Speichern gibt die Adressierung mit expliziten Adressen regelmäßig eine Struktur wieder; die dadurch definierten Speicherstellen sind zunächst mit einem „leeren“ Wert besetzt. Die Programmierung erfolgt regelbasiert. Der Assoziativspeicher hingegen greift mittels Assoziation von Inhalten auf einzelne Speicherinhalte zu. Dabei ist die Strukturorganisation vom jeweiligen Zugriff unabhängig. Im idealisierten Assoziativspeicher entstehen Speicherstellen nur dort, wo zuvor ein Schreibvorgang stattgefunden hat. Der Zugriff auf einen Inhalt erfolgt über die Eingabe eines Speicherwertes und nicht über eine Speicheradresse. Die Umsetzung großer Assoziativspeicher ist schwierig, da auch unscharfe Eingaben zum gewünschten Ergebnis führen sollen. Dies lässt sich mit neuronalen Netzen lösen. Der Schlüssel zum Erfolg – das heißt für die korrekte Verarbeitung eines Musters – ist das richtige Trainieren des neuronalen Netzes. Dies ermöglicht die Mustererkennungstechnologie des Intel Quark SE.

## Mustererkennung

Der integrierte Intel-Funktionsblock für Mustererkennung erlaubt zusammen mit einer neuartigen, hocheffizienten Signalvorverarbeitung die Szenario-Analyse. Damit lassen sich komplexe Szenarien deutlich schneller und besser analysieren als mit herkömmlicher Software-Programmierung. Dabei ist diese Lösung – abhängig vom Anwendungsprofil – häufig einfacher umzusetzen und eröffnet zudem neue Anwendungsmöglichkeiten.

Der Mustererkennungsblock des Intel Quark SE bildet eine dynamisch rekonfigurierbare Matrix. Indem die aufwändige regelbasierte Programmierung aufgegeben wird, erhält sie die Fähigkeit zur inhaltlichen Neukonfiguration, zum Selbstlernen sowie zur sukzessiven Annäherung. Sie kann trainiert werden und daraufhin beliebige Datentypen einstufen. Dabei werden neu eingegangene Daten mit





den im MCU vorliegenden, gelernten Daten verglichen und die größte Übereinstimmung identifiziert.

Im Vergleich zur traditionellen Programmierung nach Regeln bietet die integrierte Mustererkennungstechnologie die folgenden Vorteile:

- Standardisierter Ablauf und Automatisierung der Algorithmen-Entwicklung
- Adaptive Analytik ermöglicht stetiges Lernen und Präzisieren
- Gleichbleibende Erkennungszeit pro Schritt unabhängig vom Datenaufkommen
- Verkürzte Entwicklungszeit für Algorithmen und damit eine kürzere Time-To-Market

Das Potential der Mustererkennungstechnologie lässt sich vor allem bei besonders komplizierten Anwendungsfällen voll ausschöpfen.

#### Sensor-Hub

Eine weitere Neuheit des Intel Quark SE ist der integrierte Sensor-Hub. Er dient der regelmäßigen Abtastung von Sensoreingangssignalen und im weiteren Verlauf der Mustererkennung zur Einordnung von Aktivitäten- und Gestenerkennung.

Dank der Intelligenz im direkten Umfeld von Sensorik und Endgeräten kann die in Netzwerken anfallende Datenmenge reduziert werden. Somit wird auch die Beanspruchung von Gatewaykapazitäten und damit ggf. auch Kosten für das Vorhalten von Bandbreite minimiert. Die integrierte Funktionseinheit trägt durch die Abarbeitung programmierbarer Wake-up-Signale dazu bei, den Stromverbrauch zu optimieren. Bedingt durch den

CPU-Ruhezustand ergibt sich insbesondere bei häufiger Abfrage mehrerer Sensoreingangssignale im Always-Listening-Modus ein wesentlicher Stromspareffekt, verbunden mit einer verlängerten Akku-Laufzeit.



Das Sensor-Subsystem stellt eine integrierte Hard- und Softwarelösung für Steuerungsaufgaben zur Verarbeitung von Analog- und Digitaleingangssignalen dar, es dient der Entlastung des Host-Prozessors sowie der Verarbeitung von Sensordaten im Low-Power-Betriebsmodus in Bezug auf den Host-Prozessor. Der dafür notwendige 32-Bit-Prozessor – ein ARC EM4 DSP digitaler Signalprozessor – verfügt über eng gekoppelte Funktionsblöcke für den Zugriff mit minimaler Latenzzeit. Das Sensor-Subsystem umfasst eine Reihe von Intel-spezifischen Befehlsätzen für die Bruchrechnung, die Verarbeitung komplexer Zahlen, die Generierung von Sin/Cos-Funktionen und Gleitkommatext (FPU). Es besteht Zugriff auf einen 8KB L1 Instruction Cache sowie einen 8 kB Data CCM (Closely Coupled Memory). Für den Anschluss von Sensoren existiert ein Zugang zur 12-Bit-Analog-Digital-Wandlung mit bis zu 19 Kanälen sowie 16 GPIO-Anschlüssen. Als serielle Datenbusanschlüsse kommen 2 x I<sup>2</sup>C Master (Standard / FM) und

2x SPI Master (16 MHz Takt mit 4 chip selects) zur Anwendung.

Für das Sensor-Subsystem ist ein separater Compiler zur Generierung einer Binärdatei verfügbar. Aktuell stehen hierfür ein Open Source, GCC basierter Compiler mit Eclipse Plug-In von GitHub und eine Designware IDE von Synopsys zur Auswahl. Sowohl der Sensor Hub wie auch die Mustererkennungstechnologie sind als vollintegrierte Hardwarelösung realisiert, damit entstehen keine Kosten für die Beschaffung zusätzlicher Komponenten.

#### Einsatzbereiche

Durch die Mustererkennung im Verbund mit dem Sensor Hub ermöglicht der Quark SE die Erkennung und Analyse von Verhaltens- und Aktivitätsmustern, die biometrische Authentifizierung, die vorbeugende Wartung auch auf Basis von Ferndiagnose sowie die Hochgeschwindigkeits-Datenanalyse in Sensornetzwerken – und damit ganz neuartige Anwendungen. Einige Beispiele zeigen die Möglichkeiten:

#### Personenbezogener Schutz

Tragen Minenarbeiter, Feuerwehrleute oder andere gefährdete Einsatzkräfte während des Einsatzes verschiedene personenbezogene Sensoren, dann lassen sich alle relevanten Daten aufnehmen, um ihnen höchste Sicherheit zu bieten. Zum Equipment gehören beispielsweise:

- Gerät zur Gestik-Erkennung des Oberkörpers und der Arme

Anzeige

The advertisement features a background of various memory-related terms in different sizes and orientations, such as 'LONGEVITY', 'COMPREHENSIVE', 'INDUSTRIAL', 'IOT', 'LESS', 'SRAM', 'DRAM', 'MDDR2', 'SDRS', 'DDR', 'SECURITY', 'EMBEDDED', 'FAST', 'ASYNCHRONOUS', 'TEST & MEASUREMENT', 'TELECOM/NETWORK', 'METERING', 'DDRT', 'HOME APPLIANCES', 'MOBILE DDR', 'COMPETITIVELY PRICED', 'CONSUMER/GAMING', 'MEDICAL/HEALTHCARE', 'GNED', 'RAM', 'GAMES', 'PSDR', 'AUTOMOTIVE', 'RELIABLE', 'INDUSTRIAL', 'EVITY', 'ING', 'COMPREHENSIVE'. The Alliance Memory logo, a stylized 'A' shape, is positioned to the left of the company name 'ALLIANCE MEMORY'. Below the logo, the text reads 'Long term SRAM & DRAM solutions: wide selection, immediate availability'. At the bottom right, the website 'www.alliancememory.com' is listed, along with the event information: 'Visit Alliance Memory at electronica 2016 Hall A5 Booth 224'.

- Intelligenter Aktivitätsmonitor direkt am Körper für die Aktivitätserkennung
- Gas-Sensor-Gerät
- Spitzenpuls-Überwachung
- CO<sub>2</sub>-Detektion vor Ort
- Ortung sowie die Zusammenführung von Sensordaten vor Ort (mobile Sensorfusion)
- Kontakt zum ersten Ansprechpartner vor Ort (ggf. zu einem Standort im Innenbereich über WiFi)
- Datenaufnahme in der Cloud
- Mobile Visualisierung im oberen Bereich des Netzwerkes
- Monitoring zum Grad der Sensordatenabarbeitung (sog. PoC elements)

*Home Smart Meter und Gateway*

Im Rahmen der Verbrauchsmessung ist der Eingang des Mikrocontrollers über ein analoges Front-End mit der Spannungs- und Stromsensorik für die Verbrauchsmessung verbunden. Nach der weiteren Bearbeitung der umfangreichen Daten werden die Ergebnisse auf einem externen Display angezeigt und extern gespeichert. Durch die Verbindung zum „Intel Home Energy Gateway“ und einer RS485-Schnittstelle stehen die Daten in einem weit reichenden Netzwerk zur Verfügung. Eine solche IoT-basierte Energiedaten-

management-Gateway für die Vernetzung von Energie und Sensoren bis zu Gerätemanagement-Lösungen auf der Cloud-Seite, welche mit Kundensystemen vernetzt sind.

*Ferndiagnose zur Motorüberwachung*

Die Fernüberwachung eines Motors benötigt einen Dateneingang für Bluetooth® und das USB-Protokoll sowie eine Nutzerschnittstelle für JTAG. Die interne Datenbearbeitung erfolgt in Bezug auf x-, y-, z-Anteile, bzw. -Vektoren mittels extern erweitertem Speicherumfang. Hinzu kommen Sensoreingänge mit bidirektionaler Kommunikation für die Messung der Beschleunigung und der Magnetfeldstärke sowie ein Ultraschall-Mikrofon.

*Innovationsführer*

Mit seiner Kombination aus integriertem Sensor Hub und Mustererkennungstechnologie bietet Intel ein echtes Alleinstellungsmerkmal an. Der Nutzer profitiert durch reduzierten Software-Aufwand und durch die Möglichkeit, neuartige Anwendungsfälle zu realisieren, die eine umfangreiche Sensorik und Datenanalyse voraussetzen.

MO+ Klasse (32 bit 32 MHz), so lässt sich für den Intel-Quark-SE-Mikrocontroller ein rund fünffach höherer Verbrauch im Power-Down-Modus ableiten.

Da im Edge-IoT-Umfeld 8-Bit- und 16-Bit-Mikrocontroller für Ultra-Low-Power-Anwendungen üblich sind, kann es problematisch sein, die geforderten Gerätelauferzeiten bei ausgedehnten Stand-by-Betriebsmodi auf Grundlage der Quark-Familie zu realisieren. Allerdings bietet die Sensor-Hub-Funktion des Quark SE Möglichkeiten, Laufzeiten im CPU Run Mode im Sensor-Always-Listening-Modus zu reduzieren und so den Stromverbrauch zu senken.

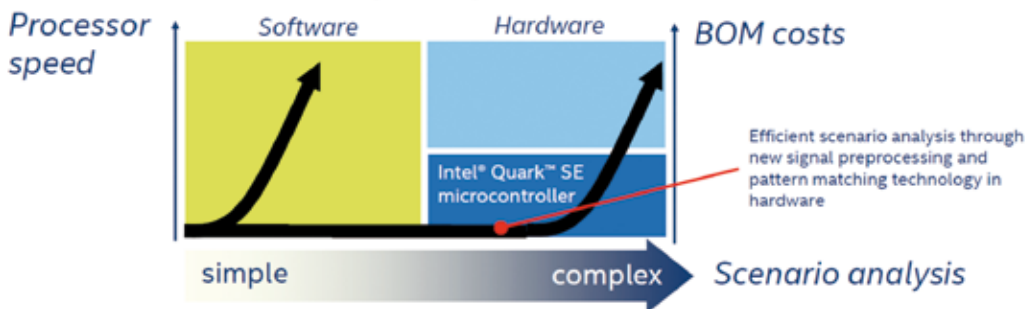
*Durchgängigkeit bis zum Edge IoT*

Der Intel-Quark-Prozessor-Core, welcher kompatibel zum Pentium 586 ISA ist und einen zum Pentium weitestgehend kompatiblen Befehlssatz aufweist, beflügelt zurecht die Phantasie einer einfachen, nahtlosen Einbindung in Intel-Plattform-Netzwerkstrukturen und aller für den Endkunden damit verbundenen Vorteile. So umfasst die Intel-IoT-Plattform Modelle für Referenzarchitekturen zur Verbindung verschiedener Endpunkte sowie ein eigenes Ökosystem zur Umsetzung sicherer Verbindungen von elektronischen Geräten, auch in Bezug auf den Einsatz von Lösungen anderer Hersteller. Die Plattform ermöglicht die Bereitstellung vertrauenswürdiger Daten in die Cloud und stellt in Bezug auf Möglichkeiten der Datenauswertung – Data Analytics – eine wichtige Bereicherung dar.

Mit dem Einsatz von Intel-Produkten wie dem Quark SE innerhalb dieser Plattform entstehen für Netzbetreiber wie auch Nutzer wertvolle Synergien. Gleichzeitig lässt sich die Sicherheit in Netzwerkstrukturen im Rahmen der Intel Platform Security und Trust durchgängig bis zum Edge IoT, das heißt bis zum Sensor beziehungsweise Aktuator oder Endgerät, ausweiten.

Mit dem Quark SE unternimmt Intel neben dem bereits eingeführten Intel-Quark-D2000-Mikrocontroller im QFN-40-Gehäuse nunmehr einen großen Schritt zur Einbeziehung von Endgeräten, Sensorik und Aktuatoren in die Intel-IoT-Plattform. Manche Kunden vermessen sicher die Vielfalt an Derivaten, wie sie sonst im Edge-IoT-Markt zu finden ist. Als Variante hat Intel den Aufbau im „FCBGA 144“ angekündigt. Und mit seinem starken Fokus auf das Thema „Edge IoT“ sind noch viele weitere Innovationen zu erwarten. ■

Scenario Analysis implemented in:



erfassung und -Verarbeitung ist eine Schlüsseltechnologie im Rahmen eines Energiemanagements. Hier ermöglichen die Quark-Bausteine mit integriertem Quark Core die Gesamtintegration in ein Energiemanagementnetz („Energy Management Framework“) und damit eine erhebliche Arbeitsreduzierung für die Solution Provider.

Das End-to-End-Framework von Intel stellt die Hardware- und Software-Elemente zur Verbindung der Energiesystemgeräte in die Cloud bereit, ermöglicht ferngesteuertes Systemmanagement und identifiziert Möglichkeiten zur drastischen Reduzierung des Energieverbrauchs. Es reicht vom Energie-Ma-

Der Quark SE weist ausreichende Möglichkeiten auf, um die Konnektivität abzusichern bzw. verkabelte Verbindungen umzusetzen. Auf integrierte Wireless-Funktionsblöcke zum Aufbau einer drahtlosen Kommunikation wird in der aktuellen Version verzichtet. Diese sind jedoch in der Roadmap für 2017/2018 berücksichtigt. Zur Umsetzung mobiler Anwendungen von Geräten / Boards bedarf es weiterer Komponenten. Hinsichtlich der Stromspareigenschaften im Stand-by-Modus kann Intel mit dem Quark SE sicher nicht alle Erwartungen der Anwender erfüllen. Vergleicht man jedoch den Quark D2000 – die Vorgängerserie in gleicher Technologie im QFN40-Gehäuse – mit einem Wettbewerber aus der Cortex

# Industrial Doping

*Als Apple im Jahr 2007 das erste iPhone auf den Markt gebracht hat, war es noch unvorstellbar, industrielle Maschinen und Großanlagen per Touch-Display zu steuern - inzwischen eine Selbstverständlichkeit. So lässt sich auch ohne Virtual-Reality-Brille erkennen, dass Augmented Reality, die heute im privaten Umfeld Einzug hält, morgen auch im professionellen Umfeld Standard sein wird.*

AUTOR: BERND HANTSCH, BEREICHSLEITER EMBEDDED & WIRELESS

Obelix ist in einen Kessel voll Zaubersaft gefallen, Popeye greift zur Spinatdose, und die Gummibärenbande nutzt Gummibärensaft, um die Grenzen der Wirklichkeit zu überwinden. Die Helden unserer Kindheit bedienen sich also Hilfsmitteln, die sie stärker, schneller und schlauer machen als alle anderen. Heute stehen uns technische Werkzeuge zur Verfügung, mit denen auch wir die natürlichen Limits sprengen können. Sie ermöglichen eine erweiterte Realität (Augmented Reality, AR) oder sogar eine virtuelle Realität (Virtual Reality, VR). Im Gegensatz zur Virtual Reality, bei der sich der Nutzer in einer komplett rechnergestützten Wirklichkeit wiederfindet, wird bei der Augmented Reality die menschliche Wahrnehmung lediglich durch computerbasierte Informationen oder Darstellungen ergänzt.

## Augmented Reality im Smart Home

Hat im Jahr 50 vor Christus in Gallien ein Zelt gebrannt, brauchte Obelix nur kräftig in die Hände zu klatschen, und der erzeugte Windstoß hat wieder Frieden ins Dorf gebracht. Ganz so leicht werden es die Firefighter auch in absehbarer Zukunft nicht haben, doch eine zunehmend vernetzte Sensorik unterstützt ihre Arbeit erheblich. Ein Element sind Feuermelder, die inzwischen in fast jedem deutschen Bundesland Pflicht sind. Immer mehr Hersteller bieten Varianten mit integrierten Funkschnittstellen an, so dass im Falle eines Alarms automatisch das Licht angeschaltet, die Rollläden hochgefahren, die Fenster geschlossen und die Eingangstüre entriegelt wird. Smarte Kameras in der Wohnung haben der Feuerwehr bereits mitgeteilt, wie viele Bewohner sich aktuell in der Gefahrenzone befinden. Dank Fitnessarmbändern und -uh-

ren wissen die Feuerwehrleute sogar, ob sich diese im Schockzustand, in Panik oder noch im Tiefschlaf befinden. Alle relevanten Informationen bekommen die Einsatzkräfte aus der Cloud zielgenau vor ihr Auge projiziert – mit durchsichtigen Displays, Holografie oder regulären Displays, die reale Kamerabilder mit Informationen aus der Cloud darstellen.



Die Intel-IEEE802.11ad-Lösung für Embedded Boards

»Um ganz schnell auch in kritischen Umgebungen eine präzise Positionsbestimmung zu erhalten, bedienen sich aktuelle Satellitenempfänger gleich bei den Signalen von bis zu fünf verschiedenen GNSS-Systemen«, erklärt Daniel Barth, Leiter des Wireless Competence Centers von Rutronik. Bereits vor dem ersten iPhone hat Rutronik die Vision der vernetzten Welt verfolgt und 2005 das Wireless Competence Center gegründet. Seitdem unterstützt das weltweit agierende Team die Entwicklungsingenieure, zum Beispiel im Bereich Sicherheitstechnik. »Angefangen hatte alles mit einfachen GPRS/GPS-Kombinationen, um die GPS-Koordinaten an einen Datenbankserver zu senden«, erinnert sich Daniel Barth. »Heu-

te nutzen die meisten Empfänger mehrere Systeme, und LTE hat GPRS abgelöst. Es ist besser ausgebaut, energieeffizienter und zukunftssicher, weil 4G/LTE nach wie vor weiter ausgebaut wird, im Gegensatz zu 2G/GPRS und 3G/UMTS, die in manchen Ländern bereits abgekündigt sind.«

Eine zusätzliche Positionsbestimmung über Zellortung der Mobilfunkstationen kann im Falle eines völligen GNSS-Versagens lebensrettend sein. »Dank sinkender Kosten für Funkhardware und immer mehr WLAN-Netzen in bewohnten Gebieten sollte man auf diese weitere Tracing-Methode bei Neuentwicklungen nicht verzichten – vor allem da wir mit einem weiteren Infrastrukturausbau rechnen, nachdem nun die Störerhaftung bei WLAN-Netzen abgeschafft worden ist«, so Barth.

Auch Assisted-GNSS, also das schnelle Herunterladen von Almanac und Ephemeris Daten aus dem Internet, verkürzt die Startzeiten und oftmals auch die Gesamtenergiebilanz der Applikation, je nach Anwendungsfall und eingestelltem Wake-up-Verhalten. Hierfür hat Rutronik beispielsweise das Telit SL871L im Portfolio. Das nur ein Quadratzentimeter kleine Modul unterstützt GPS, Glonass, Beidou und Galileo. Es enthält im Gegensatz zu anderen marktüblichen Empfängern einen zusätzlichen Low Noise Amplifier zur weiteren Erhöhung der Sensitivität. Aktive Antennen können direkt angeschlossen werden. Heruntergeladene Ephemeris Dateien lassen sich direkt in das Modul injizieren. Das Familienkonzept von Telit erlaubt dabei Bestückungsvarianten von Flash oder ROM, mit oder ohne LNA, sowie mit oder ohne Unterstützung der russischen, europäischen oder chinesischen Satelliten. »Kombiniert man das Modul mit Mobilfunk, etwa mit einem Modul aus der

xE910- oder xE866-Familie, so sind zwei wichtige Schlüsselbausteine bestens besetzt. Als Ergänzung empfehlen wir die Redpine-RS9113-Familie. Denn WLAN ermöglicht sowohl blitzschnelle Ortung als auch High-Speed-Kommunikation und kann zudem auch bei intaktem Mobilfunknetz und GNSS einwandfrei arbeiten«, empfiehlt Barth.

*Augmented Reality  
in der Industrie 4.0*

Die globalen Informationsnetze der Industrie und die „Smart Factories“ werden erst durch entsprechende Visualisierungen beherrschbar. Denn der erreichbare Automatisierungsgrad ist enorm, und kaum jemand begreift das System in seiner Gesamtheit.



Beispielsweise in einem industriellen Gewächshaus säen, ernten und verpacken Maschinen vollautomatisch. Dabei werden Nährstoffgehalt der automatischen Bewässerungsanlagen und Beschattung automatisch geregelt. Anhand des Gewichtes von Bienenstöcken wird die Befruchtung freigegeben. Was angebaut werden soll, bestimmen die Realtime-POS-Daten aus den umliegenden Supermärkten. Doch was, wenn die Erntemaschine plötzlich alles erntet oder die Verpackungsanlage streikt? Tritt irgendwo in einem derart vernetzten System ein Fehler auf, kann jeder schnell Unsummen kosten.

Hier kann die AR-Technik wertvolle Hilfestellungen liefern: Eine Datenbrille weist einem Arbeiter oder Monteur den Weg zu der richtigen Schraube, die er drehen muss, oder blen-

det die Arbeitsschritte ein, mit denen er ein defektes Ventil austauschen kann.

Dies verändert das Geschäftsmodell von Anlagenherstellern: Sie werden in einigen Jahren weniger mit Servicetechnikern verdienen als mit der Bereitstellung von AR-Services. Zwar klingen Jahresverträge für den Zugriff auf digitale Wartungs- und Reparaturanleitungen heute noch recht absurd – doch die Vorstellung, dass das Automobil einmal zu einer ernstzunehmenden Konkurrenz für Pferde werden könnte, hatten zu den Anfangszeiten auch nur wenige.

Um eine solche Datenbrille noch leistungsfähiger zu machen, bietet Rutronik seinen Kunden bereits erste Module mit Unterstützung des IEEE802.11ad-Standards – das hat noch nicht mal die Google Glass. Die „ad“-Technik

ermöglicht es, hochaufgelöste und unkomprimierte Ultra-HD- (3840 x 2160 Pixel) Videos mit angenehm hohen Bildraten zu übertragen und ersetzt somit beispielsweise ein HDMI-Kabel. Anja Schaal, WiFi-Spezialistin im Rutronik Wireless Competence Center, liefert ein Beispiel: »Wer sich mit der neuen ad-Technik vertraut machen möchte, dem empfehlen wir das „Intel Tri-Band Wireless-AC 18260“. Zusammen mit dem Antennenmodul „Intel Wireless Gigabit Antenna-M 10041R“ und dem Funkdock „Intel Wireless Gigabit Sink-M 13100“ ergibt sich ein perfekt abgestimmtes IEEE802.11ad-System, auf dessen Grundlage individuelle Anwendungen entwickelt werden können. Für Großserien kann man natürlich auf kleinere Bauformen wechseln.« Die Karte unterstützt neben dem 60-GHz-Band auch die üblichen 2,4-GHz- und 5-GHz-WLAN-Fre-

quenzen – und das mit immer noch 867 Mbps dank 2x2-Streams. Auch Bluetooth 4.2, Intel vPro Technology und der Intel-Wireless-Display-Standard werden unterstützt. »Dazu erhalten Kunden bei uns auch ein auf die Anwendung abgestimmtes Board. Mit den Fujitsu-Industriemainboards, zum Beispiel im ATX- oder ITX-Format, oder einem Advantech Embedded Board haben wir bislang nur sehr gute Erfahrungen gemacht. Beide Hersteller sind Intel-zertifizierte Partner, so dass wir eng zusammenarbeiten und auch spezifische Wünsche umsetzen können.«

*Augmented Reality  
und die Liebe*

Bei der Suche nach einem geeigneten Lebensabschnittsgeliebten geht der Blick immer häufiger auf das Smartphone: Irgendwo bei Tinder, Lovoo, Badoo oder Friendscout24 muss der Prinz oder die Prinzessin doch sein... Wer nun vermutet, dass eine AR-Brille jeden potentiellen Kandidaten „schönzeichnen“ kann, mag zwar recht haben, aber so lässt sich sicher keine Liebesbeziehung dauerhaft retten. Was die Datenbrille jedoch kann, ist die Gesichtserkennung inklusive Abgleich diverser Datenbanken. Entdeckt man im Supermarkt ein Objekt der Begierde, lassen sich schnell Zusatzinfos einblenden: Alter, gemeinsame Freunde, übereinstimmende Likes bei Musikbands... Bei Gefallen reicht ein unauffälliger Dreh am vernetzten Fingerring, und schon erhält die Schönheit einen virtuellen Anstupser, den er oder sie bei Interesse erwidern kann.

Dieses Szenario befindet sich bereits in der Entwicklung. Auch spezielle Beacons für Singles sind schon zu haben. Beacons sind elektronische „Leuchttürme“, die einen Identifikationscode aussenden. Mittels der RSSI-Auswertung (Received Signal Strength Indication) lässt sich der Abstand recht genau anzeigen. Den Identifikationscode wandelt der Partnervermittler gegen eine Servicegebühr in Kontakt- und Facebook-Informationen um.

Solche Beacons basieren auf der batterieschonenden Bluetooth-Smart-Technologie, sie nutzen aktuell den Marktführer Nordic Semiconductor nRF51822. Dieser Chip vereint den 2,4-GHz-Transceiver, einen ARM-Cortex-M0-Mikrocontroller, AD-Wandler, Flash-Speicher und weitere nützliche Peripherie in einem nur 3,8 x 3,8 mm kleinen Gehäuse. Mit einer Arbeitstemperatur bis zu 105°C lässt er sich sogar in rauer Industrieumgebungen oder am Küchenherd nutzen. Das Beste an dieser Hard-



## Systemgedanke

Rutronik hat für jede Produktgruppe Spezialisten im Haus, die eng mit den Herstellern zusammenarbeiten und auch zwischen mehreren Partnern koordinieren. Besonders bei neuen Technologien und dem Zusammenspiel verschiedener Komponenten zahlt sich dieser Systemansatz schnell aus: Individuelle Treiberprogrammierung, Auslagerung von Kommunikationsprofilen, die Aufbereitung von Sensordaten und eine sichere Verschlüsselung an den richtigen Stellen benötigt mehr als nur einen Fachmann. Das Team von Rutronik hilft bei der Cloud-Integration, beim Platinendesign, den aufeinander abgestimmten Softwarelayern wie auch bei der Zusammenstellung von Display, Touch, CPU, Board, Speichermedien und Funkzertifizierungen.

ware ist jedoch die verfügbare Software: Nordic gilt als Erfinder dieser Bluetoothvariation, ist Boardmember der Bluetooth Special Interest Group und legt seit Entwicklung des ersten BLE-TRX (nRF8001) oberste Priorität auf die Protokoll-, Profil- und Anwendungsentwicklungen. »Diesen Know-how-Vorsprung merkt man auch bei der neusten Generation, dem nRF52832«, merkt Lan Hong an, Rutroniks Spezialistin für Bluetooth Smart und das ANT-Protokoll. »Nordic hat die Gesamteffizienz nochmals erhöht, indem sie die Transceiverinheit überarbeitet und ein M4-Core eingesetzt haben. Der benötigt erheblich weniger Berechnungszeit, was die Batterie schont.« Hinzu kommen größere RAM- und Flash-Optionen, ein integrierter Balun-Filter und ein On-Chip NFC-Tag zum Fast Pairing. Auch Beacons für Singles lassen sich damit weiter verbessern hinsichtlich kleinerer Bauform bei zugleich langlebigerer Knopfzelle und einfacherem Koppeln mit einem Smartphone durch bloßes Berühren. »Auch bei dieser Plattform findet man die besten Specials nicht im Datenblatt, sondern in der kostenlosen Software«, so Lan Hong.

## Displays mit Gefühl

Dank Hollywoods Kinohit "Minority Report", in dem Tom Cruise vor durchsichtigen Displays steht und Grafiken verschiebt, denken auch bei AR viele an solche Monitore. Tatsächlich wird eine Industrietauglichkeit dieser Displays erst für 2017/2018 erwartet. Ein völlig neues Touch-Erlebnis lässt sich jedoch bereits heute realisieren: Taktile Displays von TNE (Tianma NLT Europe) werden hochfrequent angeregt, so dass man etwa Leder, Steine, Metall oder Holz erfühlen kann. Knöpfe sind plötzlich auf der Glasscheibe spürbar. Damit werden z.B. Bediendisplays im Auto nutzbar, ohne dass der Fahrer die Augen von der Straße nehmen muss. Ganz neue Perspektiven ermöglichen 3D-Displays von NLT in Verbindung mit einer Kinect-Kamera: Erfasst die Kamera die Position von Kopf und Augen, zeigt das Display entsprechende Gegenstände automatisch im richtigen Winkel an. Erste Demonstrationen des Herstellers zeigen, wie sich Fernwartungen bald rein virtuell durchführen lassen. Das konnten nicht einmal die Helden vom damals. ■

Anzeige

# Mit Innovation Wandel vorantreiben

### Polymer-Aluminum-Kondensatoren

Geringer ESR, geringe Impedanz, großer Wertebereich

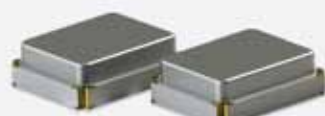


**Anwendungen**  
PC, Digital AV, Telekommunikation



### Quarze

Kompakte, hochpräzise Quarzelemente in hoher Qualität



Serie XRCGB-F-A

**Anwendungen**  
Consumer, Automotive, Industrie



### Quarzoszillatoren

Hochzuverlässige Quarzeinheiten mit herausragender Temperaturkompensation



Serien XNC und XTC

**Anwendungen**  
PC, Digital AV, Telekommunikation



### Energiespeicher

Miniaturbaustein mit hoher Energiespeicherkapazität und geringem Innenwiderstand, der sich schnell laden und entladen lässt



**Anwendungen**  
Wearables, Sensornetzwerken



8-11 November  
Main stand B5.107  
Power & Energy A2.547



✉ info@murata.eu  
🌐 www.murata.com

**muRata**  
INNOVATOR IN ELECTRONICS



Kondensatoren

# Supercaps – ein Ersatz für Akkus?

AUTOR:  
CHRISTIAN KASPER, TECHNISCHER SUPPORT

Mit zunehmender Popularität der Supercaps (Superkondensatoren, Electric Double-Layer Capacitor (EDLC)) kommt auch vermehrt der Wunsch auf, die Stromversorgung verschiedener Applikationen von Akkus auf EDLCs umzustellen. Dies ist als 1:1-Austausch nicht immer sinnvoll. Trotzdem lassen sich viele Applikationen mit Hilfe von Supercaps optimieren.

**A**kkus und Supercaps basieren auf völlig unterschiedlichen Arten der Energiespeicherung. Betrachtet man diese genauer, wird deutlich, warum sie sich nicht einfach austauschen lassen:

*Akku:  
elektrochemischer Speicher*

Ein Akku stellt praktisch eine Spannungsquelle dar. Die Spannungslage bleibt beim Entladen über einen weiten Bereich sehr stabil und fällt erst am Entladeende stark ab (siehe Abb. 1).

Die elektrische Energie wird beim Ladevorgang in chemische Energie umgewandelt und so gespeichert, beim Entladen wird sie wieder als elektrische Energie freigesetzt. Die gespeicherte Energie berechnet sich über die Formel:  $Energie (Ws) = (Kapazität (Ah) / 3600 s) \times Nominalspannung (V)$ . Je nach Akkutechnologie erreicht dieses Prinzip einen Wirkungsgrad von ca. 50 bis 90%.

Gegenüber den Kondensatoren haben Akkus den Vorteil eines deutlich höheren Energiegehalts. Ihre Nachteile sind die Empfindlichkeit gegenüber hohen Stromspitzen, die den Akku dauerhaft schädigen, sowie der auf ca. 0 bis 45°C begrenzte Arbeitstemperaturbereich. Werte über oder unter diesen Grenzen führen aufgrund der chemischen Zusammensetzung des Akkus zu einer verkürzten Lebensdauer.

*Kondensator:  
elektrostatischer Speicher*

Da Kondensatoren die Energie in elektrostatischer Form speichern und der Spannungsrückgang bei Stromentnahme nahezu linear verläuft (siehe Abb. 1), gelten sie als strombasierte Energiequelle.

Kondensatoren erzielen einen Wirkungsgrad von rund 98% und arbeiten ohne Schädigungen in einem Temperaturfenster von -40 °C bis + 65 °C; bei niedrigen Temperaturen steigt ihre Kapazität sogar noch leicht an. Durch den ESR im mΩ-Bereich sind Stromspitzen von mehreren Hundert bis Tausend Ampere möglich. Ihre Achillesferse ist ihr deutlich geringerer Energiegehalt im Vergleich zum Akku. Berechnet wird der Energiegehalt mit der Formel:  $Ws = 0,5 \times Kapazität (C) \times Spannungshub (\Delta V^2)$

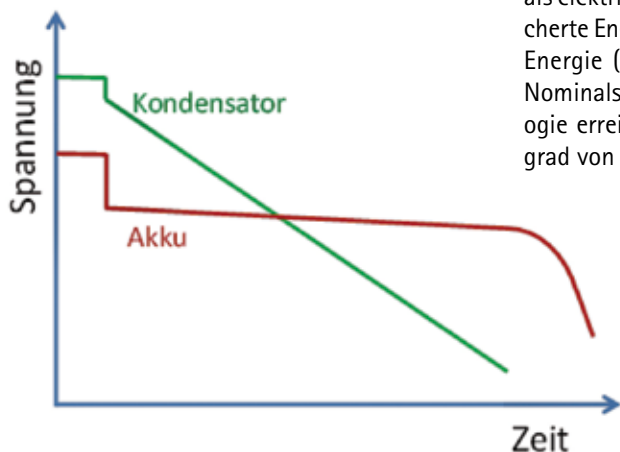


Abb. 1:  
Während die Spannung des Akkus lange auf demselben Niveau bleibt, nimmt die des Kondensators linear ab.

## Dimensionierung des Kondensators

Soll die Stromversorgung von Akkus auf EDLCs umgestellt werden, muss die Dimensionierung des Energiespeichers aufgrund der unterschiedlichen Technologien und Charakteristika grundsätzlich neu überdacht werden. Eine Orientierung ausschließlich an der Auslegung der Akkus ist in der Regel nicht zielführend, da die Akkus oftmals überdimensioniert sind, um auch die erforderlichen Strom- bzw. Leistungsspitzen zu verkraften. Bei EDLCs ist wegen ihrer Peakstromfähigkeit eine derartige Überdimensionierung nicht erforderlich.

Akkus besser ausschöpfen und somit die Standzeit pro Ladung ausdehnen. Gleichzeitig verlängert sich durch die geringere Strombelastung die Lebensdauer des Akkus deutlich – nach ersten Erfahrungswerten um bis zu 100%. Dies lässt sich mit verschiedenen Topologien realisieren, von einer einfachen Parallelschaltung bis hin zu aktiv geregelten und logisch verknüpften Systemen.

### Beispiel-Applikation Akkuschauber

Das praktische Beispiel eines 14,4V-Akkuschaubers soll verdeutlichen, wie sich eine Lösung ausschließlich mit EDLCs, ausschließ-

Ein Vorteil dieser Lösung liegt darin, dass auf eine Unterspannungsabschaltung verzichtet werden kann, da selbst bei sinkender Drehzahl noch genügend Drehmoment vorhanden ist. Denn EDLCs können, verglichen mit Akkus, ein Vielfaches an Strom liefern und überstehen auch sehr niedrige Spannungen ohne Schädigung. Sie ermöglichen bis über 500.000 Nachladezyklen.

### Li-Ionen-Akku-Lösung

Mit einem Li-Ionen-Akku mit 1,5 Ah Nennkapazität ließen sich mit einer Energieladung rund 250 Holzschrauben gleicher Größe in dasselbe Holzbrett drehen. Danach dauerte es ca. eine Stunde, um den Akku wieder vollständig zu laden.

Dabei ist zu beachten, dass alle hochwertigeren Akkuschauber eine Unterspannungsabschaltung zum Schutze des Akkus haben. Denn die Entladetiefe (depth of discharge, DOD) eines Li-Ionen-Akkus beträgt ca. 70%, das heißt von den 1,5 Ah stehen lediglich 1,05 Ah tatsächlich zu Verfügung. Würde der Akku darüber hinaus entladen werden, hätte dies nachhaltige Schädigungen zur Folge. Mit zunehmender Lebensdauer des Akkus nimmt der Anteil an nutzbarer Nennkapazität weiter ab. Der Akku übersteht in der Praxis zwischen 150 und 200 Ladezyklen.

### Hybrid-Lösung

Bei der Hybrid-Lösung wurde der 1,5-Ah-Li-Ionen-Akku durch 15 EDLCs mit jeweils 25 F ergänzt. Jetzt konnten mit dem Akkuschauber ca. 300 der Holzschrauben in das Holzbrett geschraubt werden. Die Nachladezeit betrug auch mit dieser Lösung rund eine Stunde, doch die Lebensdauer des Akkus verdoppelte sich auf bis zu etwa 400 Ladezyklen, und die DOD verbesserte sich und erreichte 80 bis 90%.

### Fazit

Alle drei Lösungsansätze haben ihre Vor- und Nachteile. Eine allgemein gültige Empfehlung ist hier definitiv nicht möglich. Letztlich ist der Anwendungsfall im Detail zu betrachten. Entscheidend ist:

- Wer nutzt die Anwendung?
- Was sind die Anforderungen an das Gerät bzw. wie wird es genutzt?

Es bleibt daher spannend ...



## Supercap



Voltage :	2,7V
ESR :	1,7 mΩ
Nom current :	50 A
Peak current :	270 A
Stored Energy :	0,329 Wh
Weight :	65 g
Size :	33,3 x 62,5 mm

## NiMh Akku



Voltage :	1,2 V
ESR :	6 mΩ
Nom current :	1,8 A
Peak current :	27 A
Stored Energy :	12,0 Wh
Weight :	173 g
Size :	34,2 x 61,5 mm

vs.

Abb. 2: Gegenüberstellung: Supercap – NiMh Akku

Wer auf Kondensatoren umsteigen möchte, sollte als erstes klären:

- Erforderliche Energiemenge ?
- Welcher Strom oder welche Leistung soll wie lange gepuffert werden ?
- Wie ist höchste und niedrigste Spannung, mit der die Applikation arbeiten darf ?

Aus energetischer Sicht ist ein Kondensator dann optimal genutzt, wenn er auf Nennspannung geladen und auf die halbe Nennspannung entladen wird. Dies entspricht einer Energieentnahme von 75%. Steht nur ein sehr kleiner Spannungshub zur Verfügung, kann eine Anpassung der Kapazität oder ein Einsatz eines DC/DC-Wandlers notwendig sein.

Wenn die rein energetische Betrachtung in Verbindung gesetzt wird mit dem Volumen der EDLCs und ihren Bauteilkosten, zeigt sich häufig, dass eine reine Kondensatorlösung nicht sinnvoll ist. Die Antwort auf die Frage „Akku oder Kondensator?“ ist dann „Eine Kombination aus beiden“. Mit einer solchen Hybrid-Lösung lässt sich die Kapazität des

lich mit Li-Ionen-Akkus und mit einer Hybrid-Lösung, d.h. einer Kombination aus Li-Ionen-Akku und EDLC, hinsichtlich Ladezeit, Power und Laufzeit verhält.

Aktuell werden Akkuschauber vermehrt mit Li-Ionen-Akkus ausgestattet. Sie sind leichter und haben eine deutlich größere Kapazität als ihre „Vorfahren“, die NiCd- und die NiMh-Akkus.

### EDLC-Lösung

Mit fünf in Serie geschalteten EDLC-Zellen à 350 F und einer Ladespannung von 13,8 V konnten im Praxisversuch rund 40 Holzschrauben (4,5 x 40 mm) in ein Holzbrett geschraubt werden, bevor das Gerät wieder aufgeladen werden musste. Bei 20 A Lade-strom war der Kondensator innerhalb von ca. 35 Sekunden wieder vollgeladen. Hierfür ist keine Ladeelektronik erforderlich, lediglich eine Ladeschluss-Spannungsbegrenzung wird benötigt.

Forschungspartner Rutronik und Westsächsische Hochschule Zwickau

# Weltneuheit: Digital geregeltes Hybrides EnergieSpeicherSystem

*Gemeinsam mit der Westsächsischen Hochschule Zwickau hat Rutronik ein vollkommen neuartiges Hybrides EnergieSpeicherSystem (HESS) entwickelt. Durch die Kombination aus Batterie und Ultracap verbessert es die Spitzenstrom-eigenschaften des Energiespeichers, verlängert die Batterielebensdauer erheblich und ist dank digitaler Regelung beliebig anpassbar. So sorgt es in verschiedensten Anwendungen für höchste Zuverlässigkeit bei geringem Entwicklungsaufwand.*

AUTOR:  
ANDREAS MÄGLER,  
LEITER STRATEGISCHES MARKETING

**M**it dem Projekt wollte Rutronik den Beweis antreten, dass sich beliebige Batteriesysteme in der Praxis mit Ultracaps kombinieren lassen. Denn diese Verbindung erlaubt eine ideale Arbeitsteilung: Während die Batterie konstant Energie für die kontinuierliche Leistung liefert, übernimmt der Ultracap die kurzzeitigen Spitzenströme und -spannungen. Der Entladestrom der Batterie wird auf ihren Nominalstrom begrenzt, so dass sie ihren optimalen Betriebsbereich nie verlässt. Durch diesen „Schonbetrieb“ verlängert sich ihre Lebensdauer um bis zu 100 Prozent. Zudem erwärmt sich das

Batterieinnere weniger stark oder gar nicht, was die Lebensdauer nochmals erhöht.

Ein Batterie-Ultracap-Pack kann unabhängig vom Ladezustand jederzeit aufgeladen werden, ohne die Batteriezellen dadurch zu schädigen, und liefert während der gesamten Nutzungsdauer die volle Leistung. Auch nach Monaten der Ruhe ist ein aufgeladener Batterie-Ultracap-Pack sofort einsatzbereit, da die Ultracaps eine extrem geringe Selbstentladung aufweisen. Leere Ultracaps sind innerhalb weniger Sekunden wieder voll geladen. Zudem ist die Konstruktion sehr robust und auch bei Temperaturen unter 0°C ohne Performance-Einbußen einsetzbar.

Das heißt: Die Zuverlässigkeit des Systems erhöht sich deutlich. Damit wird ein solches Hybrides Energie-Speicher-System (HESS) auch für sicherheitskritische Anwendungen interessant, beispielsweise für medizinische Geräte wie Defibrillatoren. Auch für Leasing- oder Miet-Geräte, die dem Anwender eine garantierte Laufzeit bieten müssen, ist dieser Aufbau optimal. Dazu zählen alle Arten von Elektrowerkzeugen vom Akkuschauber bis zur Kreissäge.

*Ultracaps:  
Robust und langlebig*

Möglich wird dies durch die Charakteristika der Ultracaps: Sie laden und entladen sehr viel



Praktischer Messaufbau mit dem Demonstrator



# TOSHIBA

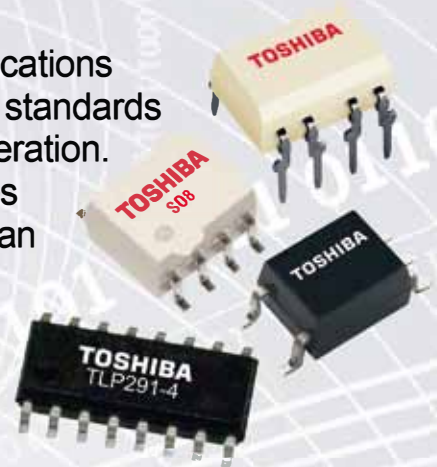
Leading Innovation >>>

## > FOCUS ON INDUSTRIAL PRODUCTS

Toshiba Electronics Europe (TEE), the inventor of NAND Flash, offers one of the industry's broadest IC and discrete product lines worldwide and is known for its leading-edge technology. At electronica Toshiba will showcase its comprehensive portfolio of power mosfets, memory chips and optocouplers on the Rutronik booth, hall A5 - 262.

### COUPLERS FOR EVERY APPLICATION

Toshiba's compact and reliable photocouplers are the first choice for applications that need to combine guaranteed galvanic isolation to international safety standards with performance, low-power consumption and extended temperature operation. These devices, which include Logic-IC output and IGBT gate drive devices for harsh industrial applications, integrate a high-power infrared LED and an advanced photodetector into a single package. What's more pin-for-pin compatibility with many third party devices means you can upgrade your application without costly re-design.



### RELIABLE HIGH-PERFORMANCE NAND FLASH

Toshiba's advanced Flash Memory technology delivers SLC NAND with best in class endurance and an extended temperature range. Toshiba's BENAND™ makes it possible to utilize the latest 24nm SLC NAND Flash technology without a hardware change, even if the existing platform cannot support higher bit ECC.

### EFFICIENT HIGH-SPEED SWITCHING

Toshiba's new 900V  $\pi$ -MOS VIII (Pi-MOS 8) range of MOSFETs in TO-220SIS packages offer ultra-efficient, high-speed, high-voltage performance. The four N-channel devices have typical on resistance (RDS(ON)) ratings down to just 1.9 $\Omega$ . The perfect solution for circuits requiring current switching below 9A.



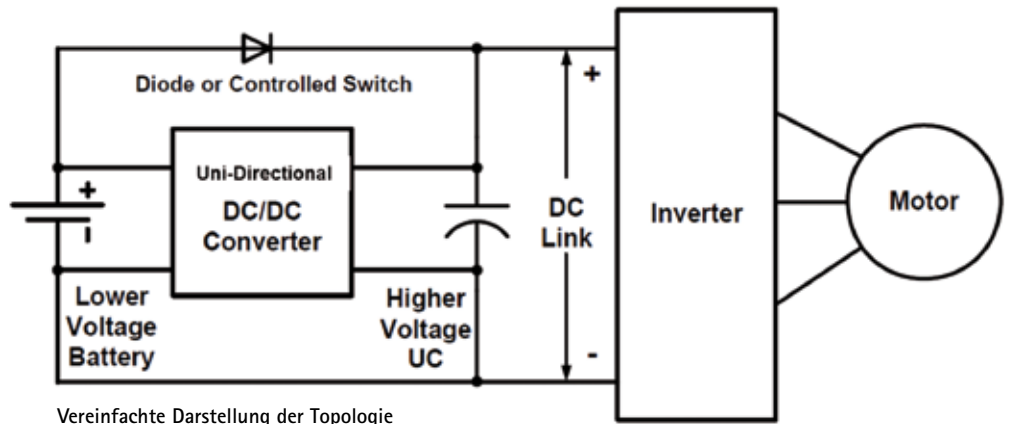
AT THE CORE OF EVERY GREAT PERFORMANCE



Energie innerhalb weniger Sekunden. Ihre Lebensdauer ist mit zehn Jahren und mindestens 500.000 Ladezyklen um ein Vielfaches höher als die einer Batterie. Außerdem sind sie mit einem weiteren Arbeitstemperaturbereich von -40°C bis 70°C erheblich weniger temperaturempfindlich als Batterien. Als einziges Manko der Ultracaps könnte man ihre relativ geringe Energiedichte ins Feld führen.

Umso mehr punkten diese Doppelschichtkondensatoren durch ihre deutlich besseren Eigenschaften bei Tiefentladung: Hat eine Li-Ionen Batterie eine Entladungstiefe (DOD) von 25%, liegt diese beim Ultracap bei 75%. Selbst wenn dieser Wert unterschritten wird, trägt er nicht wie die Batterie nachhaltige Schädigungen davon, es reduziert sich lediglich die Anzahl seiner Ladezyklen.

Um die besten Eigenschaften der beiden Energiespeicher in einem System zu vereinen, müssen Ladung und Ströme der Batterie und des Ultracaps gemessen und durch einen hybriden Buck/Boost Converter ausbalanciert werden. Basis hierfür ist die Definition der Schwellwerte für beide Energiespeicher unter Einbeziehung der jeweiligen Kennlinie. Für ein



tiv komplex und damit entwicklungs- und kostenintensiv sind.

*Averaging Concept  
mit Boost Converter*

Um die Komplexität zu minimieren, setzen die beiden Forschungspartner auf die Topologie eines uni-direktionalen DC/DC-Wandlers. Dies ermöglicht eine vergleichsweise kompakte und effiziente schaltungstechnische Struktur. Dadurch verringern sich die Entwicklungszeit

nungsbereichs variieren kann. Der Ultracap lässt sich bei Bedarf auch direkt dynamisch mit dem Inverter koppeln, so dass er Spitzenströme übernehmen kann. Der DC/DC-Wandler ist nur dadurch limitiert, dass er den Spitzenstrom über eine geregelte Diode (MOSFET) liefern muss. Für eine optimale Spannungsanpassung kann die höhere Spannung im Zwischenkreis im Verhältnis 2:1 dimensioniert werden, das heißt die Spannung am Ultracap ist doppelt so hoch wie an der Batterie. So lässt sich die Energie des Ultracaps optimal ausschöpfen, bis zu 75 Prozent Energieentnahme bei 50 Prozent der Spannung sind möglich.

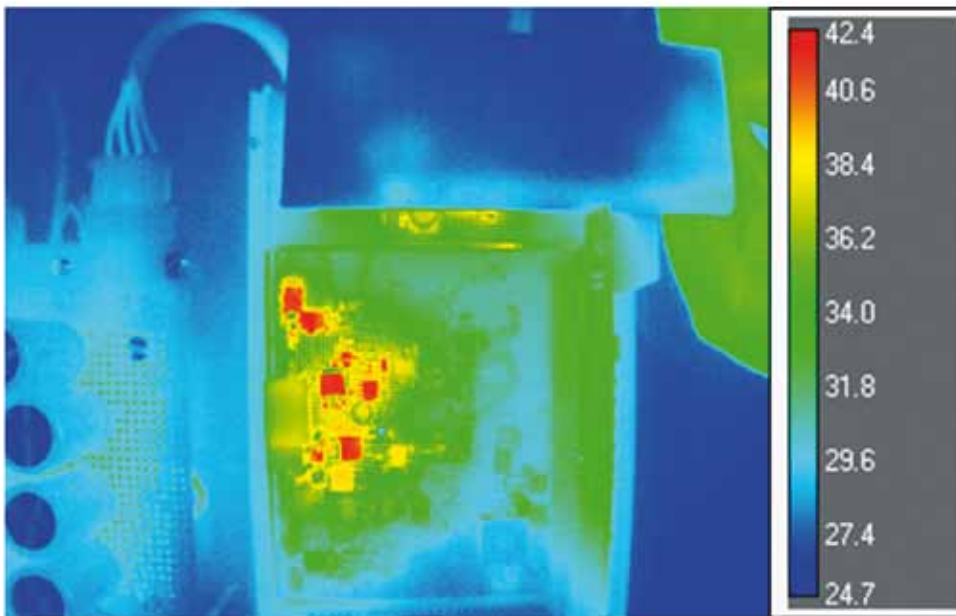
*Topologie  
des Demonstrators*

Bei hochwertigen batteriebetriebenen Elektrowerkzeugen sind deren Hersteller in puncto Sicherstellung oder gar Erhöhung der Akkulebensdauer besonders gefordert. In dieser Weise von industrieller Seite her ermutigt, war die Basis für den zu entwickelnden Demonstrator – ein Akkubohrschrauber – definiert.

Die Demonstrator-Topologie basiert auf einer in diesem Kontext erstmals applizierten kombinierten Buck-OR-MOS-Boost-Struktur mit komplett digital implementiertem Power-Management und den dazugehörigen Regelungen sowie durchgängig Softwarekonfigurierbaren Parametern. Damit hat das höher impedante Batteriesystem eine niedrig-impedante Performance erhalten.

Das Ergebnis:

- längere Batteriebensdauer
- justierbare Stromlimitierung
- hervorragende Hochstromeigenschaften
- prognostizierbare Lebensdauer und Gesundheitszustand (State-of-Health, SOH) der Batterie



Geringste Erwärmung der aktiven Bauelemente unter Volllast zeigt das Wärmebild des Demonstrators.

derartiges Systemdesign existieren bereits verschiedene Basistopologien, z.B. mit parallel geschalteter Batterie und Ultracap oder mit einem bidirektionalem Wandler und dem Ultracap auf der Primär- und der Batterie auf der Sekundärseite, oder eine Kombination aus einem uni- und einem bidirektionalen Wandler. Allen Topologien ist gemein, dass sie rela-

und -kosten sowie die Anzahl der benötigten Komponenten. Durch die digitale Lösung ist das System in vielerlei Hinsicht einfach und frei parametrisierbar.

Zu den weiteren Vorteilen der digitalen Lösung zählt, dass die Spannung am Inverter innerhalb eines sehr weit definierbaren Span-

Neben den Ultracaps und der Li-Ionen-Batterie, die an eine primäre Stromversorgung angeschlossen ist, bildet der neuartige Leistungsschaltregler das Herzstück der Topologie. Er wird ergänzt durch eine ultraschnelle Stromrichtungslogik, die unmittelbar eingreift, wenn der Energiefluss aus dem Ultracap einsetzt. Hinzu kommt eine Überwachung der analogen Strom- und Spannungssignale der Li-Ionen-Batterie und des Ultracaps, so dass diese im Sinne einer optimalen Energieausnutzung konditioniert werden können.

Über den Mikrocontroller werden die Vorgaben für die Signale definiert, dementsprechend generiert dieser die PWM-Signale für die Power-MOSFETs – hier von Infineon – und damit für die getaktete Stromversorgung. Ein spezieller Schalter leitet den Strom direkt von der Li-Ionen-Batterie auf den Motor, wenn keine Spitzenströme fließen müssen. Geeignet dimensioniert, kann der Ultracap in den Betriebspausen jederzeit über die Batterie geladen werden.

---

#### Regelungstechnik

---

Die Entwicklung der entsprechenden Regelalgorithmen hat Prof. Dr.-Ing. Lutz Zacharias gemeinsam mit Dipl. Ing. (FH) Ringo Lehmann und Dipl. Ing. (FH) Sven Slawinski, alle drei von der Westsächsischen Hochschule Zwickau, übernommen. Nach umfassender Systemana-

lyse sowie einer determinierten Reglersynthese, begleitet von simulationstechnischen Voruntersuchungen, wurden die benötigten zeitdiskreten Algorithmen zielhardwaregerecht implementiert.

Bei der Erstellung der Steuersoftware wurden moderne Methoden des modellbasierten Softwaredesigns angewandt. So wurde das gesamte Powermanagement in VHDL-AMS modelliert. Mit dieser standardisierten Modellbeschreibungssprache lassen sich auch Regelsysteme sowohl hardwarenah modellieren und simulieren als auch via Auto-Coding automatisiert auf die Ziel-Hardware übertragen.

Um einen sicheren Betriebszustand stets aufrechtzuerhalten, ist eine zusätzliche, ultraschnelle Logikschaltung erforderlich. Denn die hierfür zu stellenden Sicherheits- und Echtzeitanforderungen können auch durch hochleistungsfähige, schnelle Mikroprozessoren nicht erfüllt werden. Deshalb wurde hier in Hardwarekomponenten investiert, wie zum Beispiel in die Applikation ultraschneller Komparatoren.

---

#### Intelligent, schlank, günstig

---

Bei der Modellierung und Simulation lag die Herausforderung darin, die realen Eigenschaften des Reglers, der Batterie, des Ultracaps

und der Leistungsstufen äußerst genau zu beschreiben und abzubilden. Eine weitere Simulation zeigte, dass ein Balancing der Ultracaps in dieser Anwendung nur in sehr wenigen Situationen zum Einsatz gekommen wäre und daher nicht sinnvoll ist. Nicht zuletzt dadurch reduziert sich die Komplexität der Schaltung – sie wird schlank, günstig und gleichzeitig intelligent.

Nach der Modellierung wurde das System komplett simuliert und mathematisch begründet, bevor es übernommen und umgesetzt wurde.

Nachdem der Demonstrator aufgebaut war, wurde dieser einer thermischen Analyse unterzogen. Das Ergebnis: Selbst ohne Kühlkörper erreichte die Temperatur nie mehr als 50°C. Das zeigt, dass sowohl Hardware- als auch Regelungsparameter optimal definiert waren, so dass praktisch nur minimale Schaltverluste entstanden. Der Betrieb ausschließlich im sicheren Arbeitstemperaturbereich, ohne jeglichen thermischen Stress, wirkt sich zusätzlich positiv auf die Lebensdauer des Systems aus. Möglich ist das nur durch die entwickelte Buck-OR-MOS-Boost-Topologie.

Dass das hybride Energie-Speicher-System auch in der Praxis funktioniert – und damit das Ziel des Forschungsprojektes erreicht wurde –, hat der zuverlässige Betrieb des Akkuschaubers gezeigt. ■

Anzeige



## Space-Saving Discretes enables the Internet of Things

Diodes' products enables the Internet of Things with higher power density in:

- MOSFETs and Bipolar Transistors
- Data Line Protection (TVS)
- Schottky and Super Barrier Rectifiers (SBR)

Leadless packages down to the DFN0606 reduce the footprint whilst delivering the same performance as much larger packages. With a footprint of only 0.36mm<sup>2</sup> and an off-board height of only 0.4mm, the DFN0606 is 40% smaller than equivalent DFN1006, SOT883 and SOT1123 parts. Diodes' offers a full portfolio including the popular DFN1006, DFN1010, DFN2020 and many other specialist leadless packages.



www.diodes.com

Hochstrominduktivitäten

# Mehr Performance und Stromverträglichkeit auf weniger Platz

Ob im Endkunden-Segment, im Automobilmarkt oder in der Industrie: Zunehmend leistungsfähigere Applikationen erfordern Power-Induktivitäten, die immer größere Stromverträglichkeit auf immer weniger Platz bieten sollen. Eine Lösung stellen Composite-Power-Induktivitäten dar.



AUTOR: JOCHEN NELLER,  
TECHNISCHER SUPPORT

IHLP6767GZ (Bild: Vishay)

Die aktuellen Anforderungen an Power-Induktivitäten stehen den traditionellen Prinzipien der Drosselspule entgegen: Lange waren SMD-Ferrit-Induktivitäten die meist genutzte Technologie, um Ströme größer 1 A zu bewältigen. Wegen ihres sehr starken und nichtlinearen Sättigungsverhaltens, verbunden mit einem großen Platzbedarf, suchte man nach neuen Technologien – und entwickelte Composite-Power-Induktivitäten.

Diese Spulen für Stromstärken bis über 100 A bieten vielfältige technische Vorteile für den Einsatz in Stromversorgungen und Filteranwendungen. Durch den besonderen Herstellungsprozess aus gepresstem Eisenpulver entstehen Induktivitäten, die in vielen Bereichen dem Idealbild einer Spule nahekommen.

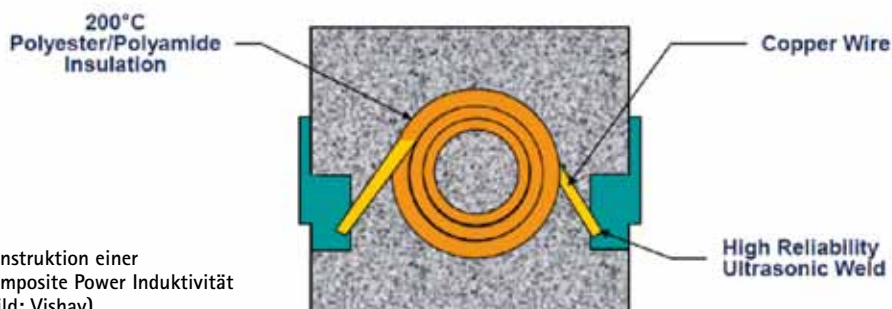
Denn Eisenpulver verfügt über eine hohe magnetische Sättigungsflussdichte, was die Verluste minimiert. Dadurch lässt sich eine Spule mit dünnerem Kern realisieren und so Platz für dickere Kupferwicklungen schaffen. Der geringe elektrische Gleichstromwiderstand und die minimalen Verluste führen außerdem dazu, dass wenig Wärme entsteht.

Hauptvorteil des Eisenpulvers ist sein stabiles Sättigungsverhalten, wodurch selbst kurzzeitige Stromspitzen nicht zu einem Einbruch der Induktivität führen. Weil dieses positive Verhalten unabhängig von Umgebungstemperatur und Alterungseffekten ist, erlaubt es zuverlässige Designs über einen weiten Einsatzbereich. Zusätzlich bieten die Composite-Power-Induktivitäten ein magnetisch geschirmtes Design zur Verbesserung der elektro-

magnetischen Verträglichkeit und Verringerung von Störgeräuschen. Typische Composite-Power-Induktivitäten sind in den Bauformen 1212 (3 x 3 mm) bis zu 8787 (22 x 22 mm) verfügbar. Aufgrund ihrer Konstruktion sind Stromstärken bis weit über 100 A in sehr kompakten Bauteilen zu realisieren. Durch den Einsatz unterschiedlicher Eisenpulverzusammensetzungen lassen sich auch spezifische Kundenanforderungen erfüllen, z.B. Hochtemperatur bis 180 °C oder hohe Frequenzbereiche bis 5 MHz für Speicherdrosseln. Diese SMD-Leistungsspulen finden ihren Einsatz in erster Linie als Speicherdrosseln in DC/DC-Wandlern sowie als EMV-Filterdrosseln in unterschiedlichsten Anwendungen, vor allem in der Automobil- und Industrieelektronik.

Als LED-Treiberschaltungen stehen verschiedene Topologien zur Verfügung, wie Buck, Boost, Buck-Boost oder Sepic. Zu den vielfältigen Applikationen zählen die Innen- und Außenbeleuchtung im Automobil, Verkehrs- und Eisenbahnsignale, Illumination, Blitzlicht und LCD-Backlights.

Praktisch alle genannten Applikationen können von der platzsparenden Bauform der niedrigen IHLP-Serie von Vishay profitieren. Im Bereich von 0,22 µH bis 100 µH hat die kleinste Type IHLP1212AB eine Baugröße von 3 x 3 x 1,2 mm



Konstruktion einer Composite Power Induktivität (Bild: Vishay)

und die größte Type IHLP8787MZ Abmessungen von 22 x 22,48 x 13 mm.

Mit der E-Feld-geschirmten Composite-Power-Induktivität der Serie IHLP ist eine besonders innovative Lösung für EMV-kritische Anwendungen verfügbar, wie sie gerade im Automobilbereich immer häufiger anzutreffen sind. Dank zusätzlicher Abschirmung reduziert diese einfach einzusetzende und kostengünstige Lösung die negativen Einflüsse des elektrischen Feldes deutlich, typischerweise um -20 dB auf 1 cm.

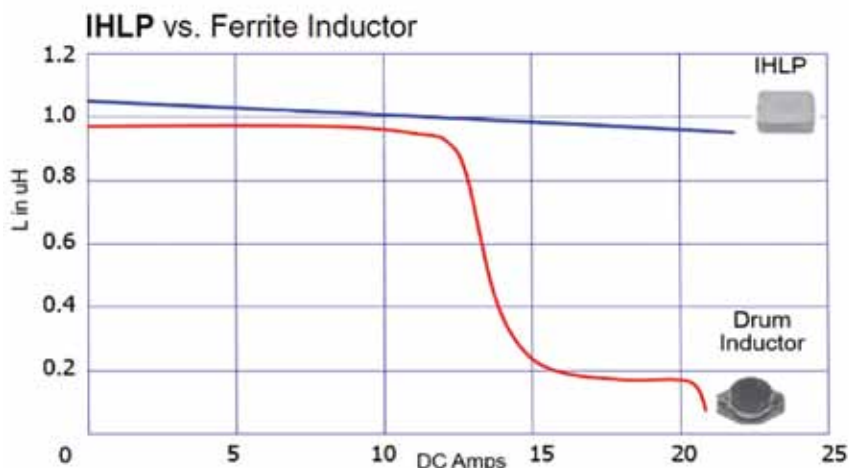
Hinzu kommen Power-Composite-Induktivitäten mit weiteren Neuentwicklungen, etwa die Doppelinduktivitäten der Serie IHLD von Vishay. Sie eignen sich für anspruchsvolle Class-D-Audio-Verstärker im kommerziellen und automobilen Umfeld. Dank der technischen Vorzüge der Power-Composite-Technologie ermöglicht diese Art von Spule hochqualitative digitale Audiosysteme mit geringer Verzerrung bei kleinstmöglicher Bauform.

Die gekoppelten Induktivitäten der Serie IHCL sind unter anderem für SEPIC-DC/DC-Wandler konzipiert. In einem Gehäuse vereinen sie zwei Induktivitäten mit einem magnetischen Kopplungsgrad >90%. Sie sind temperaturfest bis +155 °C und in Induktivitätswerten bis 47 µH verfügbar.

Obwohl die Composite-Technologie viele Pluspunkte auf sich verbuchen kann, haben die Ferrit-Induktivitäten – hauptsächlich mit

MnZn- und NiZn-Kernen – gerade bei hohen Frequenzen und geringen Wirbelstromverlusten nach wie vor ihre Berechtigung. Auch sie werden für den Einsatz in Hochstromapplikationen stetig weiterentwickelt. So bietet der Hersteller Sumida mit der Serie CDEP15D90 / T150 eine Low-Profile-

Unter Einhaltung der Automobil-Zuverlässigkeitskriterien AEC-Q200 werden diese Induktivitäten so strikt aufgebaut, dass Kern und Draht einer Spannung von bis zu 120 Vdc standhalten können. Bei einer Baugröße von 16 x 16 x 10 mm sind sie für einen Betriebs-temperaturbereich bis +150 °C spezifiziert.



Im Gegensatz zu einer Ferritkernspule behält die Composite Power Induktivität IHLP auch bei höheren Strömen ihre Leistung nahezu unverändert bei. (Quelle: Vishay)

Hochstrom-Induktivität für Automobil-LED-Scheinwerfer-Applikationen. Hier findet eine zunehmende Diversifizierung statt, einige Schweinwerfer sind zum Beispiel mit ADB (Adaptive Driving Beam) oder AFS (Adaptive Front-lighting System) ausgestattet. Sie benötigen noch höhere Ströme von bis zu ca. 15 A.

Ist ausreichend Platz vorhanden, stellen radial bedrahtete Pilzkerninduktivitäten, wie sie zum Beispiel Murata PS, Sumida und Panasonic anbieten, eine günstigere Alternative dar. Sie sind sowohl in ungeschirmter als auch magnetisch geschirmter Version in vielfältigen Abmessungen verfügbar. ■

Anzeige

# VITROHM

**NEU Serie CRT**  
Der weltweit erste individuell  
hergestellte axiale  
Hybridwiderstand



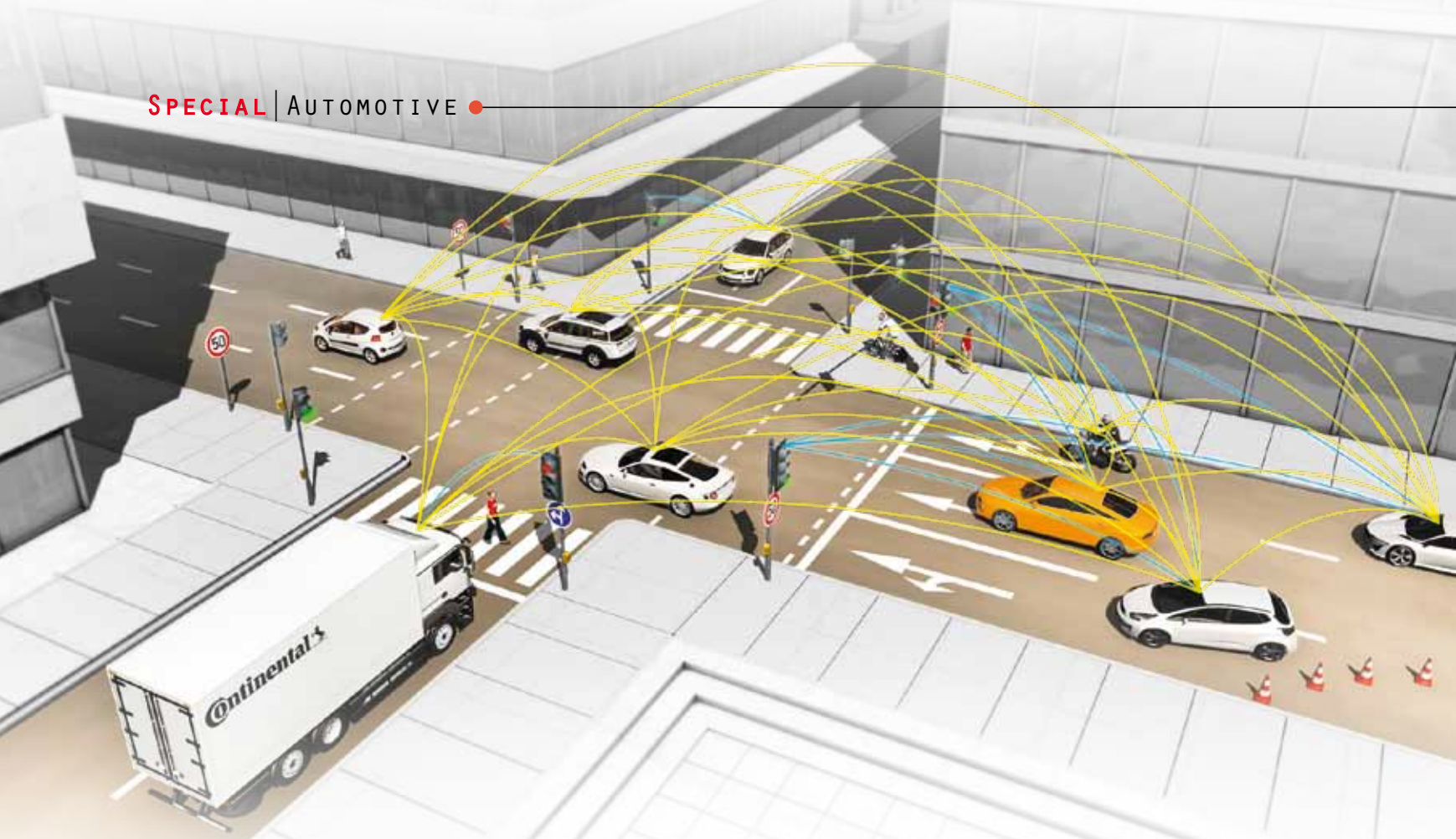
**NEU:**  
**Serie CRT**  
**Drahtwiderstand mit**  
**Temperatursicherung**

Zwei Funktionen in einem Bauelement, sparen Sie Leiterkartenplatz!

**MERKMALE:**

- Temperatursicherung
- Alle elektrischen Verbindungen sind geschweißt. Der Widerstand ist bis zu 2 kV Stoßspannung beständig.
- Durchbrennstrom und Durchbrenntemperatur sind kundenspezifisch anpassbar.
- UL1412 zertifiziert und RoHS konform
- Widerstandstoleranzen: 1% und 5%
- Leistungsbereiche: 1W und 2W
- Widerstandsbereich: 1R bis 200R

Besuchen Sie VITROHM's neue Website und die Produktseite der Serie CRT auf: [www.vitrohm.com](http://www.vitrohm.com)



Ab 2025 soll das autonome Fahren marktreif sein

Bild: Continental

# Innovative Sensorik für das autonome Fahren

*Autonome Autos, in denen von Sensoren und Kameras gestützte Computer den Wagen fahren, sollen den Straßenverkehr sicherer machen, so die Idee. Einer Umfrage zufolge glauben 41 Prozent der Deutschen daran, dass selbstfahrende Autos den Verkehr sicherer machen. Das ergab die Umfrage des Marktforschungsinstituts Emnid. In fast allen automobilen Klassen nimmt die Kundennachfrage nach Fahrerassistenzsystemen (Advanced Driver Assistance Systems, ADAS) und entsprechende Herstellerangebote stark zu.*

AUTOREN:

TAMARA DREXLER, PRODUKT MANAGER SENSORIK – AUTOMOTIVE BUSINESS UNIT,  
TOBIAS MAIER, FIELD APPLICATION ENGINEER – AUTOMOTIVE BUSINESS UNIT

**V**oraussichtlich ab 2025 soll das autonome Fahren marktreif sein. Eine vollständige Kontrolle des Fahrzeugs in allen Situationen und bei jeder Geschwindigkeit wird durch hochinnovative und präzise Sensoren sowie effiziente Mikrocontroller erreicht. Eine große Anzahl an Fahrerassistenzsystemen findet in neuen Automobilen schon heute ein breites Anwendungsfeld.

Im privaten Bereich kann der Fahrer durch das neue Fahrerlebnis die Aufgaben der Verkehrsüberwachung und Fahrzeugkontrolle entspannt dem System überlassen. Dadurch gewinnt er Freiraum für Dinge wie Entertainment, E-Mail-Bearbeitung oder andere Aktivitäten, die ihn ohne Automatisierung von seiner eigentlichen Aufgabe, den Verkehr zu überwachen und das Fahrzeug zu steuern, ablenken würden. Für kommerzielle Anwendungen, wie zum Beispiel den Mietwagenverleih, ergeben sich dadurch erheblich verbesserte Serviceleistungen, denn das Fahrzeug kann beispielsweise autonom zu einer dedizierten Zeit zum Nutzer kommen und nicht umgekehrt.

Bild: Continental



### Beispiele für Fahrerassistenzsysteme im Automobil

Die „Menschlichen Sensoren“ wie Sehen und Hören sowie die Datenverarbeitung im menschlichen Gehirn müssen beim autonomen Fahren ersetzt werden. Diese Aufgaben übernehmen in einem autonomen Fahrzeug die Sensoren und die dazugehörige Recheneinheit (ECU).

### Spurhalteassistent oder auch Lenkpilot

Eine der Grundvoraussetzungen hierfür ist ein Kamerasystem, um die Umgebung auszuwerten, und ein Winkelgeber, damit die aktuelle Lenkposition ausgelesen werden kann. Auf Basis der von der Kamera erkannten Spurmarkierungen wird ein fahrbahnmittensorientierter Sollkurs bestimmt und der Lenkung übermittelt. Dabei kann diese Übermittlung aktiv (Eingriff in die Lenkung) oder passiv (akustisches oder haptisches Warnsignal) ausfallen.

Modernste Kamerasysteme verwenden Stereokameras, welche aus zwei hoch auflösenden CMOS-Monokameras bestehen, die mit einem Abstand von circa 20 Zentimetern in einem Gehäuse hinter der Windschutzscheibe

### Warum autonomes Fahren?

Fahrerassistenzsysteme unterstützen Autofahrer in bestimmten Fahrsituationen, machen das Fahren sicherer. Laut dem Statistischen Bundesamt, Wiesbaden kam es im Jahr 2015 zu über 2,5 Mio. Verkehrsunfällen, wovon 305.659 mit Personenschaden waren. Diese Zahl wird aller Voraussicht nach durch ADAS stark verringert werden. In der Automobilbranche werden mit die höchsten Ansprüche in Bezug auf die funktionale Sicherheit (ISO 26262) von Systemen und einzelnen Komponenten gefordert und umgesetzt, in Verbindung mit modernster Sensorik und effizienten Mikrokontrollern.

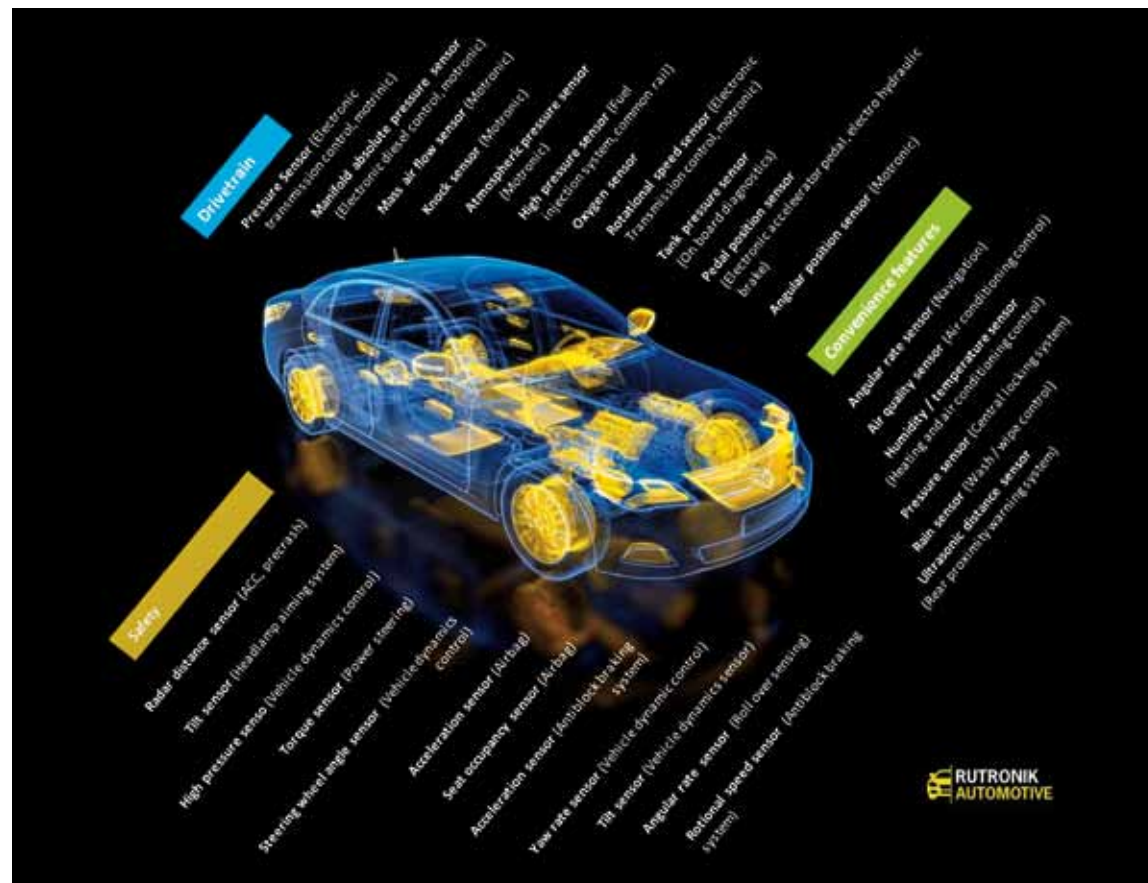
Ziel ist eine Verbesserung der Ökonomie, welche durch vorausschauende Fahrweise erreicht wird. Mit Hilfe von streckenbezogenen Informationen wie aktueller Ampelstatus, Stauinformationen und Streckendetails wird ADAS zur CO<sub>2</sub>-Reduzierung beitragen. Unnötiges Beschleunigen vor einer roten Ampel oder das effiziente Umfahren von Verkehrsstaus sind nur zwei Beispiele. Somit sind die 2020 von der EU angestrebten Grenzwerte für den CO<sub>2</sub>-Ausstoß von 95 g/km erreichbar.

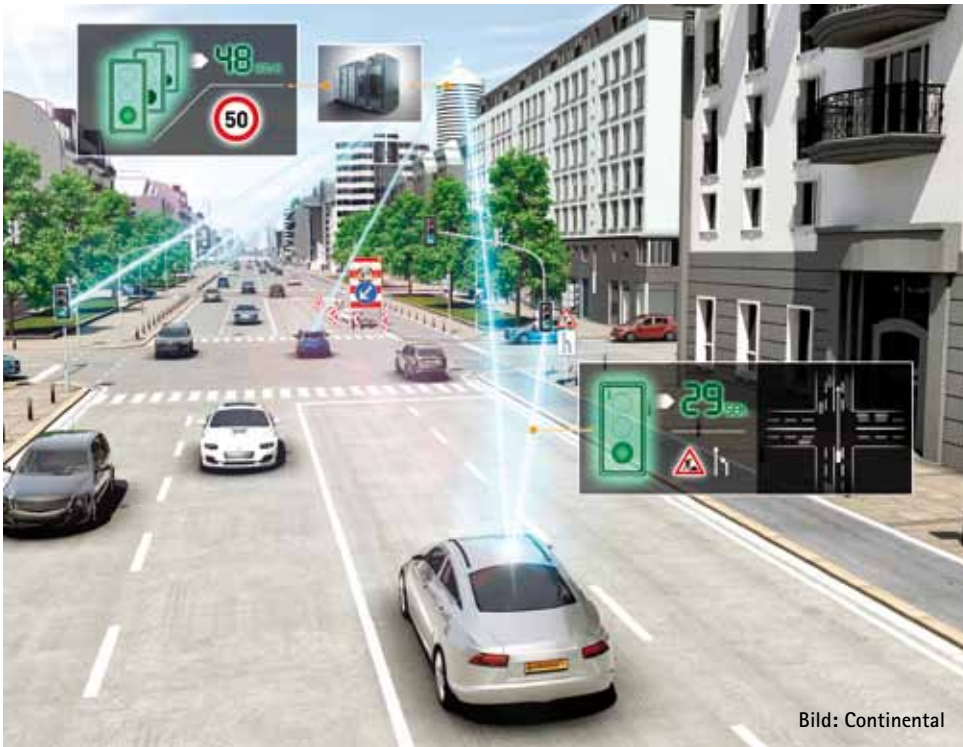
Der spürbare und sichtbare Vorteil für den Endverbraucher ist die Steigerung des Fahrkomforts. Während der Fahrt kann der Fahrzeugführer die Konzentration anderen Dingen zuwenden.

### Stand der Technik

Aktuelle Fahrzeuge besitzen schon Assistenzsysteme. Jedoch hat der Fahrer immer noch die

komplette Kontrolle über das Fahrzeug. Nach der Klassifizierung der Society of Automotive Engineers (SAE) für autonomes Fahren entspricht diese Ebene dem SAE-Level-3. Das SAE-Level-3 wird als „Bedingte Automatisierung“ bezeichnet. Abhängig vom Fahrmodus werden alle Elemente der dynamischen Fahraufgabe durch ein Automatisches Fahrsystem übernommen. Der Fahrer muss nur angemessen auf die Anforderungen reagieren. Ein Beispiel hierfür ist der automatische Parkpilot, der in nahezu allen Oberklassewagen erhältlich ist.





installiert sind. Während eine Monokamera Distanzen lediglich schätzt, kann die Stereokamera den Abstand zu einem Objekt sowie dessen Höhe über der Straße messen. Auf eine mittlere Distanz von 20 bis zu 30 Metern kann die Stereokamera die Entfernung bis zum Objekt auf 20 bis 30 Zentimeter genau bestimmen. Verbaut ist ein solcher Lenkpilot in der neuen E-Klasse von Mercedes-Benz (Baureihe 213). Er unterstützt bei der Fahrzeugquerführung und hilft dem Fahrer, auf

gerader Straße und bei moderater Kurvenfahrt in der Mitte der Fahrspur zu bleiben.

#### Abstands-Assistent

Der Abstands-Assistent misst per Abstandssensor die Entfernung und die Relativgeschwindigkeit zu vorausfahrenden Fahrzeugen. Als Abstandssensoren werden RADAR-Systeme verbaut. Bei etwa 75 bis 76 GHz

(W-Band) sind RADAR-Systeme geringer Reichweite bis 250 m im Automobilbau als Einparkhilfe, Bremsassistent und Abstandswarnung im Einsatz. Zusätzlich können die Bilder einer Stereokamera durch Objektfusion eine verbesserte Objekt- und Abstandserkennung gewährleisten. Der hochmoderne und Automotive-qualifizierte RADAR-Sensor von STMicroelectronics STRADA431 überzeugt durch eine kompakte Bauform im QFN Package mit 6 x 6 mm<sup>2</sup>. Die Versorgungsspannung von 3,3 V und der On-chip-Power-Sensor sowie der zusätzliche Temperatur-Sensor ermöglichen es, ein ASIL-B-fähiges System aufzubauen. Die AEC-Q100-Zertifizierung garantiert den Automotive-Einsatz.

#### Geschwindigkeitsregelanlage (GRA)

Im Rahmen des autonomen Fahrens übernimmt die Geschwindigkeitsregelanlage eine zentrale Rolle. Da der Fahrer nicht mehr aktiv am Geschehen teilnimmt, muss das Beschleunigen und Bremsen des Fahrzeugs automatisch erfolgen. Hierzu wird die aktuelle Geschwindigkeit mit Sensorik gemessen und dementsprechend die Öffnungszeit der Drosselklappe geregelt.

Der Magnet-Geschwindigkeits-Sensor TLE-4941plusC von Infineon Technologies kann nicht nur zur Bestimmung der Geschwindigkeit verwendet werden, sondern auch als ABS- und ESP-Sensor. Hierfür muss je ein Sensor an allen vier Rädern installiert werden.

Anzeige



## First PIC32 MCUs with Core Independent Peripherals

Overcoming cost, power and size limitations with PIC32MM MCUs

As the first PIC32 microcontrollers to offer core independent peripherals, the PIC32MM family delivers cost-effective, low-power embedded control for IoT, consumer, industrial and sensorless BLDC applications.

The core independent peripherals, such as configurable logic cells (CLC) and multiple-output capture compare PWMs (MCCPs), off-load tasks from the CPU to deliver lower power consumption and lower design complexity. Further power savings, from lowpower sleep modes, are combined with small, 4x4mm package options to support longer battery life even in space-constrained applications.

[www.microchip.com/PIC32MM](http://www.microchip.com/PIC32MM)

Low Power, Low Cost, Small Packages







## Weltweite Kundenunterstützung

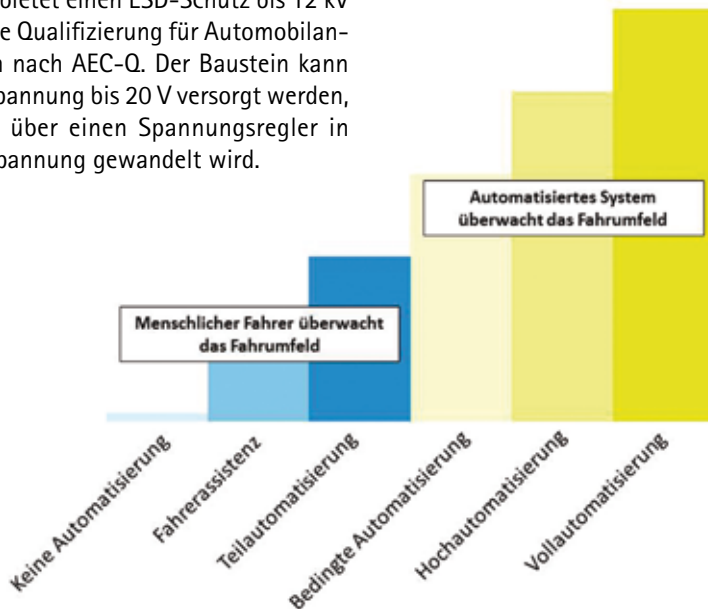
Mit ihrer länder- und standortübergreifenden Aufstellung unterstützt Rutroniks Automotive Business Unit gemeinsam mit dem Produktmarketing Fachbereich Sensorik die Kunden weltweit durchgän-

gig. Hierfür werden spezifische Automotive-Komponenten neuester Generation von speziell selektierten Herstellern angeboten.

Der verbaute differenzielle Hallsensor liefert nicht nur exakte Werte, sondern er weist auch eine hohe Robustheit auf. Der Preamp-plier (dt. Vorverstärker) ist notwendig, um das differenzielle Signal der beiden Hall-Sensoren für eine Signalverarbeitung zu verstärken.

Ein weiterer Punkt ist die Sicherheit im doppelten Sinne. Die Funktionale Sicherheit (engl. safety) als auch die Datensicherheit (engl. security) müssen sichergestellt sein. Spätestens wenn eine Car-to-X Kommunikation im Automobil implementiert wird, muss das Problem der Datensicherheit gelöst sein.

Der Sensor bietet einen ESD-Schutz bis 12 kV und hat eine Qualifizierung für Automobilanwendungen nach AEC-Q. Der Baustein kann mit einer Spannung bis 20 V versorgt werden, was intern über einen Spannungsregler in eine 3-V-Spannung gewandelt wird.



### Herausforderungen und Vorteile von ADAS

Der Trend im Automobilbereich geht von der dezentralen Verarbeitung der Sensordaten hin zu einer zentralen Verarbeitung aller Sensordaten. Hierfür ist eine „Super-ECU“ notwendig. Der Automobilzulieferer Continental AG (Tier-1) rechnet bei der Anzahl von notwendigen Sensoren mit einer erzeugten Datenmenge von 1 Gb/min. Aktuell gibt es noch keine ECU, die imstande ist, diese Menge an anfallenden Daten in Echtzeit zu verarbeiten, was bei sicherheitsrelevanten Systemen unvermeidbar ist. Für echtzeitfähige Systeme sind drei Schlagwörter von großer Bedeutung: Rechtzeitigkeit, Gleichzeitigkeit und Verfügbarkeit.

Hacker können sich bei bestehenden Sicherheitslücken in das Auto einwählen und durch Fernsteuerung großen Schaden anrichten.

Das autonom fahrende Auto bietet nicht nur Vorteile in Bezug auf den Fahrkomfort, sondern ganz entscheidend ist der Punkt der Sicherheit. Durch das autonome Fahren sollen schwere und leichte Verkehrsunfälle, die durch Unachtsamkeit entstehen, vermieden werden. Ein weiterer wichtiger Punkt sind die CO<sub>2</sub>-Einsparungen. Das autonom fahrende Fahrzeug soll durch Car-to-Car- und Car-to-X-Kommunikation fähig sein, möglichst effizient und umweltschonend zu fahren. Das Auto weiß, dass die Ampel in wenigen Sekunden auf Rot schaltet und ein Beschleunigen nicht reicht, sondern das frühzeitige Bremsen oder Segeln (Nutzen der Bewegungsenergie ohne aktiven Motoreingriff) deutlich sinnvoller ist. ■



## Energiesparende Mini-Netzteile

### für Smart Homes & Smart Offices

- Kompakte AC/DC Netzteile, bspw. für die Montage in Unterputzdosen
- Sehr geringer Stand-by Verbrauch, weit unterhalb der ErP Richtlinie
- 2-3W Mini-Netzteile mit wahlweise Pins oder Kabel
- Weiter Eingangsspannungsbereich (85 - 305VAC)
- Vollständig nach den Sicherheitsnormen für Haushalt und Industrie zertifiziert:

IEC/EN60335-1,  
IEC/EN/UL60950-1,  
CE (LVD+EMC+RoHS2)



- Vollständig geschützte Ausgänge (Kurzschluss/Überlast/Überhitzung)



# RECOM

WE POWER YOUR PRODUCTS

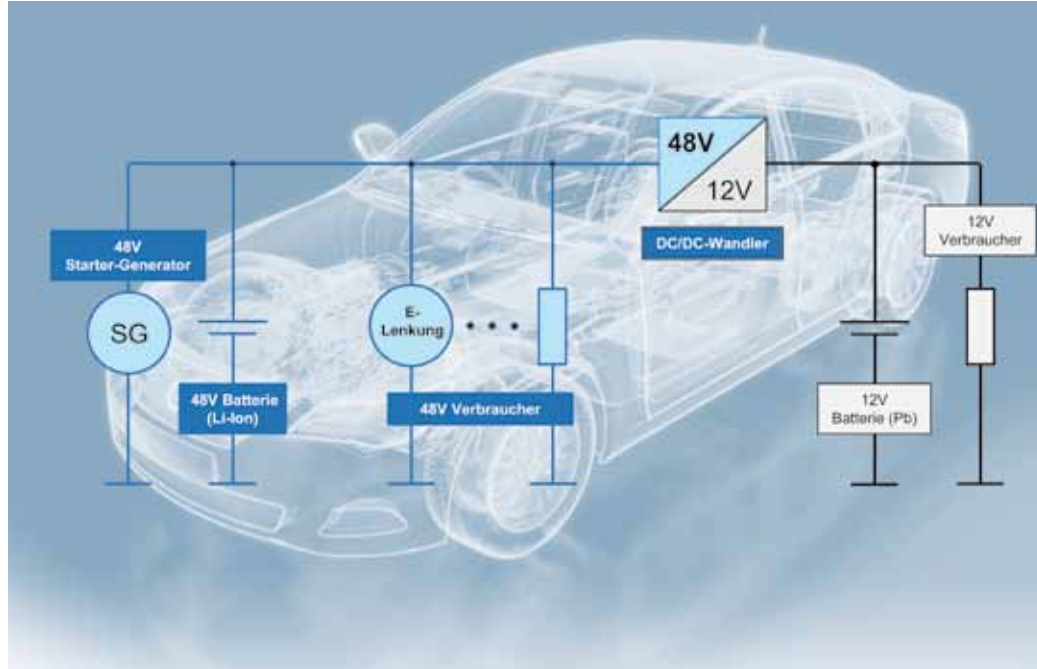
www.recom-power.com

Das 48-V-Bordnetz

# Ein höheres Spannungs-Level

Moderne Autos verbrauchen immer mehr Strom – das 12-Volt-Bordnetz stößt damit an seine Grenzen. Damit könnten sich künftig 48 Volt als neuer Standard durchsetzen. Sie schaffen nicht nur Spielraum für neue Innovationen, sondern legen auch die Basis für die Erfüllung immer strengerer CO<sub>2</sub>-Vorgaben.

AUTOR:  
UWE RAHN, DIRECTOR RUTRONIK ABU



**A**m Horizont stehen weltweit neue Grenzwerte für den CO<sub>2</sub>-Ausstoß der Fahrzeugflotten (siehe Kasten auf Seite 85). Diese sind ohne technische Innovationen im Bereich Fahrzeug-Elektrifizierung nicht zu erreichen – das hat spätestens der Abgasskandal deutlich vor Augen geführt. Die Lösung liegt in leistungsstarken Hybridantrieben. Sie müssen bis 2021 umgesetzt sein, sonst drohen den Herstellern empfindliche Strafen.

## 48-V-Teilbordnetz

Grundvoraussetzung für die Umsetzung von Hybridantrieben ist ein 48-V-Bordnetz. Der Generator mit 12 V Spannung kann den Bedarf

der wachsenden Anzahl an Verbrauchern im Fahrzeug nicht mehr sinnvoll versorgen. Mit 48 V ist ein niedrigerer Leitungsquerschnitt möglich, dadurch entstehen weniger Wärme und weniger Verluste. Zudem kann bei gleichem Stromfluss die Leistung vervierfacht werden. Dafür sind zusätzliche Baugruppen wie ein DC/DC-Wandler nötig, der die Spannung transformiert, außerdem eine zweite Batterie.

Momentan ist ein kompletter Wechsel von 12 V auf 48 V für das gesamte Bordnetz jedoch nicht realisierbar. Dafür müsste man alle Elektroniksysteme und Aktuatoren, wie Airbag- oder Motorsteuerungen, ändern. Um die bislang eingesetzten Komponenten mit geringem Stromverbrauch vorerst weiter nut-

zen zu können, behalten Hersteller das 12-V-Bordnetz im ersten Schritt bei. Beide Netze werden über einen Wandler gekoppelt. Dieser muss bidirektional 12 V/48 V entsprechen und Dauerleistungen von bis zu 4 kW mit einem Wirkungsgrad von mindestens 96 Prozent erbringen. Für maximale Effizienz sorgt eine passive Luftkühlung. Hinzu kommt als neue Kernkomponente eine 48-V-Batterie. Auch hier hat die Entwicklung neuer Technologien viel Fahrt aufgenommen, etwa mit Li-Schwefel- oder Li-Luft-Konstrukten. Sie sollen in erster Linie das Ladeleistungsvermögen und die Energiedichte verbessern. Zudem müssen die Batterien trotz starken Kostendrucks eine lange Lebensdauer haben und sehr robust sein, zum Beispiel um einem Crash standzuhalten.

## Mildhybrid-Systeme

Laut VDA werden 2020 rund vier Millionen Fahrzeuge über ein 48-V-Teilbordnetz verfügen, 2026 werden es rund zehn Millionen sein – und damit etwa jedes zehnte Fahrzeug weltweit. Die meisten von ihnen sind Mildhybrid-Modelle. Im Gegensatz zum Vollhybrid sind sie ohne Ladefunktion aufgebaut und erlauben kein rein elektrisches Fahren. Der Startergenerator dient neben seiner Startfunktion auch als Rekupektor, der die Bremsenergie mit 10 kW in den Akku lädt und so den CO<sub>2</sub>-Ausstoß reduziert.

Wankstabilisator (Bild: Schäffler)





## Yageo's product portfolio for Automotive

### Chip Resistors

#### AC Series

Thin film high precision high stability



- AEC-Q200 qualified
- Highly reliable electrode construction
- Compatible with all soldering processes
- Highly stable in auto-placement surface mounting applications

#### AT Series

Automotive grade sulfur resistance thin film high precision high stability



- Superior resistance against sulfur-containing environments
- AEC-Q200 qualified
- High precision & stability
- Low TCR
- Low electrical noise
- Advanced sputtering technology

#### PE\_L Series

Automotive grade metal current sensor, low TCR



- Excellent current sensing performance
- High power rating for large current detection
- Accurate power control
- Reduce power consumption
- Low thermal EMF
- AEC-Q200 qualified
- Low TCR

### Wireless

#### GNSS Antenna

Ceramic patch antenna



- Compact size, small clearance
- SMD type antenna
- Operating temperature -40°C to 105°C
- RoHS compliant & halogen free

### MLCC

#### AC Series

Automotive



- AEC-Q200 qualified and PPAP ready
- ISO/TS16949 certified
- Board Flex  $\geq 2\text{mm}$
- 100% AOI
- High reliability

#### CC-HC Series

High capacitance



- High capacitance
- Very low ESR and ESL
- Low self heating
- High reliability with no polarity
- RoHS compliant & halogen free

#### CC-HCV Series

High CV



- High capacitance and high voltage
- Higher energy density
- High reliability with no polarity
- RoHS compliant & halogen free

#### WLAN/BT/ISM Antenna

Chip antenna



- Compact size, small clearance
- SMD type antenna
- Operating temperature: -40°C to 105°C
- RoHS compliant & halogen free





Continental-48V-Elektromotor

Um das 12-V-Bordnetz zu entlasten, empfehlen sich für die Integration in das 48-V-Teilbordnetz vorerst die Frontscheibenheizung sowie Nebenaggregate wie Wasser-, Öl- und Kraftstoffpumpen, die Lenkung, Kühlerlüftungssteuerung (Motor Control) und die PTC-Heizung. Letztere ist bei Hybridfahrzeugen umso wichtiger, da der Elektromotor keine Abwärme erzeugt, die für die Heizung des Motors und des Innenraums genutzt werden könnte. Auch die elektrische Wankstabilisierung, die Ende 2016 Marktreife erreichen wird, ist prädestiniert als 48-V-Applikation. Ganz entscheidend ist der elektrische Lader. Er ermöglicht ein Motoren-Downsizing von z.B. sechs auf vier Zylinder und leistet so einen weiteren Beitrag zur CO<sub>2</sub>-Reduzierung. Schon 2017 werden PKW auf den Markt kommen, die mit zwei Abgasturboladern und bis zu zwei elektrischen Verdichtern ausgestattet sind.

Zudem ermöglicht er das Segeln (sailing/coasting), bei dem das Fahrzeug praktisch emissionsfrei im Freilaufbetrieb mit der rekuperierten Energie bewegt wird. Das senkt den CO<sub>2</sub>-Ausstoß nochmals je nach Messrichtlinie und Fahrstil um bis zu zwölf Prozent.

Gleichzeitig erhöht das Segeln den Fahrkomfort dank deutlich reduzierter Geräuschemissionen und Vibrationen im Innenraum. Die rekuperierte Energie kann außerdem zum CO<sub>2</sub>-neutralen E-Boost eingesetzt werden, also einer zusätzlichen kurzzeitigen Beschleunigung durch den Elektromotor, etwa beim Überholvorgang. Weitere Verbrauchsreduzierungen wird es im Zuge der Entwicklung des hochautomatisierten hin zum automatisierten Fahren geben.

### Neue Anforderungen

Die höheren Spannungen im 48-V-Netz erfordern eine komplett neue Architektur im Fahrzeug entsprechend der Prüfvorschriften. Spannungsspitzen müssen auf maximal 60 V begrenzt werden, und ein Über- und Unterspannungsschutz ist notwendig, um die Auswirkungen auf die anderen Verbraucher im Netz abzusichern. Gegen die entstehenden Kriech- und Luftstrecken müssen Kabel mit neuen Isoliertechniken eingesetzt werden. Auch für die Verbindung der höheren Spannungen eignen sich nur ganz spezifische Steckerkonfigurationen. Essenziell ist es dabei, das Gesamtsystem nicht aus den Augen zu verlieren.

### Vom Teilbordnetz zum 48-V-Netz

In den nächsten 15 Jahren wird sukzessive der Wechsel zu einer insgesamt höheren Bordspannung stattfinden, Fahrzeuge mit einem kompletten 48-V-Bordnetz sind ab 2030 zu erwarten. Denn würde das Teilbordnetz bleiben, wären viermal so große Kabelquerschnitte erforderlich, um den Ansprüchen der neuen Verbraucher nach höheren Spannungen und Strömen gerecht zu werden. Angesichts der enormen Steigerung an Bauraum und Gewicht (ca. 19 kg) – und damit auch des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes – ist das inakzeptabel. Hinzu kommt der Kostenfaktor: Würde man etwa einen E-Verdichter an das 12-V-Netz anschließen, hätte man es bei einer Leistung von rund 3 kW mit Strömen von über 250 A zu tun. Dies ist mit Standardkomponenten nicht zu realisieren. Mit dem 48-V-Netz können E-Verdichter mit ca. 4 kW zum Einsatz kommen.

Dank der schnellen Weiterentwicklung der Halbleiter-Komponenten wird es zukünftig möglich sein, in Technologie-Schritten die meisten Verbraucher mit einer 48-V-Technologie auszustatten:

**Kurzfristig** -> Hochleistungsverbraucher der neuen 48-V-Funktionen:

- Frontscheibenheizung ( 1,5 kW )
- PTC ( 1,2 kW )
- Elektr. Verdichter / Lader ( 3,5 kW )

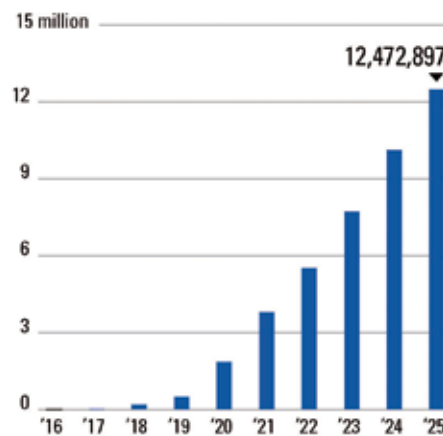
**Mittelfristig** -> Umstellung der 12/24-V-Verbraucher mit erhöhtem Leistungsbedarf:

- Elektrische Lenkung ( 1 kW )
- Wankstabilisierung ( 3 kW )
- Motorkühlerlüfter ( 1,5 kW )
- Licht ( exterieur )

## STELLAR GROWTH SEEN FOR 48-VOLT, MILD HYBRIDS

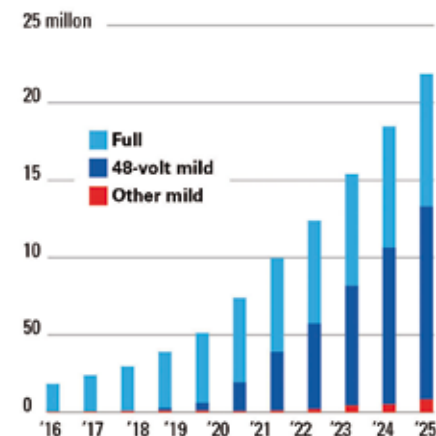
By 2025, more than half of all hybrids will be 48-volt, mild hybrids. And 95% of all mild hybrids will be 48-volt.

Worldwide 48-volt, Mild Hybrid Production Volumes



Source: IHS-April 2016

Total Worldwide Hybrid Production Volumes



Source: IHS-April 2016

Grafik: Delphi



## Grenzwerte für CO<sub>2</sub>-Ausstoß in Fahrzeugflotten der Hersteller

### Europa (NEDC):

- 2015: 130 g/km
- 2021: 95 g/km (Diesel: 3,6l/100km, Otto: 4,1l/100km)
- 2025: 75 g/km (Prognose)
- Strafe bei Überschreitung ab 2019: 95 Euro pro g/km

### USA (Greenhouse-Gas):

- 2016: 156 g/km
- 2025: 102 g/km
- Strafe bei Überschreitung: Zulassungsverbot

### Japan (JC08):

- 2015: 146 g/km
- 2020: 117 g/km (Prognose)

### China (NEDC):

- 2016: 164 g/km (in Diskussion)
- 2020: 119 g/km (in Diskussion)

Langfristig -> Umstellung aller 12-V-Anwendungen auf das neue Spannungslevel, u.a. Heckscheibenheizung

Diese elektrischen Verbraucher lassen sich verschleißfrei ein- und ausschalten, so dass sie nur dann Energie aufnehmen, wenn sie tatsächlich benötigt werden. Kommt eine bedarfsgerechte Regelung hinzu, reduziert sich der CO<sub>2</sub>-Ausstoß dadurch um rund 10 Prozent. Die Entwicklung der Hochvolt-Bordnetzspannung schreitet weiter voran, bereits in absehbarer Zeit ist Spannungen über 800 V für Schnellladesysteme zu rechnen. Diese können in einer halben Stunde genug Energie aufnehmen für ca. 400 km rein elektrisches Fahren. Durch das 48-V-Netz, die Hybrid-Technologie und einige andere Maßnahmen, wie beispielsweise Leichtbauweise, können Hersteller den Kraftstoffverbrauch ihrer Fahrzeugflotte um bis zu 25 Prozent senken, so die Prognose eines Tier1.

.....  
*Technologietreiber*  
 .....

Tier-1- und Tier-2-Zulieferer werden damit zu Leitentwicklern vieler neuer Technologien und Systeme. Vor allem die Hersteller in Deutschland haben sich hier bereits eine Vorreiterrolle erarbeitet, etwa Bosch mit den verschiedensten Motortypen, Brose als globaler Marktführer bei Motoren-Applikationen für Power-Fensterheber oder Motoren für Sitz-Verstellsysteme oder ebm-papst als Spezialist für Lüftermotoren. Auch Hersteller aus Asien bieten zahlreiche Innovationen: Der Motorenhersteller Nidec hat unter anderem elektrische Lenkungsantriebe oder Applikationen für Kühlgebläse bis 750 W entwickelt. Denso führt eine breite Palette an effizienten Technologien, Systemen und Komponenten für die Automobilindustrie. Das US-Unternehmen Johnson Electric zählt zu den weltweit füh-

renden Anbietern von Schrittmotoren in Scheinwerfern sowie Motoren für Kühlgebläse und Klimaanlage.

Die Einführung einer zusätzlichen Spannungsebene im Automobil bietet vielversprechende Vorteile im Vergleich zu Hochvolt-Hybrid-Fahrzeugen: Einerseits lassen sich attraktive CO<sub>2</sub>-Reduzierungen bei vertretbaren Kosten erzielen, andererseits können Funktionen realisiert werden, die unter den gegenwärtigen 12-V-Bedingungen technisch nur schwer darzustellen sind. Dazu gehören elektrische Turbolader, Klimakompressoren und diverse Pumpen, die unabhängig von der Motordrehzahl betrieben werden. Somit können Lasten im Rahmen der jeweiligen Fahrzustände effizient gesteuert bzw. ein- und ausgeschaltet werden.

Die 48-V-Spannungsebene ist hinsichtlich der Integration in den Antriebsstrang einfacher zu realisieren als bei Hochvolt-Hybriden, da bestehende Antriebsstrangkonzepete im Wesentlichen beibehalten werden können. Daher ist von kürzeren Entwicklungszeiten auszugehen. Im Rahmen der Implementierung betreiben die Automobilhersteller gemeinsam mit den Zulieferern derzeit die Komponenten- und Systementwicklung sowie Systemintegration und Validation. Entscheidend ist dabei aber stets die Optimierung des Gesamtsystems. Sie erfordert eine enge Abstimmung und Zusammenarbeit zwischen allen beteiligten Lieferanten und Partnern. Zulieferer treiben mit Partnern wie der „Rutronik Automotive Business Unit“ die Entwicklung hierzu voran. ■

Anzeige

**OMRON**

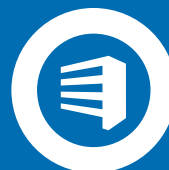
## Relays and Sensors for Every Need



DC Power Relays



HVC Human Sensors



Visit us at  
 Electronica 2016  
 November 8<sup>th</sup> - 11<sup>th</sup>  
 Mess Munich

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

# e kompakt

## Ultrakondensatoren mit höherer Lebensdauer



Eine neue Verschlusstechnik zeichnet die XP-Serie an Ultrakondensatoren von **Nesscap Energy** aus. Das gewährleistet eine verbesserte Dichtigkeit und vermindert so bei hoher Umgebungsfeuchtigkeit einen negativen Effekt auf der Leiterplatte. Intensive Tests (biased humidity test) haben eine höhere Lebensdauer bei starker Umgebungsfeuchtigkeit nachgewiesen. Die XP-Serie deckt den Kapazitätsbereich zwischen 3 F und 50 F ab und erfüllt die Standards nach RoHS, UL sowie REACH.

Ansprechpartner & Kontakt Rutronik: Denis Bittigkoffer  
Senior Marketing Manager Film, Tantalum, Electrolytic & Electric Double-Layer Capacitors, Phone: +49 7231 801 1418  
Denis.Bittigkoffer@rutronik.com

## Schneller zur ARM-Entwicklung



Die neuen ARM-basierten Starter-Kits mit NXP- und TI-Prozessoren von **Advantech** bieten eine schnelle Möglichkeit, ohne Umwege Evaluierungs- und Entwicklungsmaßnahmen

für ARM-Plattformen durchzuführen. Ihre Einrichtung beansprucht lediglich zehn Minuten. Die ARM-Starter-Kits umfassen alle wichtigen Elemente, wie z.B. Mainboards mit CPU-Kabeln, Adapterkarten, LCD-Panel und Stromadapter. Dank Supportservice profitieren ARM-Nutzer von einem leichten Einstieg und einer Unterstützung beim Betrieb und bei der Entwicklung. Mit dem integrierten Betriebssystem-Image in Linux können Anwender sofort ihre Evaluierungsarbeit aufnehmen. Andere Betriebssysteme wie Android, Yocto Linux und Ubuntu stehen ebenfalls für verschiedene Anwendungen zur Verfügung, sie sind für den Online-Download verifiziert. Ihre Quellcodes sind für die Anwender offen zugänglich. Sämtliche Add-on-Softwareangebote sind vollständig verifiziert und kostenlos.

Ansprechpartner & Kontakt Rutronik: Tobias Zilly,  
Product Sales Manager Embedded Boards & Systems,  
Phone: +49 7231 801 1774, Tobias.Zilly@rutronik.com

## Dauerfeste Aluminium-Elkos

Die neuen Aluminiumelektrolytkondensatoren der V-FT-Serie von **Panasonic** verfügen bei Temperaturen von bis zu +105°C über eine Lebensdauer von bis zu 5000 Stunden. Zudem bieten sie eine hohe Kapazität von bis zu 2200 µF sowie über ESR-Werte, die bis zu 60% unterhalb derer herkömmlicher Produkte liegen.



Die Größe der Bauelemente ist von G auf F verkleinert. Sie haben eine Betriebstemperatur von -55°C bis +105°C, eine Nennspannung von 6,3 bis 50 VDC, eine Kapazitätstoleranz

von ±20% (120 Hz / +20 °C) sowie einen Ableitstrom von ≤0,01 CV nach zwei Minuten. Die V-FT-Serie ist RoHS-konform und entspricht AEC-Q200. Damit eignet sie sich ideal für Anwendungen mit niedrigen ESR-Werten, wie Fahrassistenzsysteme, Zentralelektrik und LED-Beleuchtung.

Ansprechpartner & Kontakt Rutronik: Simon Wachsmann  
Product Sales Manager Electrolytic Capacitor/Polymer Capacitor, Phone: +49 7231 801 1449  
Simon.Wachsmann@rutronik.com

## Chip-Kondensatoren für Automotive



Die neue TCQ-Serie an „Conductive Polymer“-Chip-Kondensatoren von **AVX** ist AEC-Q200-qualifiziert und erfüllt damit den anspruchsvollen 125°C-Lebensdauer-Stabilitäts- und Feuchtigkeits-Bias-Test bei 85°C und 85% relativer Luftfeuchtigkeit für bis zu 1000 Stunden. Der Spannungsbereich erstreckt sich von 4 V bis 35 V, der Kapazitätsbereich von 4,7 µF bis 220 µF bei einer Kapazitätstoleranz von ±20%. Die Kondensatoren decken den Betriebstemperaturbereich von -55°C bis +125°C ab und können bis zu 90% ihrer Nennspannung betrieben werden. Die TCQ-Serie ist in den Größen 1210 (EIA Metric 3528-21), 2917 (EIA Metric 7343-31) und 2917 (EIA Metric 7343-20) erhältlich. Sie ist bleifrei und RoHS-konform. Damit eignet sich die Serie auch für anspruchsvolle Automobilanwendungen.

Ansprechpartner & Kontakt Rutronik:  
Kai-Philipp Jonas, Product Sales Manager Tantalum Capacitors / Polymer Capacitors, Phone: +49 7231 801 1402  
Kai-Philipp.Jonas@rutronik.com

## Displays mit kurzer Time-to-Market

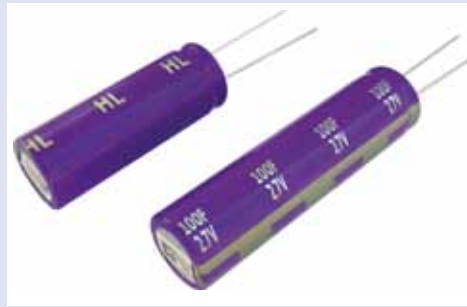


Die NUCLEUS-Entwicklungsplattform verkürzt die Time-to-Market und reduziert die Entwicklungskosten erheblich. Sie umfasst ein Color-TFT-LCD in Größen zwischen 2,4" und 4,3", einen Microchip-PIC24- oder -PIC32-Mikrocontroller, einen externen Flash mit 2 MB und externes SRAM mit 512 KB sowie USB 5V Power & Data und einen Microchip ICSP Port. Für die TFT-Treiber-ICs stehen Initialisierungs- und Beispielcode zur Verfügung. Hinzu kommen Referenzdesigns und Schaltpläne. Die Microchip Graphics Library und Beispiel-Software ermöglichen ein schnelles GUI Design. Die Add-ons beinhalten drahtlose Netze (WiFi und Bluetooth, 2,4 GHz und 915 MHz), externe Sensoren via A/D, SPI und I<sup>2</sup>C, Fullspeed-USB sowie UART, SPI, I<sup>2</sup>C, parallel, außerdem kapazitiven Touch und einen Näherungssensor/ Proximity Sensing.

Ansprechpartner & Kontakt Rutronik: Nikolai Schnarz  
Product Sales Manager OLED, LCD, Professional Monitors  
Applications, Phone: +49 7231 801 1427  
Nikolai.Schnarz@rutronik.com

## Langlebige Gold Capacitors

Die neuen Doppelschichtkondensatoren (EDLCs) „Gold Capacitors“ aus **Panasonics'** neuer HL-Serie bieten einen niedrigen Widerstand und eine garantiert lange Lebensdauer von bis zu 2000 Stunden über einen Temperaturbereich von -40°C bis +65°C. Die radialen Blei-Wickelkondensatoren haben im Vergleich zu Aluminiumelektrolytkondensatoren eine



bessere Kapazität (bis zu 1000 Mal höher) sowie im Vergleich zu Sekundärbatterien eine überragende Lade- und Entladeleistung. Dank ihrer schnellen Lade- und Entladezyklen (über 100.000 Mal) sowie ihrer Alterungsbeständigkeit eignen sich die EDLCs der HL-Serie besonders für Anwendungen wie Reservestromversorgung für Server und Speichergeräte, mit Solarstrom angetriebene Produkte sowie Fahrassistenzsysteme für Motoren und Stellantriebe.

Ansprechpartner & Kontakt Rutronik: Simon Wachsmann  
Product Sales Manager Electrolytic Capacitor/Polymer Capacitor, Phone: +49 7231 801 1449  
Simon.Wachsmann@rutronik.com

## Kondensatoren für hohe Rippleströme

Um den Marktanforderungen nach höheren zulässigen Rippleströmen gerecht zu werden, hat **Panasonic** sein Portfolio um zwei neue Serien an Alu-Elkos erweitert: Als Weiterentwicklung der V-TP Serie bieten die Serien V-TC und V-TCU die 1,2-fache bzw. 1,5-fache Ripplestromfestigkeit bei 125°C. Die V-TC Serie mit 300 mA hat die Baugröße D8, und bis zu



750 mA die Baugröße G. Die V-TCU Serie mit 400 mA kommt in Baugröße F und bis 750 mA in Baugröße G. Letztere weist bei einer Reduzierung der Abmessungen um einen Baugrößenschritt (von G auf F bzw. F auf D8) 1,2- bis 2,2-fach höhere Kapazitätswerte (220 µF bis 680 µF) auf. Der Platzbedarf der oberflächenmontierbaren Becherkondensatoren reicht von 6,3 x 7,7 mm bis 10 x 10,2 mm, die Lebensdauer von 2000 Stunden bei kleineren Baugrößen bis hin zu 3000 Stunden bei größeren Baugrößen.

Ansprechpartner & Kontakt Rutronik: Simon Wachsmann  
Product Sales Manager Electrolytic Capacitor/Polymer Capacitor, Phone: +49 7231 801 1449  
Simon.Wachsmann@rutronik.com

Anzeige



## Kommunikation die sich rechnet Communication that pays off

agentur  
lorenzoni

public relations

- Kundennähe garantiert individuelle und effiziente PR-Maßnahmen
- Technisches Verständnis für passgenaue Texte
- Maximale Ergebnisse mit minimaler Bürokratie
- Customer focus guarantees customised and efficient PR measures
- Technical know-how for texts precisely adapted to key target media
- Maximum results with minimal bureaucracy

Inhabergeführte Full-Service PR-Agentur für Elektronik/Embedded, Green Energy, ITK und Lifestyle  
Owner-operated full-service PR agency for electronics and embedded technology, green energy, ITC and lifestyle

Agentur Lorenzoni GmbH Tel +49 8122 55 91 70 pr@lorenzoni.de

www.lorenzoni.de

## Bahn-tauglicher 20W-DC/DC-Wandler



RECOMs RP20-FR-Serie an isolierten 20-W-DC/DC-Wandlern bieten einen weiten 4:1-Eingangsspannungsbereich (9-36 V, 18-75 V, 43-160 V). Damit decken die kompakten 2"x1"-Module alle in der Norm ausgewiesenen Batterie-Boardnetze inklusive des geforderten  $\pm 40\%$ -Toleranzbereichs ab. Neben den Varianten mit 3,3 V, 5 V, 12 V und 15 V Single-Ausgang sind auch Dual-Varianten mit  $\pm 12$  V und  $\pm 15$  V verfügbar. Die Control-Pin-Logik ist positiv oder negativ wählbar. RECOMs DC/DC-Wandler haben einen Wirkungsgrad von 89% und einen weiten Tx-Arbeitstemperaturbereich von  $-40^\circ\text{C}$  bis  $+85^\circ\text{C}$  (-HC Version). Standardmäßig erfolgt die Kühlung durch natürliche Konvektion. Wenn es die Applikation erfordert, können die Wandler auch mit vormontiertem Kühlkörper geliefert werden. Die RP20-FR-Serie ist speziell für Anwendungen in der Bahntechnik entwickelt, eignet sich jedoch auch ideal für den Einsatz in Industrie und Telekommunikation. Sie ist sowohl EN50155- inklusive EN50121-1-3-2- und EN61373-zugelassen als auch UL/cUL-60950-1 zertifiziert.

Ansprechpartner & Kontakt Rutronik: Andreas Glaser  
Produktbereichsleiter Power Semiconductors  
Phone: +49 7231 801 1534, [Andreas.Glaser@rutronik.com](mailto:Andreas.Glaser@rutronik.com)

## Kleinste Automotive-taugliche LDO-Regler

ROHM präsentiert zwei neue LDO-Reglerfamilien: Die Serie BUxxJA2MNVX-C mit den weltweit kleinsten Automotive-tauglichen LDO-Reglern und die Serie BD7xxLx mit beispiellos niedrigem Ruhestrom von 6  $\mu\text{A}$ . Letztere ist für Anwendungen optimiert, die dauerhaft an das Bordnetz angeschlossen sind und daher extrem geringe Ruhestromaufnahmen benötigen. Dank des großen Versorgungsspannungsbereichs bis max. 50 V und des weiten

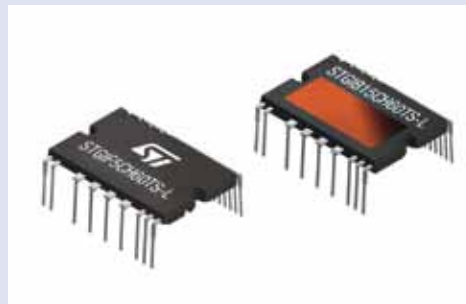
Betriebstemperaturbereichs von  $-40^\circ\text{C}$  bis  $+125^\circ\text{C}$  ist die BD7xxLx optimal für Body-, Antriebsstrang- und Infotainment-Systeme im Auto. Ihr optimiertes Design gewährleistet mit einer Kapazität von nur 1-10  $\mu\text{F}$  eine stabile, schwankungsfreie Ausgangsspannung und be-



steht aus acht Typen mit Ausgangsspannungsoptionen von 3,3 V bis 5 V, Ausgangsströmen von 200 mA bis 500 mA sowie drei Standard-Gehäusetypen (TO-252-3, SOT223-4F und HSOP-J8). Durch den Wegfall größerer externer Kondensatoren reduzieren sich Leiterplattenfläche und Kosten.

Ansprechpartner & Kontakt Rutronik:  
Axel Stangl, Product Sales Manager  
Phone: +49 7231 801 1283, [Axel.Stangl@rutronik.com](mailto:Axel.Stangl@rutronik.com)

## Power Module mit mehr Leistung



Die zweite Generation an intelligenten Power-Modulen der SLLIMM™- und SLLIMM™-nano-Serie von STMicroelectronics bietet mehr Leistung und neue Gehäuseoptionen. Sie integriert mehrere Komponenten, darunter die aktuellsten Gatetreiber- und IGBT-Technologien von ST. Die neuen SLLIMM™-Power-Module haben eine Durchbruchspannung von 600 V. Sie eignen sich für alle Motoren mit einem Leistungsbereich von bis zu 200 W (SLLIMM™-nano) bzw. bis zu 3 kW (SLLIMM™) und einer Schaltfrequenz von bis zu 20 kHz, wie z.B. Kompressoren, Pumpen und Lüfter. Die Isolationsspannung beträgt mind. 1.500V rms. Dank TFS-Technologie haben die Power-Module einen niedrigeren VCE(sat)-Wert von 1,65 V. Sie kommen mit integriertem Operationsverstärker und Komparator, intelligenter Shutdown-

Funktion und NTC-Widerstand zur Temperaturüberwachung. Zur schnellen Evaluierung stehen mehrere STEVAL-IPM-Boards zur Verfügung.

Ansprechpartner & Kontakt Rutronik: Stefan Louis  
Product Sales Manager Power Semiconductors,  
Phone: +49 7231 801 4542, [Stefan.Louis@rutronik.com](mailto:Stefan.Louis@rutronik.com)

## Sichere BLE-Anwendungen

Das neue Bluetooth-v4.2-qualifizierte Single-Mode-Modul „BlueMod+S42“ von Telit basiert auf dem nRF52-Chip von Nordic Semiconductor und ist für eine Vielzahl von Anwendungen einsetzbar: von einfachen Kabelersatzanwendungen bis hin zu komplexen Mesh-Lösungen. Mit Bluetooth v4.2 hat die Bluetooth SIG wichtige Features spezifiziert, die Bluetooth-Low-Energy-Anwendungen schneller und sicherer machen. Dank des „BlueMod+S42“ lässt sich die neueste BLE-Technologie schnell und einfach in ein Kundensystem integrieren. Das Modul unterstützt sowohl Central- als auch Peripheral-Anwendungen. Als Central steht ein GATT-Server mit bis zu drei Verbindungen zur Verfügung, parallel dazu kann eine Peripheral-Terminal-I/O-Verbindung zur einfachen und leistungsfähigen Verbindung zu einem Smartphone oder Tablet genutzt werden. Das Modul ist mit 17 x 10 x 2,6 mm sehr klein, mit einem



AAT Command Interface ausgestattet und CE-, FCC-, IC- und KCC-zertifiziert. Für Android und iOS stehen Apps und Demo Source Code zur Verfügung. Ein Evaluation Kit ist verfügbar.

Ansprechpartner & Kontakt Rutronik:  
Daniel Barth, Senior Marketing Manager Wireless  
Phone: +49 7231 801 1491, [Daniel.Barth@rutronik.com](mailto:Daniel.Barth@rutronik.com)

## Bluetooth Smart ICs mit niedrigem Stromverbrauch

Toshibas neue Bluetooth Low Energy v4.1 ICs TC35678FSG, TC35678FXG und TC35679FSG bieten dank hocheffizientem DC/DC-Wandler



und stromsparender Schaltkreise den geringsten Stromverbrauch ihrer Klasse. Bei 3 V am Eingang erreicht der Spitzenstromverbrauch nur 3,6 mA im Übertragungsmodus und 3,3 mA im Empfangsmodus. Im Deep-Sleep-Modus sind es nur 100 nA. Der TC35678FXG und TC35678FSG enthalten 256 KB Flash ROM zum Speichern von Anwenderprogrammen und Daten im eigenständigen Betrieb ohne zusätzliche Host MCU. Das Flash ROM erübrigt externes EEPROM und senkt Kosten und Platzbedarf auf der Leiterplatte. Der TC35678FXG ist eine neu verpackte Version des TC35678FSG im QFN60-Gehäuse, bei dem

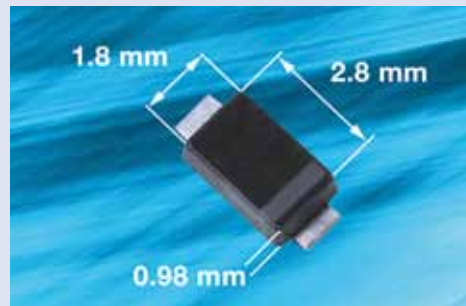


die Zahl der universellen I/Os von 16 auf 32 erhöht wurde. Der TC35679FSG hat kein integriertes Flash ROM, kann somit noch stromsparender betrieben werden und ermöglicht lange Laufzeiten für Anwendungen, die mit Knopfzellen arbeiten. Diese ICs sind ideal für Bluetooth-Smart-Geräte wie Wearables, medizinische Geräte, Smartphone-Zubehör oder Fernsteuerungen.

Ansprechpartner & Kontakt Rutronik:  
Anja Schaal, Product Sales Manager  
Phone: +49 7231 801 1471  
Anja.Schaal@rutronik.com

## TVS-Dioden mit 400 W Pulsbelastbarkeit

Die VTVSxxASMF-Dioden von Vishay sind die weltweit ersten TVS-Dioden mit 2% Durchbruchspannungstoleranz. Sie kommen im kompakten SMF-Gehäuse und haben eine Pulsbelastbarkeit von 400 W bei 10/1000 µs und eine Stoßstrombelastbarkeit von 2,9 A bis 20,3 A. Mit Abmessungen von 1,8 x 2,8 x 0,98 mm sind sie extrem klein und flach. Sie verfügen über



hervorragende Klemmeigenschaften und Klemmspannungen von 14,8 V bis 103,5 V sowie eine ESD-Festigkeit von ±30 kV (Luft- und Kontaktentladung) nach IEC 61000-4-2. Die TVS-Dioden bestehen bei Löttemperaturen bis 260°C / 10 s und im Betriebstemperaturbereich von -55°C bis +175°C. Damit eignen sie sich für den Einsatz in Laptops, Notebooks, Tablets, Smartphones und externen Festplatten.

Ansprechpartner & Kontakt Rutronik:  
Bichvan Tang, Product Sales Manager  
Phone: +49 7231 801 4541  
Bichvan.Tang@rutronik.com

## Kleine und zuverlässige MOSFETs

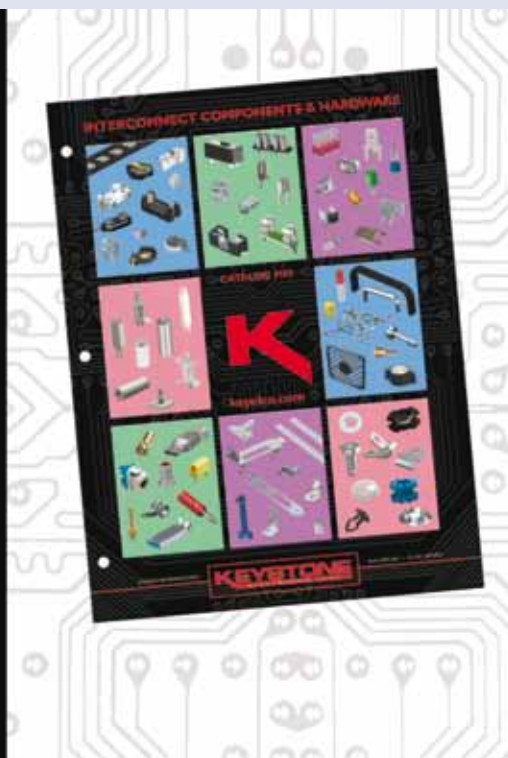


Mit den neuen 600-V- und 650-V-MOSFETs der E-Serie bietet Vishay drei neue n-Kanal-Typen im kompakten PowerPAK®-SO-8L-Gehäuse. Die 600-V-Typen „Vishay Silicon SiHJ8N60E“ und die 650-V-Typen SiHJ6N65E und SiHJ7N65E benötigen mit nur 5 x 6 mm lediglich halb so viel Leiterplattenfläche wie MOSFETs im TO-252-(DPAK-)Gehäuse. Verglichen mit MOSFETs im Leadless-DFN-Gehäuse erhöht das PowerPAK-SO-8L-Gehäuse mit Gullwing-Anschlüssen die Zuverlässigkeit von Baugruppen, die während ihrer Lebensdauer starken Temperaturschwankungen ausgesetzt sind. Die neuen MOSFETs bieten sehr kleine On-Widerstände ab 0,52 Ω bei 10 V, eine ultra-geringe Gate-Ladung ab 17 nC und ein kleines Gate-Ladung-mal-On-Widerstand-Produkt.

Ansprechpartner & Kontakt Rutronik:  
Manuel Gauß, Linemanager  
Phone: +49 7231 801 1284  
Manuel.Gauss@rutronik.com

Anzeige

**THINK**  
INTERCONNECT COMPONENTS  
& HARDWARE



IT'S WHAT'S ON THE INSIDE THAT COUNTS  
**KEYSTONE**  
ELECTRONICS CORP.

European Headquarters:  
www.keyelco.com • 33 (1) 46 36 82 49 • 33 (1) 46 36 81 57



## Impressum

### Redaktion:

Janina Weber – Rutronik Pressereferentin -(Redaktionsleitung, verantwortlich für den Inhalt), Tel. +49 (0)7231 801 1679  
 Ralph Kühn – Rutronik Journalist, Tel. +49(0)7231 801 1447  
 Frank Klemmer – Rutronik Leiter Marketing-Kommunikation, Tel. +49 (0)7231 801 4440  
 Andreas Mangler – Rutronik Director Strategic Marketing & Communications, Tel. +49 (0)7231 801 0  
 Markus Krieg – Rutronik Geschäftsführer Marketing, Tel. +49 (0)7231 801 0  
 Christine Schulze – Agentur Lorenzoni GmbH, Tel. +49 (0)8122 55917 14  
 Beate Lorenzoni – Agentur Lorenzoni GmbH, Tel. +49 (0)8122 55917 22  
 Antonia Markiewitz – Agentur Lorenzoni GmbH, Tel. +49 (0)8122 55917 16  
 Sabrina Linseisen – Agentur Lorenzoni GmbH, Tel. +49 (0)8122 55917 11

**Anzeigenleitung:** Lydia Werle – Rutronik Koordination Media, Tel. +49 (0)7231 801 1628

**Layout & Design:** Dieter Grahner, Markt&Technik; Alexander Zach, Markt&Technik

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

**Herausgeber & Anschrift:** Rutronik Elektronische Bauelemente GmbH,  
 Industriestr. 2, 75228 Ispringen, Tel. +49 (0)7231 8010, Fax +49 (0)7231 82282

**Urheberrecht:** Alle in »Rutroniker, powered by Markt&Technik« erschienenen Beiträge sind urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte, auch Übersetzungen, vorbehalten. Reproduktionen, gleich welcher Art, ob Fotokopie, Mikrofilm oder Erfassung in Datenverarbeitungsanlagen, nur mit schriftlicher Genehmigung des Verlages und des Herausgebers. Aus der Veröffentlichung kann nicht geschlossen werden, dass die beschriebene Lösung oder verwendete Bezeichnung frei von gewerblichen Schutzrechten sind.

**Haftung:** Für den Fall, dass in »Rutroniker, powered by Markt&Technik« unzutreffende Informationen enthalten sein sollten, kommt eine Haftung nur bei grober Fahrlässigkeit des Verlages oder seiner Mitarbeiter und des Herausgebers in Betracht.

**Auflage:** 37.000

### Besonderer Dank:

Prof. Dr.-Ing. Olfa Kanoun, Technische Universität Chemnitz  
 Prof. Dr.-Ing. Lutz Zacharias, Westsächsische Hochschule Zwickau  
 Jan-Erik Kunze, IK Elektronik  
 Christine Schulze – Agentur Lorenzoni  
 Dieter Grahner – Markt&Technik  
 Christian Stadler – Markt&Technik

## Inserenten

	Seite		Seite
Alliance Memory .....	65	Omron .....	85
Amphenol FCI .....	3	OSRAM .....	91
C&K Components .....	24	Panasonic .....	39
Coto Technology .....	23	Panjit Europe .....	47
Diodes .....	75	RECOM .....	81
F&S Elektronik Systeme .....	62	Renesas .....	35
Fujitsu .....	59	ROHM Semiconductor .....	7
Infineon .....	2	Rutronik Elektronische Bauelemente .....	34, 92
Intel .....	61	Samsung Electro-Mechanics .....	19
JAE .....	21	Schurter Electronic Components .....	13
Keystone .....	89	SEGGER .....	11
KOA Europe .....	9	STMicroelectronics .....	15
Lorenzoni .....	87	Swissbit .....	51
Lumberg .....	5	Telit .....	41
Microchip .....	80	Toshiba .....	73
Micronas .....	29	Transcend .....	33
Molex .....	25	Vishay .....	27
Murata .....	69	Vitrohm .....	77
Nesscap .....	37	Yageo .....	83
Nordic Semiconductor .....	63		



Light is more

Lifting General Lighting to a new level of variety

Benefit from the world's largest product range of innovative LED components for general lighting. SMD, COB and CAS type, Low, Mid, High and Ultra High Power, white and colored LEDs, in various sizes and color rendering classes – choose exactly the components you need from our DURIS®, OSOLON® and SOLERIQ® product families.

Light is OSRAM

**OSRAM**  
Opto Semiconductors

# Five Good Reasons



**1. Personal support**  
All clear.



**2. Catalog**  
All roads lead to us.



**3. Procurement**  
Everything at a glance.



**4. Mass quotation**  
Everything in just a few seconds.



**5. PCN**  
Everything from a single source.

## e-commerce made easy

Rutronik Elektronische Bauelemente GmbH  
Industriestrasse 2 | D-75228 Ispringen  
Phone: +49 (0) 72 31 801-0 | Fax: +49 (0) 72 31 822-82  
Email: [rutronik@rutronik.com](mailto:rutronik@rutronik.com) | [www.rutronik.com](http://www.rutronik.com)

**Small Volume Storage**  
**AVAILABLE SOON**