

Powered by

# Markt & Technik

DIE UNABHÄNGIGE WOCHENZEITUNG FÜR ELEKTRONIK

- Halbleitertechnik
- IT Electronics
- Passive & elektromechanische Komponenten
- Embedded & Wireless
- Automotive
- Rutronik Excellence



# RUTRONIKER



# Empowering wireless innovation



Fast, efficient, easy-to-implement,  
ultra-low-power wireless IoT solutions



LEARN MORE  
[nordicsemi.com](http://nordicsemi.com)





Andreas  
Mangler

## Smarte Supply-Chains

**M**it Entwicklungen rund um die Smart Factory bewegen wir uns in Zeiten von volatilen Lieferketten und der permanenten Notwendigkeit, den Markt und Entwicklungen zu beobachten und daran auszurichten bzw. zu adaptieren. Monitoring, Forecasting und KI-basierte Lösungen in der Planung sind das Gebot der Stunde. Eine entscheidende Rolle spielt dabei zunehmend Edge-Computing. Ziel ist es, durch Echtzeitkommunikation mit der Automatisierungstechnik das Latenzproblem klassischer Cloud-Anwendungen zu umgehen. Dabei sind einige elektronische Bauelemente besonders wichtig:

- Edge-Geräte wie Computer oder Mikrocontroller, die direkt in der Produktionsumgebung platziert sind und von Sensoren, Maschinen und Anlagen Daten sammeln, verarbeiten und an übergeordnete Systeme weiterleiten.
- Sensoren zur permanenten Überwachung von z. B. Temperatur, Druck, Vibration und Feuchtigkeit.
- Kommunikationsmodule, damit Edge-Geräte mit anderen Systemen kommunizieren können. Damit verbunden ist, dass auch robuste Kommunikationsmodule wie WLAN, Bluetooth oder 5G verfügbar sind.
- Security-Chips, da Edge-Geräte anfällig für Cyberangriffe sind und Verschlüsselung und Integrität der Systeme daher unerlässlich sind.

Edge Computing gilt als Schlüssel bei der erfolgreichen Umsetzung von Industrie 4.0 und Smart-Factory-Konzepten. Lesen Sie in dieser Ausgabe in vielen Fachbeiträgen über all unsere Rubriken hinweg mehr hierüber und lassen Sie sich dabei gerne auch durch unsere Future-Market-Marker aller Beiträge leiten, u. a. zu IIoT & Internet of Everything, Future Mobility und Advanced Materials.

Im diesjährigen CEO-Interview mit Thomas Rudel ab Seite 16 lesen Sie über die aktuelle Situation auf dem Elektronikmarkt und wie es dabei speziell um den Mittelstand bestellt ist: Wie stellt sich Rutronik gerade auch in den aktuell unsicheren Zeiten zukunftssicher auf? Und warum hängen die Fußball-Weltmeisterschaft 1974 wie auch die diesjährige EURO 2024 mit dem Wandel von Rutronik zusammen? Antworten auf Fragen wie diese finden Sie im Interview. Nur eines sei dabei bereits verraten: Ein wichtiger Baustein ist die strategische Positionierung von Rutronik als Broadline-Distributor und Systemanbieter.

Systemanbieter zu sein heißt, die Kunden in ihrer Vorentwicklung als wichtiger Partner und Berater zu unterstützen. Diese Aktivitäten bündeln wir unter dem Dach der Rutronik System Solutions. Ich freue mich dabei ganz besonders, im diesjährigen Rutroniker erstmalig Customer-Success-Beiträge ankündigen zu dürfen. Mit dem Base Board RDK4 für Automotive-Anwendungen danken wir Minebea für den Einblick in ihr Projekt (S. 35) und unserem Kunden Codium Electronique für die Hintergründe zum Einsatz von Echtzeitkinematik (Real-Time-Kinematic, RTK) mit unserem erst in diesem Jahr auf den Markt gebrachten Adapter Board RAB4 für RTK bei der Entwicklung ihrer Lösungen (S. 73).

Was uns als Geschäftspartner außerdem auszeichnet, ist die Expertise in Sachen Forecast- und Supply-Chain-Management. Ab Seite 55 erfahren Sie noch mehr über die aktuelle Marktsituation, die Elektronik-Supply-Chain und wie Rutronik hierbei mit dem Team um Patrick Krätz, Head of Supply Chain Management bei Rutronik, aufgestellt ist.

Im Namen des gesamten Rutronik-Teams wünsche ich Ihnen eine spannende Lektüre mit wertvollen Impulsen und Anregungen für Ihre Arbeit!

Ihr Andreas Mangler  
Director Strategic Marketing und Prokurist bei Rutronik

## DESIGNING WITH HIGH-PERFORMANCE CONNECTIVITY

Discover our versatile range of busbar, connector and cable solutions!



*creating  
connections  
for life*



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

## ● HALBLEITER

Kamera- und Display-Schnittstellen in Automobilanwendungen: Für eine nahtlose Konnektivität	5
All-in-One-Sensorplattform zur Kontrolle der Luftqualität in Innenräumen: Neun auf einen Streich	7
Automotive-qualifizierte DFN-Gehäuse: Kompakt, kostengünstig und leistungsstark	9
Wie ProFET Wire Guard das Bordnetz und seine Komponenten schützt: Kurzschluss? Stört nicht weiter.	12
Top-Side-Cooling für bessere Entwärmung von Automotive-MOSFETs: Bessere Kühlleistung bei kompaktem Design	14

## ● RUTRONIK EXCELLENCE



Interview mit dem Rutronik-CEO:  
Rutronik als Pionier, Berater  
und Partner

Integrative Betrachtung von Hardware und Software: Mit vereinten Kräften zu hoch performanten KI-Anwendungen	19
10 Jahre Rutronik Automotive: Starkes Netzwerk und eigene Referenzdesigns	24
RDK4 als Türöffner für Vorentwicklung und Rapid Prototyping in der Automobilindustrie: Präzise Funktionen elektronischer Türgriffe	35
Supply-Chain-Management: Von A wie Allokation bis Z wie Zusammenarbeit	55
Zeitersparnis beim Testen von Echtzeitkinematik mit dem RAB4: Tracking-Lösungen für Bereiche wie Sicherheit und Arbeitsschutz	73

## ● IT ELECTRONICS

Neural-Processing-Units vom Edge-Einsatz bis zum Datacenter: Fit für das KI-Zeitalter	27
Linux-basiertes Betriebssystem für den Kritis-Einsatz von Embedded Devices: Maßgeschneidert und sicher	32

## ● PASSIVE & ELEKTRO-MECHANISCHE BAUELEMENTE

EMI- und ESD-Anforderungen einfach lösen: Praktisches Werkzeug in verschiedenen Formaten	38
Entwicklung eines kundenspezifischen Stecksystems für hohe Ströme: Neuentwicklung in 9 Monaten	40
Temperatursensorik im SMD-Format für die Leistungselektronik: Auf dem Weg zur Standardanschlusstechnologie	44
Ethernet-Transformatoren für Hochleistungsnetze: Für Datenübertragungsraten bis zu 10 Gbit/s	46
Elektromechanische Aktoren erweitern Kommunikationsmöglichkeiten: Für mehr Gefühl zwischen Mensch und Maschine	48
Einsatz von Polymer in Kondensatoren: Die beste Wahl für moderne Elektronik	50

## ● EMBEDDED & WIRELESS

Neuester WLAN-Standard IEEE 802.11be für Anwendungen in Echtzeit: WiFi 7 punktet mit 7 Features	58
5G RedCap – Ideale Kombination aus niedrigen Kosten und verbesserter Effizienz: Mehr als nur ein LTE-4G-Ersatz	61
Präzise Ortung und Hochgeschwindigkeitsübertragung: UWB heute und in Zukunft	64
DECT NR+ – weltweit erster nichtzellulärer 5G-Standard: Das fehlende Puzzleteil im IoT	68

## ● AUTOMOTIVE

Referenzdesigns für On-Board-Charger: Miniaturisierung im Fokus	77
Referenzdesign für Mikromobilität mit 48-V-Traktionsumrichter: Für die Mobilität von morgen	80
Impressum	82
Inserentenverzeichnis	82





Kamera- und Display-Schnittstellen in Automobilanwendungen

# Für eine nahtlose Konnektivität

*FPGA-basierte Interface-Bridges spielen eine entscheidende Rolle in komplexen Automobilanwendungen. Sie bieten Flexibilität, Anpassbarkeit und reibungslose Interoperabilität und ermöglichen so eine durchgängige Konnektivität zwischen verschiedenen Hardware-schnittstellen, auch über große Entfernungen hinweg.*

VON PENG SHI,  
CORPORATE PRODUCT MANAGER DIGITAL  
BEI RUTRONIK

Die zunehmende Verbreitung von Kameras und Displays in modernen Fahrzeugen hat das Fahrerlebnis verändert und fortschrittliche Sicherheitsfunktionen, verbesserte Navigationssysteme und neue Unterhaltungsoptionen ermöglicht (Bild 1). Die steigende Verbreitung dieser Komponenten stellt die Automobilhersteller jedoch vor eine große Aufgabe: die Gewährleistung einer nahtlosen Konnektivität und Interoperabilität zwischen den verschiedenen Systemen. Eine der größten Herausforderungen ist dabei das Management der lokalen Konnektivität im Fahrzeug.

*Schnell, zuverlässig und über größere Entfernungen*

MIPI-Protokolle (Mobile-Industry-Processor-Interface) auf höheren Schichten werden in vielen Fahrzeugen verwendet, um Sensoren und Displays mit Domainsteuergeräten und

anderen Bordcomputern zu verbinden. Um die Kommunikation zwischen Kameras, Displays und anderen Bordsystemen zu ermöglichen, erfolgt die Datenübertragung traditionell über quellensynchrone Schnittstellen wie MIPI D-PHY und MIPI C-PHY. Während diese Schnittstellen für Verbindungen mit kurzer Reichweite effizient sind, stoßen sie bei der Datenübertragung über größere Entfernungen im Fahrzeug an ihre Grenzen.

Zur Lösung dieses Problems haben sich Verkabelungsschnittstellen wie MIPI A-PHY zur Verteilung von Kameras und Displays im Fahrzeug durchgesetzt. A-PHY ist eine asymmetrische Datenverbindung in einer Punkt-zu-Punkt-Topologie, die eine sehr schnelle, unidirektionale Datenübertragung mit eingebetteten bidirektionalen Steuerdaten und optionaler Stromversorgung über ein einziges Kabel ermöglicht.

Mit dem Einsatz von A-PHY profitieren Hersteller von einer effizienten Übertragung über größere Entfernungen – Kabellängen bis zu 15 Metern – sowie einer schnellen, zuverlässigen und effizienten Kommunikation zwischen verschiedenen Komponenten im Fahrzeug. MIPI A-PHY v1.0 unterstützt fünf Geschwindigkeitsstufen (2, 4, 8, 12 und 16 Gbit/s) und bietet damit eine größere Designflexibilität. Die neueste Version MIPI A-PHY v1.1 verdoppelt die gesamte Downlink-Bandbreite von 16 auf 32 Gbit/s durch die Unterstützung von StarQuad(STQ)-Kabeln, die zwei differenzielle Adernpaare in einem einzigen geschirmten Mantel bieten. Dadurch können zwei A-PHY-Ports über ein einziges Kabel bereitgestellt werden, was im Vergleich zur Verwendung von

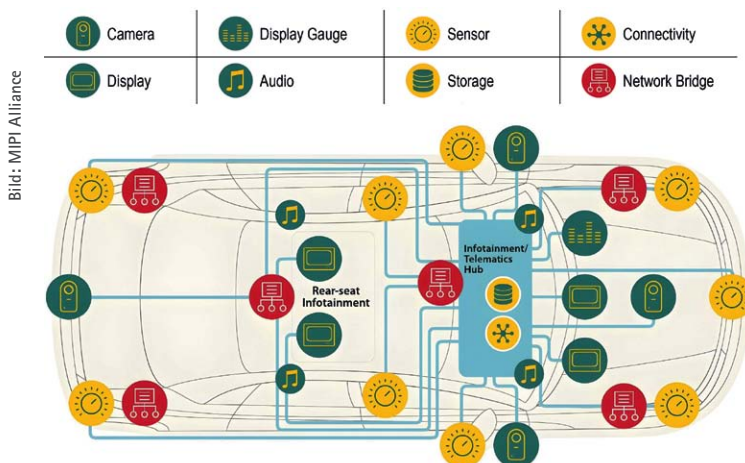


Bild 1: Verteilung von Kameras und Displays in modernen Fahrzeugen



Complements of MIPI Alliance

Bild: MIPI Alliance

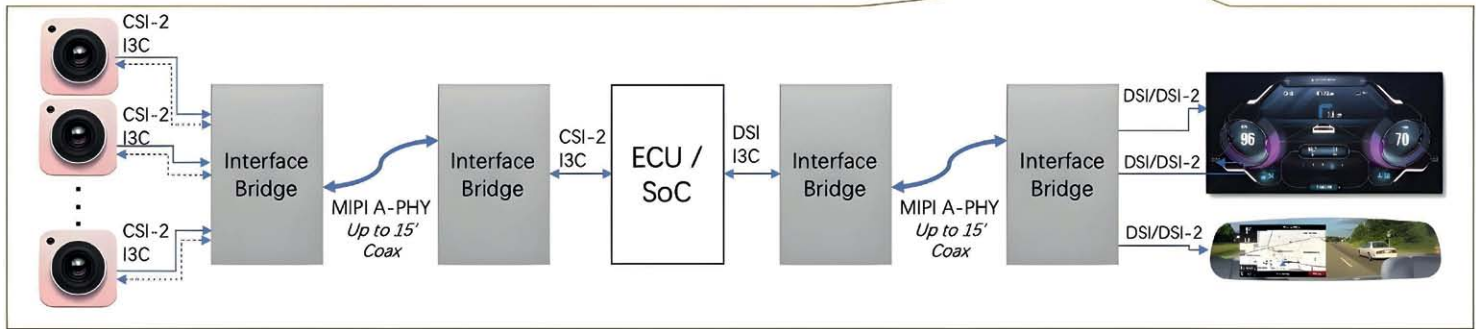


Bild 2: FPGAs können als intelligente Schnittstelle zwischen anderen Komponenten eingesetzt werden, die unterschiedliche Schnittstellenstandards oder -protokolle verwenden.

zwei separaten Koaxialkabeln oder geschirmten Twisted-Pair-Kabeln Kosten, Gewicht und Komplexität spart.

*Brücke zwischen verschiedenen Schnittstellenprotokollen*

Die Einführung von Schnittstellenstandards bringt jedoch eine Reihe von Herausforderungen mit sich. Verschiedene Hersteller verwenden proprietäre Protokolle oder Hardware-Schnittstellen, was zu Kompatibilitätsproblemen und fragmentierten Ökosystemen führt. Um die Einführung von Schnittstellenstandards zu vereinfachen, setzen Automobilhersteller auf programmierbare FPGA-basierte Schnittstellenbrücken.

Diese vielseitigen Komponenten dienen als Brücke zwischen unterschiedlichen Schnittstellenprotokollen und erleichtern die Kompatibilität und Flexibilität innerhalb der Fahrzeugarchitektur. FPGA-basierte Interface-Bridges ermöglichen die Integration mehrerer Geräteschnittstellen und erlauben die Aggregation, Partitionierung, Steuerung und Initia-

lisierung verschiedener Komponenten (Bild 2). Sie bieten erweiterte Funktionen wie Vorverarbeitung und Pufferung für die Echtzeitverarbeitung von z. B. Kamera- und Displaydaten. Die Latenz von FPGAs ist mit <15 ms deutlich geringer als beispielsweise bei SoCs mit ca. 30 ms. Darüber hinaus unterstützen sie Kompressionsverfahren, die eine höhere Auflösung sowie höhere Bild- und Datenraten über die Kabelverbindung ermöglichen. Damit können Automobilhersteller ihren Fahrern und Passagieren ein hochmodernes visuelles Erlebnis bieten, ohne Kompromisse bei Leistung oder Effizienz eingehen zu müssen.

Ein weiteres Beispiel für den Einsatz von Gowin-FPGAs in Automobilanwendungen ist die Steuerung der LED-Hintergrundbeleuchtung für das In-Cockpit-Display. Daraus ergeben sich mehrere wesentliche Vorteile (Bild 3): Sie bieten eine kostengünstige, anpassbare Logik, die ein schnelles Prototyping und eine präzise Steuerung der LED-Helligkeit und -Farbe ermöglicht und so die Lesbarkeit des Displays und den Fahrerkomfort verbessert. Darüber hinaus sind die FPGAs für einen geringen Stromverbrauch ausgelegt, was für die Energieeffizienz

in Fahrzeugen entscheidend ist. Sie erfüllen die strengen Standards der Automobilindustrie hinsichtlich Zuverlässigkeit und Temperaturbeständigkeit. Ihre Integrationsfähigkeiten unterstützen die nahtlose Anbindung an andere Fahrzeugsysteme und die Steuerung und Überwachung auf einem einzigen Chip.

*Fazit*

Durch den Einsatz von FPGA-basierten Schnittstellenbrücken sind Automobilhersteller in der Lage, die Herausforderungen im Zusammenhang mit Kamera- und Display-Schnittstellen zu bewältigen und eine nahtlose Konnektivität und standardisierte Kommunikationsprotokolle in ihren Fahrzeugen zu gewährleisten.

Diese Produkte verbessern nicht nur das Fahrerlebnis, sondern bereiten auch den Weg für Neuerungen in der Automobiltechnologie. Mit der weiteren Entwicklung der Branche werden FPGA-basierte Interface-Bridges eine entscheidende Rolle bei der Gestaltung der Zukunft vernetzter Fahrzeuge spielen.

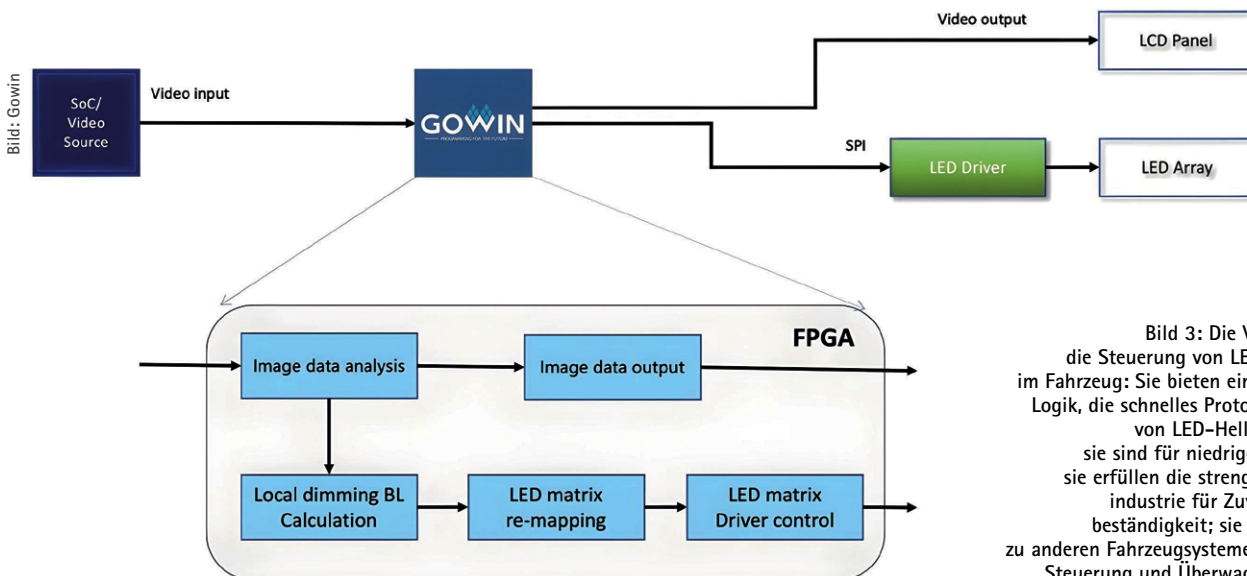


Bild 3: Die Vorteile von Gowin-FPGAs für die Steuerung von LED-Hintergrundbeleuchtungen im Fahrzeug: Sie bieten eine kostengünstige, anpassbare Logik, die schnelles Prototyping und präzise Steuerung von LED-Helligkeit und -Farbe ermöglicht; sie sind für niedrigen Stromverbrauch ausgelegt; sie erfüllen die strengen Standards der Automobilindustrie für Zuverlässigkeit und Temperaturbeständigkeit; sie bieten nahtlose Konnektivität zu anderen Fahrzeugsystemen; und sie bieten umfassende Steuerung und Überwachung in einem einzigen Chip.



All-in-One-Sensorplattform zur Kontrolle der Luftqualität in Innenräumen

# Neun auf einen Streich

*Eine kompakte und leistungsfähige Sensorplattform misst bis zu neun Umweltparameter – darunter Feinstaub, CO<sub>2</sub> oder VOC – und eröffnet Möglichkeiten zur Entwicklung intelligenter Geräte für mehr Energieeffizienz, Komfort und Wohlbefinden.*

VON VIDYA SRIRAM, CORPORATE PRODUCT MANAGER  
ANALOG & SENSORS BEI RUTRONIK,  
UND

ALINA SCHÜTZ, CHANNEL MARKETING MANAGER BEI SENSIRION

Die Umweltbedingungen haben einen großen Einfluss auf unser Wohlbefinden, unseren Komfort und unsere Produktivität. Gerade die Luftqualität spielt eine entscheidende Rolle für die Gesundheit von Menschen und die Umwelt. Feinstaub (PM2.5 und PM10) sowie flüchtige organische Verbindungen (VOCs) können Atemwegserkrankungen verursachen und zu chronischen Herz-Kreislauf-Erkrankungen oder Krebs führen.

Die menschliche Atmung setzt Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) frei und verbraucht gleichzeitig Sauerstoff (O<sub>2</sub>). Unzureichende Belüftung kann zu einer schnellen Anhäufung von CO<sub>2</sub> in bewohnten Räumen führen, die möglicherweise ungesunde Grenzwerte (über 2000 ppm) überschreitet. Die Luftverschmutzung in Innenräumen wird durch mikroskopisch kleine Partikel verschlimmert, die aus dem Freien kommen und von Autos, Industrieanlagen oder Waldbränden stammen. Allgegenwärtig sind flüchtige organische Verbindungen, die bei verschiedenen Tätigkeiten freigesetzt werden und die zumindest teilweise potenziell gefährlich für Mensch und Umwelt sind. Eine besonders gefährliche flüchtige organische Verbindung ist Formaldehyd (HCHO), das bei hohen Konzentrationen Augenreizungen und sogar Krebs verursachen kann. Darüber hinaus schädigen Stickoxide (NO<sub>x</sub>), die vor allem bei Verbrennungsprozessen in Öfen oder Autos entstehen, bei hohen Konzentrationen die menschlichen Atemwege.

Daher ist die Überwachung und Verbesserung der Luftqualität unerlässlich. Für eine genaue Analyse der Luftqualität ist allerdings ein vielschichtiger Ansatz erforderlich. Denn die Erfassung von CO<sub>2</sub>, Feinstaub oder VOCs unterscheidet sich aufgrund der unterschiedlichen physikalischen und chemischen Eigenschaften dieser Schadstoffe.

## Multifunktionale Sensorplattform

Der SEN6x von Sensirion vereint mehrere Sensortechnologien in einem kompakten Gehäuse und kann bis zu neun Umweltparameter messen – Feinstaub (PM1, PM2.5, PM4 und PM10), Luftfeuchtigkeit (relative Feuchte, RH), Temperatur (T), VOC-Index, NO<sub>x</sub>-Index, CO<sub>2</sub> oder HCHO (Bild 1). Die Komponenten Feuchte und Temperatur liefern präzise Messwerte für ein gesundes und angenehmes Raumklima. Zusätzlich ermöglichen integrierte Kompensationsmechanismen den Ausgleich von Temperatur- und Feuchteschwankungen, die die Messgenauigkeit beeinflussen.

Der SCD4x im SEN6x verwendet einen Sensor auf der Basis der photoakustischen Spektroskopie und der NDIR-Technologie (nichtdispersiver Infrarotsensor) zur Überwachung der CO<sub>2</sub>-Werte. Die VOX- und NO<sub>x</sub>-Werte werden mittels eines Metalloxid-Gassensorelements

## RELIABILITY WHEN IT'S NEEDED MOST

Seamless power connectivity for EV charging applications



creating  
connections  
for life



Bild 1: Die Umweltsensorik eröffnet neue Möglichkeiten für die Entwicklung intelligenter Geräte, die unseren Komfort und unser Wohlbefinden verbessern und die Energieeffizienz in einer Vielzahl von Anwendungen steigern.

(MOX) gemessen. Für die Erfassung der Formaldehydwerte ist ein elektrochemischer Sensor im Einsatz. Die verschiedenen Elemente unterstützen somit die rechtzeitige Einleitung von Luftreinigungsmaßnahmen wie z. B. die bedarfsgerechte Steuerung der Lüftung, um eine sichere Atemluft bei maximaler Effizienz zu gewährleisten.

Das Herzstück ist die Feinstaubkomponente SPS6x. Sie integriert alle notwendigen Bausteine zur Messung von PM1, PM2,5, PM4 und PM10. Die Messung beruht auf Lichtstreuung, d. h. wenn Partikel in der Luft den Strahl eines integrierten Lasers durchdringen, wird das Licht gestreut und von Fotodetektoren aufgefangen. Onboard-Algorithmen analysieren das

gestreute Licht, um die Größenverteilung und die Massenkonzentration der Partikel zu bestimmen. Dank der anwendungsspezifischen integrierten Schaltung (Application-Specific Integrated Circuit, ASIC) ist keine externe Verarbeitung erforderlich und die SPS6x liefert die vollständig verarbeiteten Werte über eine I<sup>2</sup>C-Kommunikation.

Bild 2: Die kompakte und leistungsstarke Messplattform SEN6x vereint mehrere Sensoren in einem kompakten Gehäuse und kann bis zu neun Umweltparameter messen (PM1, PM2.5, PM4, PM10, RH, T, VOC-Index, NO<sub>x</sub>-Index, CO<sub>2</sub> oder HCHO). Das Design vereinfacht die Integration, reduziert die Kosten und ermöglicht eine individuelle Anpassung.



Durch die Kombination von Sensoren, Kompensationsalgorithmen und Beschleunigungsmotoren ist das Kombimodul sofort einsatzbereit. Die Entscheidung für den SEN6x spart Entwicklungszeit und -kosten, was zu einer kurzen Time to Market mit vereinfachten Entwicklungsprozessen führt.

Darüber hinaus entspricht das Design des SEN6x führenden IAQ-Standards wie Reset, Well Building Standard und California Title 24 Building Energy Efficiency. Dadurch kann der Sensor leicht in intelligente Gebäudeprojekte integriert werden. Der SEN6x bietet einen detaillierten Einblick in die Luftqualitätsparameter und ermöglicht so ein besseres Verständnis und eine bessere Kontrolle des Raumklimas. Damit wird das volle Potenzial der Luftqualitätsüberwachung für intelligente Gebäude ausgeschöpft. ■





Automotive-qualifizierte DFN-Gehäuse

# Kompakt, kostengünstig und leistungsstark

*DFN-Gehäuse bieten hohe Leistungsdichten und hervorragende thermische Eigenschaften dank offenem Kühlkörper und optimiertem Wärmepfad.*

*Die seitlich benetzbaren Flanken ermöglichen zudem die in der Automobilindustrie geforderte automatisierte optische Inspektion.*

VON THOMAS BOLZ,  
CORPORATE PRODUCT MANAGER  
STANDARD PRODUCTS BEI RUTRONIK

**D**ual-Flat-No-Lead(DFN)-Gehäuse wurden speziell für den Einsatz in rauen Umgebungen entwickelt und können Temperaturschwankungen, Vibrationen und anderen Belastungen standhalten. Aufgrund ihrer geringen Bauhöhe, ihrer hohen Zuverlässigkeit und ihrer guten thermischen Eigenschaften werden sie häufig in der Automobilindustrie eingesetzt. Ihr kompaktes Design spart Platz auf der Leiterplatte, was in Fahrzeugen sehr wichtig ist. Das DFN-Gehäuse hat keine hervorstehenden Drähte, was die Signalwege verkürzt, Signalverzögerungen minimiert und die Signalintegrität verbessert – ein entscheidender Faktor in Hochgeschwindigkeitsszenarien, in denen es auch auf Präzision ankommt.

Trotz der vielen Vorteile von DFN-Gehäusen gibt es eine Reihe von Herausforderungen, die

bei der Entwicklung und Herstellung berücksichtigt werden müssen, einschließlich Prozessen wie Montage, Löten, Inspektion und Test.

## *Herausforderungen im Zusammenhang mit DFN-Gehäusen*

Für das Löten von DFN-Gehäusen werden in der Regel verschiedene Verfahren eingesetzt, die von den spezifischen Anforderungen des Designs und den verwendeten Materialien, Bauelementen und Leiterplatten abhängen. Das Reflow-Löten ist das Standardverfahren zum Löten von SMD-Bauteilen. Dabei werden die Bauelemente zunächst auf der Leiterplatte platziert und anschließend die gesamte Leiterplatte mit einem genau definierten Temperatur-Zeit-Profil durch einen Reflow-Ofen

Anzeige

## New-Gen 3.5" and pITX SBC

Intel® Atom® x7000(R)E Series, Intel® Core™ i3 N-Series  
13th Gen Intel® Core™ U-Series Processors

 Extreme temperature

 Real-time processing

 AI Acceleration

 Wide voltage input

**kontron**  
The Power of IoT





Bild: Rutronik

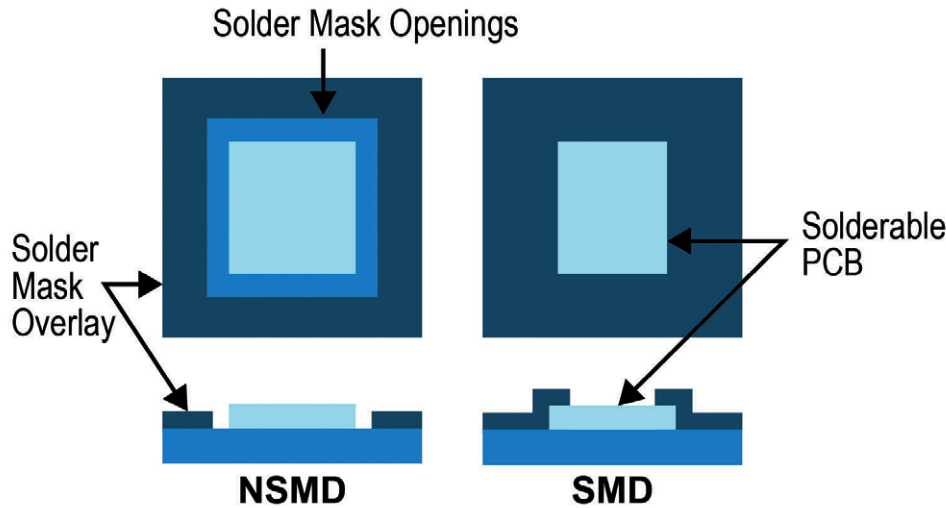


Bild 1: DFN-Gehäuse werden auf NSMD-Pads bestückt, damit das Lot an den Flanken hochlaufen kann – im Gegensatz zu Standard-SO-IC-Gehäusen, welche auf SMD-Pads bestückt werden.

Bild: Vishay

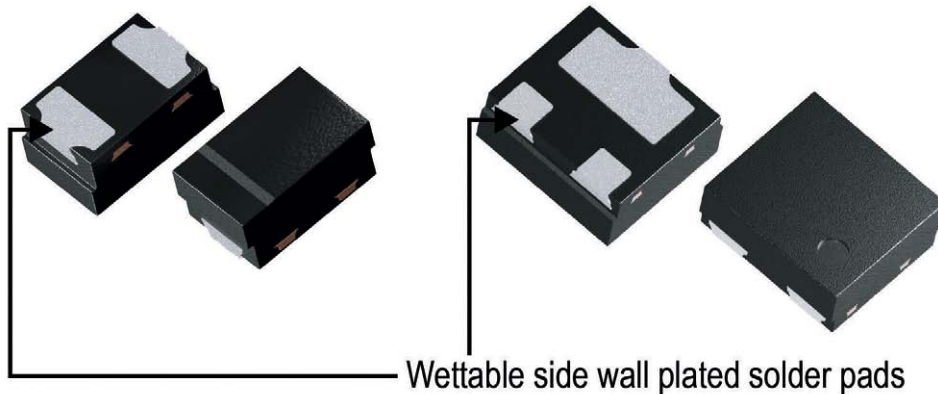


Bild 2: Seitenbenetzbare Flanken von DFN-Gehäusen

Bild: Vishay



Bild 3: Skizze des Lötmeniskus. Dieser kann mit einem optischen Kamerasystem untersucht werden, um das Lötresultat zu beurteilen.

geführt. Dabei wird die gesamte Baugruppe bis über die Schmelztemperatur der Lötpaste erwärmt, die dadurch aufschmilzt und die Lötstellen bildet. Das Ergebnis sind gleichmäßige und zuverlässige Lötverbindungen. Das Verfahren eignet sich gut für die Massenproduktion.

Das Löten von DFN-Gehäusen erfordert ein hohes Maß an Präzision. Insbesondere muss die Menge der Lötpaste an den unteren Anschluss pads sorgfältig kontrolliert werden, um zuverlässige elektrische Verbindungen zu gewährleisten. Zu wenig Lötpaste kann zu schwachen oder fehlenden Verbindungen führen, zu viel Lötpaste zu Lötbrücken oder

Kurzschlüssen zwischen benachbarten Pads. Um die Integrität und Zuverlässigkeit der Lötverbindungen zu gewährleisten, müssen geeignete Lotpastenschablonen und Schablonendesigns ausgewählt, präzise Bestückungsgeräte verwendet und die Reflow-Lötprofile optimiert werden. Überlegungen wie das Design von Pads, die Verwendung von Lötstoppsmasken und benetzbare Flanken müssen in den Bestückungsprozess integriert werden ([siehe dazu die Application-Note von Vishay: Soldering Recommendations for Power DFN Packages](#)).

Für oberflächenmontierte bleifreie Gehäuse werden üblicherweise zwei Arten von Löt-

stoppsmasken verwendet: Solder-Mask-Defined (SMD) und Non-Solder-Mask-Defined (NSMD) (Bild 1). Beim SMD-Typ bedeckt die Lötstoppsmaske die Pads teilweise und verhindert, dass das Lot über den Rand des SMD-Pads hinausfließt. Beim NSMD-Pad-Typ ist die Öffnung der Lötstoppsmaske größer als das Löt pad. Zwischen dem Löt pad und der Lötstoppsmaske entsteht ein Spalt, in den das Lot fließt und die Verbindung verstärkt. Die Wahl zwischen SMD und NSMD hängt von verschiedenen Faktoren ab, unter anderem von den spezifischen Anforderungen des Designs, der Pitch-Größe der Bauteile, den thermischen Anforderungen und der gewünschten Zuverlässigkeit der Lötverbindung.

Die Sicherstellung der Qualität und Zuverlässigkeit von Leiterplatten (PCBs) ist von großer Bedeutung. Eine der Schlüsseltechnologien, die dazu beitragen, ist die automatisierte optische Inspektion (AOI). Dabei handelt es sich um einen technologiebasierten Ansatz zur automatischen Inspektion und Analyse von Leiterplatten, mit dem verschiedene Fehler wie fehlende oder falsch ausgerichtete Bauteile sowie Lötfehler erkannt werden können. Auch andere Anomalien, die die Funktionalität oder Zuverlässigkeit einer Leiterplatte beeinträchtigen können, werden identifiziert.

Die Röntgeninspektion wird auch als automatische Röntgeninspektion (AXI) bezeichnet. AXI eignet sich besonders für die Inspektion verdeckter Lötstellen und innerer Strukturen. Bei der Erkennung von Oberflächenfehlern ist sie jedoch nicht so effektiv wie die AOI.

Lötstelleninspektion bei DFN

DFN-Gehäuse haben keine sichtbaren Lötstellen, da das Gehäusedesign ein freiliegendes Pad und Anschlüsse auf der Unterseite des Gehäuses verwendet. Daher ist es schwierig, visuell festzustellen, ob das Gehäuse effektiv gelötet wurde. Die elektrische Prüfung ist oft die einzige praktikable Möglichkeit, die elektrische Verbindung der Lötverbindungen festzustellen. Für Anwendungen, die eine hohe Zuverlässigkeit erfordern, kann es jedoch notwendig sein, die Integrität der Lötverbindungen visuell zu überprüfen. Beispielsweise verlangt die Automobilindustrie von den Erstausrüstern eine hundertprozentige automatische Sichtprüfung nach der Montage. Um die normalerweise nicht sichtbare Lötstelle unterhalb des DFN-Packages überprüfbar zu machen, können die DFN-Gehäuse mit seitlich benetzbaren Flanken (Side-Wettable Flanks, SWF) versehen werden (Bild 2). Dadurch ent-





Bild 4: Ultraschneller 200-V-FRED-Pt-Gleichrichter im flachen DFN3820A-Gehäuse von Vishay

steht an den Seiten des DFN-Gehäuses ein Meniskus, der mit einer AOI inspiziert werden kann (Bild 3). Daraus ergibt sich ein weiterer Vorteil: Die mechanische Festigkeit und Stabilität der Verbindung zur Leiterplatte ist besser als bei Bauteilen ohne seitlich benutzbare Flanken. SWF reduzieren somit das Risiko von Ausfällen durch Scherkräfte und Leiterplattenbiegung.

*Platzsparende Komponenten mit hohem Wirkungsgrad*

Gleich vier neue Serien ultraschneller 200-V-FRED-Pt-Gleichrichter im flachen DFN3820A-Gehäuse mit benutzbaren Flanken bietet Vishay Intertechnology an. Sie sind platzsparende, hocheffiziente Bauelemente für moderne Leistungsanwendungen.

Diese Gleichrichter für Ströme von 1 bis 5 A und Spannungen bis 200 V basieren auf einer FRED (Fast Recovery Epitaxial Diode) in Pt-

Technologie (Platin-dotierte Technologie) und bieten Platzersparnis, verbessertes thermisches Verhalten und einen höheren Wirkungsgrad.

Im Vergleich zu Bauteilen im SMP-Gehäuse (DO-220AA) mit gleicher Grundfläche bieten die Modelle VS-1EAH02xM3, VS-2EAH02xM3, VS-3EAH02xM3 und VS-5EAH02xM3 eine um 12 Prozent geringere Bauhöhe und eine mehr als doppelt so hohe Strombelastbarkeit und sind jeweils als Vishay-Automotive-Grade-, AEC-Q101-qualifizierte Versionen erhältlich (Bild 4).

Zu den typischen Anwendungen in der Automobilindustrie gehören Dual-Voltage-Einspritzdüsentreiber, Piezotreiber und Motorsteuergeräte (ECU), fortschrittliche Fahrerassistenzsysteme (ADAS), Lidar, Kameras und Antiblockiersysteme (ABS) sowie 48-V-Bordnetze, Ladegeräte und Batteriemanagementsysteme (BMS) in Elektro- und Hybridfahrzeugen (HEC). ■

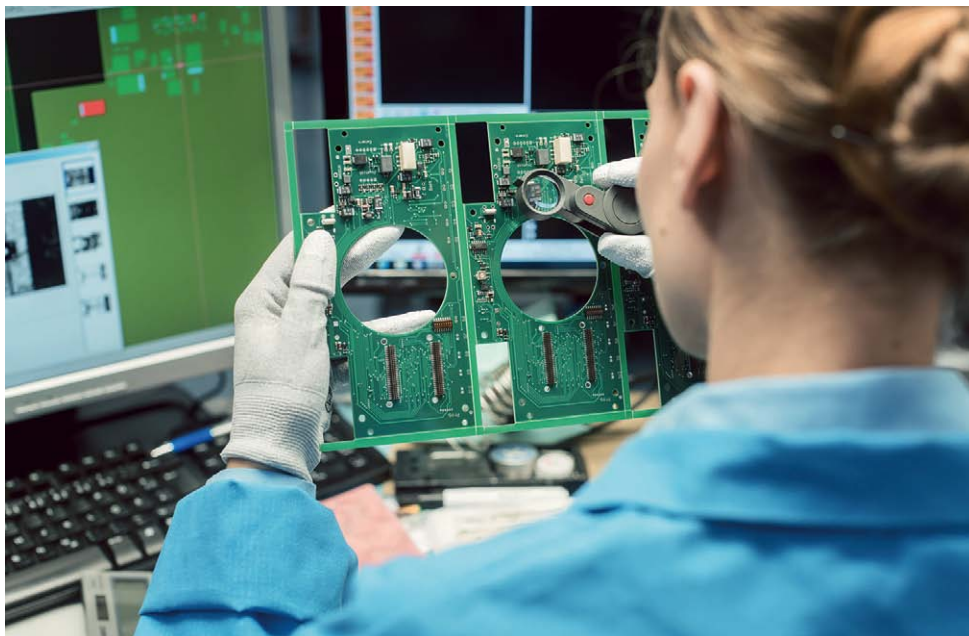
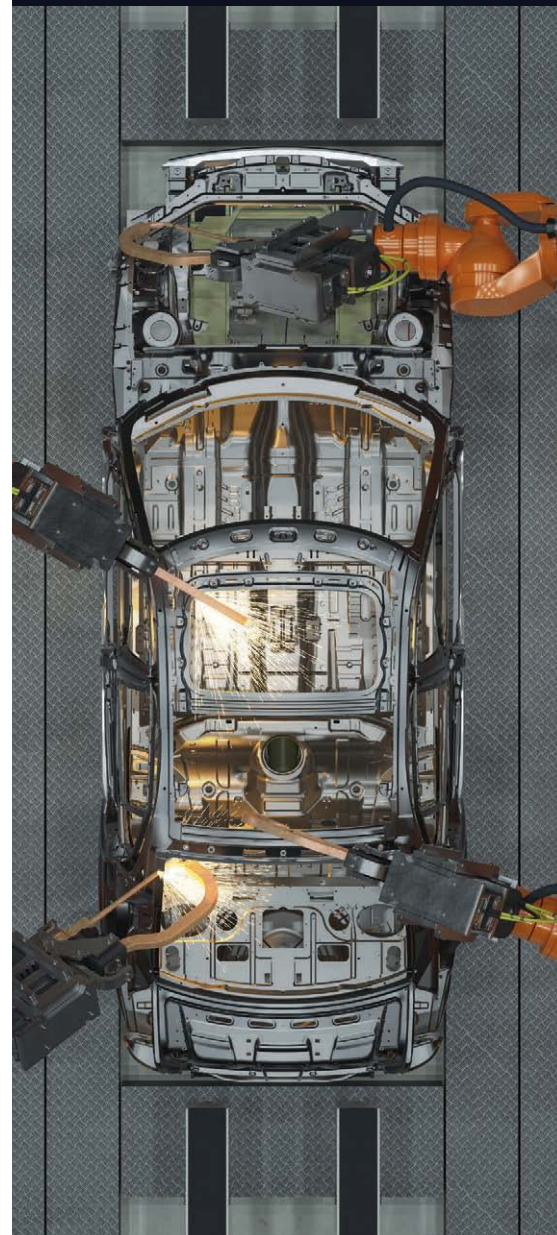


Bild: Kazem/Shutterstock.com

Die optische Qualitäts- und Montagekontrolle kann bei DFN-Gehäusen eine Herausforderung darstellen.

# TRANSFORMING TRANSPORTATION

Rugged and reliable solutions for demanding applications



*creating connections for life*



Wie ProFET Wire Guard das Bordnetz und seine Komponenten schützt

# Kurzschluss? Stört nicht weiter.

*Der ProFET Wire Guard eignet sich für den Einsatz in der 12-Volt-Leistungsverteilung unter funktionalen Sicherheitsaspekten. Gründe hierfür sind seine Produkteigenschaften hinsichtlich Diagnose und Schutz, der autarke Betrieb bei Fahrzeugstillstand und die verfügbare Safety-Dokumentation.*

VON RALF HICKL, PRODUCT SALES  
MANAGER IN DER AUTOMOTIVE  
BUSINESS UNIT (ABU) BEI RUTRONIK

**S**chmelzsicherungen haben zwei wesentliche Merkmale. Sie benötigen keine Hilfsenergie, haben also keinen Eigenstromverbrauch, der die Batterie im abgestellten Fahrzeug langsam entleert. Und bei richtiger Auswahl schützen sie mit ihrer I<sup>2</sup>t-Charakteristik als schwächstes Glied in der Verkabelungskette die elektrischen Leitungen im Kabelbaum. Mit dem Vormarsch automatisierter Fahrfunktionen steigen jedoch die Anforderungen an das 12-V-Bordnetz – klassische Schmelzsicherungen reichen nicht mehr aus.

Im hochautomatisiert fahrenden Fahrzeug (ADAS Level 2 und höher) darf ein Kurzschluss in einem Teil des Bordnetzes keine Auswirkungen auf wichtige Verbraucher in anderen Bereichen oder auf das redundante Bordnetz ha-

ben. Solche Fehler müssen schnell nach ihrem Auftreten erkannt und isoliert werden, um andere Verbraucher und die Spannungsquelle zu schützen.

Eine elektronische Sicherung muss daher zusätzliche Leistungsmerkmale bieten wie

- einstellbare Auslösecharakteristik, angepasst an die Last und den Leitungsquerschnitt,
- geringe Streuung der Auslösecharakteristik,
- schnelles Ansprechen innerhalb von Mikrosekunden,
- Rücksetzbarkeit über elektrische Signale oder Buskommunikation,
- Diagnose-Feedback,
- Eignung auch beim Einschaltvorgang mit kapazitiven Lasten und
- Unterstützung von Entwicklungen nach ISO 26262, Stichwort Funktionale Sicherheit.

## Elektronische Sicherungen mit neuen Funktionen

Die neue ProFET-Wire-Guard-Familie (ProFET: Protected Field-Effect-Transistor) von Infineon bietet einige neue Features: Die integrierte und einstellbare I<sup>2</sup>t-Funktion schützt die Verkabelung vor Überhitzung. Sechs verschiedene I<sup>2</sup>t-Kennlinien können je nach Querschnitt des angeschlossenen Kabels über einen externen Widerstand ausgewählt werden (Bild 1). Das zugehörige Temperaturmodell im Wire Guard läuft onboard und benötigt keine Unterstützung durch einen externen Mikrocontroller. Dadurch ist der Schutz auch dann gewährleistet, wenn der Mikrocontroller im Standby ist oder einen Reset-Zyklus durchläuft.

Die Auslöseschwelle für die schnelle Überstromabschaltung ist ebenfalls über einen externen Widerstand einstellbar. Sie schützt die





Spannungsquelle (z. B. Batterie oder Zonen-Controller) und andere Verbraucher vor Rückwirkungen durch Kurzschlüsse. Schädliche Rückwirkungen können längere Phasen von Unterspannung sein, die andere Steuergeräte in einen Unterspannungs-Reset versetzen, sodass sie für die Fahrfunktion nicht mehr zur Verfügung stehen. Durch die schnelle Fehlererkennung und -isolierung bei Überstrom unterstützt der ProfFET Wire Guard Anwendungen mit Fail-Operational-Architektur.

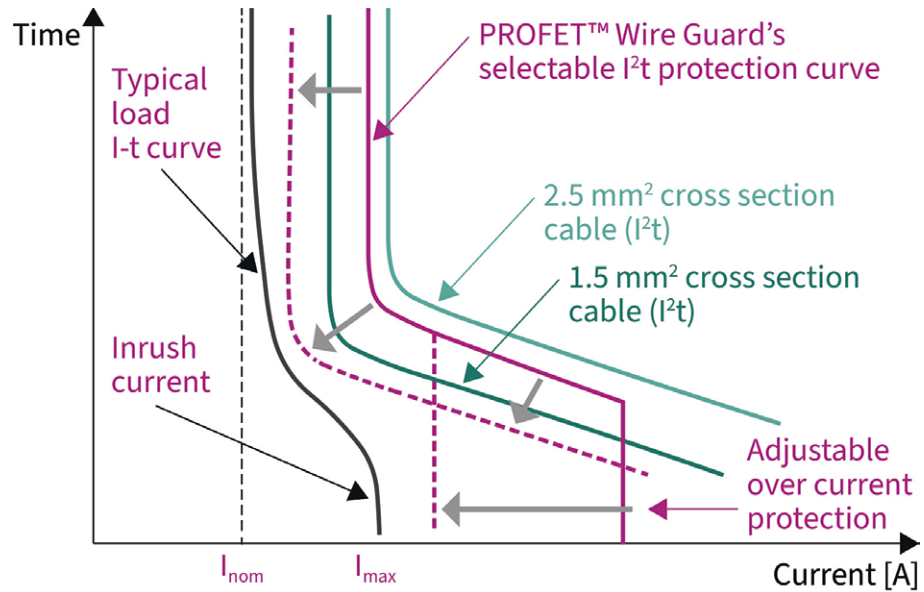
Das Diagnose-Feedback des Bausteins ermöglicht es, verschiedene Status- und Istwerte nacheinander über nur einen Pin auszulesen. Zu den Status- und Istwerten gehören unter anderem der Strom-Istwert, die gewählte I<sup>2</sup>t-Kennlinie, der I<sup>2</sup>t-Status und der Schwellwert für die Überstromabschaltung.

Bei kleinen Lastströmen wechselt der ProfFET Wire Guard automatisch vom I<sup>2</sup>t-Mode in den Idle-Mode. Im Idle-Mode verbraucht der Wire Guard bei voll durchgesteuertem Schalttransistor und aktiven Schutzfunktionen nur ungefähr 50 µA Strom. Durch den energiesparenden Idle-Mode eignet sich der Wire Guard deshalb besonders als elektronische Sicherung für Netzabschnitte und Lasten, die während des Parkens aktiv sind.

Durch seinen Capacitive-Load-Switching-Mode (CLS) eignet sich der Wire Guard auch zum schnellen Laden und Einschalten großer kapazitiver Lasten. Eine solche kapazitive Last können beispielsweise die Zwischenkreiskondensatoren eines Motorumrichters sein. Zur Aktivierung des CLS-Mode wird der Eingang des Wire Guard mit einem definierten PWM-Signal angesteuert. Dieses PWM-Signal versetzt den Baustein in den CLS-Mode mit der Abschaltstrategie »Continuous Auto-Restart«. Dabei wiederholen sich die Schaltspiele »Einschalten und mit definiertem Maximalstrom speisen« und »Abschalten wegen Schutz vor zu hohem Temperaturanstieg« so lange, bis der Spannungsabfall am eingeschalteten Ausgangstransistor einen bestimmten Wert unterschreitet. Dann gilt die kapazitive Last als hinreichend geladen. Danach wird dauerhaft durchgeschaltet und das PWM-Signal kann durch einen High-Pegel am Steuereingang ersetzt werden. Vorteil: Der Baustein bleibt währenddessen in der spezifizierten Safe Operating-Area (SOA).

*Erweiterte Produktfamilie*

Infineon hat die ProfFET-Produktfamilie um einige Derivate erweitert. Den Bereich kleinerer



Bilder: Infineon

Bild 1: Die Lastkennlinie, Belastbarkeit der Verkabelung und die Auslösekennlinien des ProfFET Wire Guard. Eine von sechs auswählbaren I<sup>2</sup>t-Kennlinien und die einstellbare Überstromschwelle schützen Last, Quelle und Verkabelung.

Ströme bis circa 5 A decken die Load-Guard-Varianten ohne I<sup>2</sup>t-Nachbildung ab. Darüber hinaus, wenn die Ströme kritisch für die Verkabelung werden können, schließen sich die Wire-Guard-Produkte an (Bild 2). Letztere eignen sich für den Einsatz in der 12-V-Leistungsverteilung und in Zonen-Controllern, die in einem ASIL-klassifizierten System arbeiten und den Betrieb im Fehlerfall (Fail Operational) sicherstellen.

Für Testzwecke stehen bestückte Evaluierungsleiterplatten mit Wire Guard bzw. Load Guard zur Verfügung. Diese Tochterplatten (Daughterboards) passen auf das ProfFET One-4All MB (Motherboard). Über einen Schnittstellenwandler (µIO-Stick) kann der Wire Guard dann mit einer PC-GUI (Infineon Smart

Power Configuration Switches Wizard) konfiguriert und getestet werden.

*Fazit*

Der ProfFET Wire Guard von Infineon ist auf dem Weg zur idealen elektronischen Sicherung ein gutes Stück vorangekommen. Mit seinen Produkteigenschaften für Diagnose und Schutz, dem niedrigen Stromverbrauch und der verfügbaren Safety-Dokumentation eignet er sich hervorragend für den Einsatz in der 12-Volt-Leistungsverteilung unter dem Aspekt der funktionalen Sicherheit. Der Wire Guard schützt zuverlässig den gesamten Stromkreis bestehend aus Quelle, sich selbst, Verkabelung und Last. ■

Load current range	ProfFET™ Wire Guard		ProfFET™ Load Guard
	TSDSO-14	TSDSO-24	TSDSO-14
40 A			
25 A – 30 A		BTG70013A-1ESW	
19.7 A – 23.3 A		BTG70020A-1ESW	
16.7 A – 17.8 A	BTG7003A-1EPW		
14 A – 15.5 A			
11.5 A – 12.9 A			
9 A – 10.5 A	BTG7007A-1EPW		
8 A – 8.6 A			
6.1 A – 7.3 A			
5.1 A – 5.7 A	BTG7016A-1EPW		
4.2 A – 4.9 A			BTG7050-1EPL
3 A – 3.9 A			BTG7050-2EPL
2 A – 2.9 A			BTG7090-1EPL
1.4 A – 1.9 A			BTG7090-2EPL

Bild 2: Übersicht der neuesten Derivate der Produktfamilie ProfFET. Die Load-Guard-Varianten ohne I<sup>2</sup>t-Nachbildung decken den Bereich kleinerer Ströme bis ca. 5 A ab. Darüber hinaus, wenn die Ströme kritisch für die Verkabelung werden können, schließen sich die Wire-Guard-Komponenten an.

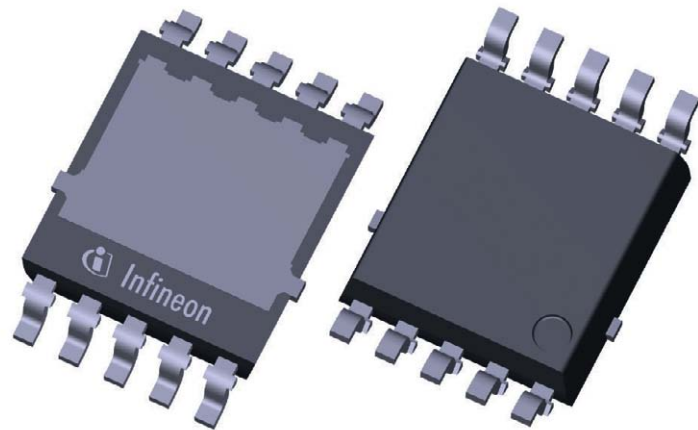


Top-Side-Cooling für bessere Entwärmung von Automotive-MOSFETs

# Bessere Kühlleistung bei kompaktem Design

Für ein effektives Bauteil muss neben der MOSFET- auch die Gehäuse-technologie ständig weiterentwickelt werden. Die neue OptiMOS-Serie im SSO10T-Gehäuse ist eine robuste Lösung zur Optimierung von Leistung und Zuverlässigkeit.

VON RALF HICKL,  
PRODUCT SALES MANAGER  
IN DER AUTOMOTIVE BUSINESS UNIT  
(ABU) BEI RUTRONIK



Bilder: Infineon

Bild 1:  
Das Gehäuse  
SSO10T 5x7 mit  
Top-Side-Kühlung

**M**ehr als 120 MOSFETs werden laut Infineon im Jahr 2025 in jedem PKW mit Verbrennungsmotor verbaut sein. Wachstumstreiber sind die Gesetzgebung zur CO<sub>2</sub>-Reduktion, die Verbreitung von Fahrerassistenzsystemen sowie Anwendungen für den Insassenkomfort. Gründe genug für die Hersteller, ihre Fertigungskapazitäten auszubauen und die MOSFET-Technologie weiter voranzutreiben.

## Gehäuse und Halbleiterchip bestimmen die Eigenschaften des MOSFET

Die Eigenschaften eines gehäuseten MOSFET werden sowohl durch das Gehäuse als auch durch den MOSFET-Die, also den Halbleiterchip selbst, bestimmt. Der elektrische Gesamtwiderstand des Bauteils ist die Summe aus dem  $R_{DS(on)}$  des Die (Chip) und dem elektrischen Widerstand der Gehäuseanbindung. Je kleiner der  $R_{DS(on)}$  des MOSFET-Die wird, desto größer wird der prozentuale Anteil des elektrischen Widerstands der Gehäuseanbindung am Gesamtwiderstand. Anhaltspunkte

für die Aufteilung des Gesamtwiderstandes auf den eigentlichen  $R_{DS(on)}$  des Chips und den Leitungswiderstand des Gehäuses geben die jeweiligen Spice-Modelle. Die Spice-Modelle der MOSFETs von Infineon sind in der Regel unverschlüsselt und auf der Homepage verfügbar.

Sobald Strom durch das Bauteil fließt, entstehen Leitungsverluste nach der Gleichung

$$P_{tot} = I^2 \cdot R_{DS(on)}$$

Die dabei entstehende Wärme muss an die Umgebung abgeführt werden. Dazu ist ein möglichst kleiner thermischer Widerstand  $R_{thJA}$  zwischen Die und Gehäuseaußenseite erforderlich.

## Effiziente Kühlung entscheidend für Leistung und Zuverlässigkeit

In der Automobilindustrie werden MOSFET-Dies oft speziell für hohe Temperaturen und raue Umgebungen ausgelegt, um den Anfor-



derungen des Fahrzeugbetriebs gerecht zu werden.

Trotzdem ist die Kühlung der MOSFETs entscheidend für die Leistung und Zuverlässigkeit. Dies wird häufig durch hochleitfähige Materialien, optimierte Kühlkörperdesigns und eine effektive Wärmeableitung erreicht. Für Automotive-MOSFETs bietet sich die Top-Side-Kühlung an, da sich auf der Oberseite des Chips die aktiven Komponenten befinden, die im Betrieb Wärme erzeugen. Eine effektive Top-Side-Kühlung kann durch den Einsatz von Wärmeleitpasten, Wärmeleitfolien, Kühlkörpern und anderen thermischen Verfahren erreicht werden. Durch die Ableitung der Wärme von der Oberseite des MOSFET wird die Betriebstemperatur gesenkt und damit die Leistung, Zuverlässigkeit und Lebensdauer des Bauteils verbessert.

Für ein effektives Bauteil müssen daher sowohl die MOSFET- als auch die Gehäusetechnologie ständig weiterentwickelt werden. Die neuen OptiMOS-MOSFETs im SSO10T-Gehäuse sind ein gutes Beispiel dafür (Bild 1).

Bei den Baureihen OptiMOS6 für 40 V (Tabelle 1) und OptiMOS7 für 80 V (Tabelle 2) im Gehäuse SSO10T sind die Dies nicht mit dünnen Drähten gebondet, sondern flächig mit Kupferclips kontaktiert. Dieses Verfahren sorgt für eine gute thermische und elektrische Anbindung des Chips an das Gehäuse. Die Entwärmung erfolgt hauptsächlich über eine Kontaktfläche auf der Oberseite des Gehäuses.

Für die thermische Anbindung an eine Kühlfläche kann ein Wärmeleitmaterial (Thermal-Interface-Material, TIM) verwendet werden. Diese Folien oder Pasten gleichen Unebenheiten und Rauheit der Oberflächen aus. Je nach Material sorgen die Folien auch für die elektrische Isolation zwischen Bauteil und Kühlfläche. Rutronik führt Wärmeleitmaterialien, z. B. von Fischer Elektronik und Innotape.

Group	Product	max. $R_{DS(on)}$ [mΩ]	$I_D$ (DC current) [A]	$I_D$ (chip limitation) [A]	$Q_G$ typ. [nC]	$V_{GS(th)}$ [LL/NL]
2	IAUCN04S7N006T	0.62	165	540	122	NL
1	IAUCN04S6N007T	0.75	120	390	100	NL
1	IAUCN04S6N009T	0.90	120	330	85	NL
1	IAUCN04S6N013T	1.32	120	230	52	NL
1	IAUCN04S6N017T	1.73	120	200	37	NL

Tabelle 1: Infineons Produktportfolio für 40-V-MOSFETs der Baureihe OptiMOS6/7 im SSO10T-Gehäuse

Group	Product	max. $R_{DS(on)}$ [mΩ]	$I_D$ (DC current) [A]	$I_D$ (chip limitation) [A]	$Q_G$ typ. [nC]	$V_{GS(th)}$ [LL/NL]
1	IAUCN08S7N016T	1.6	165	235	20	NL
2	IAUCN08S7N019T	1.9	165	203	TBD	NL
2	IAUCN08S7N024T	2.4	165	167	TBD	NL
2	IAUCN08S7N046T	4.6	100	100	TBD	NL

Tabelle 2: Infineons Produktportfolio für 80-V-MOSFETs der Baureihe OptiMOS7 im SSO10T-Gehäuse

### Hohe Leistungsdichte – auch bei begrenztem Bauraum

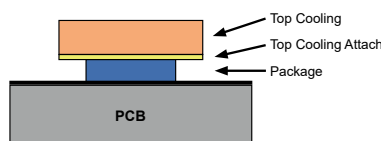
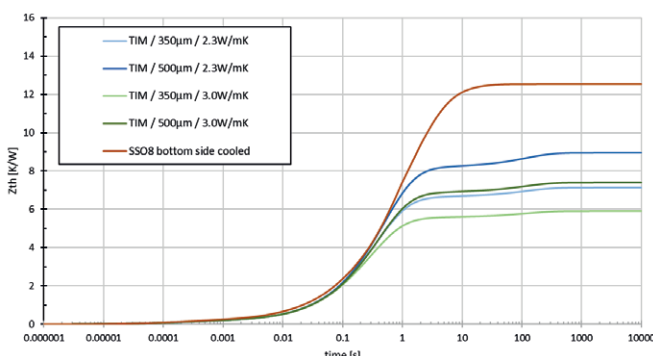
Die Vorteile der Top-Side-Kühlung von MOSFETs sind vielfältig. Neben einer Steigerung des Gesamtwirkungsgrades sind kompaktere Designs möglich. Denn der Wärmestrom, der durch die Verlustleistung der MOSFETs entsteht, wird direkt von der Bauteiloberfläche in eine Kühlfläche bzw. Wärmesenke geleitet. Der Umweg über die Leiterplatte entfällt. Dadurch verringert sich der thermische Widerstand zwischen dem MOSFET und der Wärmesenke. Die Leiterplatte kann somit einfacher gehalten werden. Thermische Vias und in die Leiterplatte eingebettete Metallkerne (Insulated Metal-Substrate, IMS), die sonst den Wärmewiderstand der Leiterplatte verringern, entfallen.

Die effektive Wärmeableitung führt zu einer um 20 Prozent bis 50 Prozent verbesserten thermischen Impedanz (Bild 2), wodurch der Betriebstemperaturbereich erweitert wird oder die Bauelemente bei gleicher Betriebstemperatur eine höhere Leistung erzielen. Das

Design erlaubt auch höhere Anwendungsströme, um größere Gehäuse zu ersetzen und damit z. B. von weiteren Platzeinsparungen zu profitieren. Die Top-Side-Kühlung in Kombination mit der OptiMOS-40-V-Familie ermöglicht höhere Leistungsdichten, was besonders in Anwendungen mit begrenztem Bauraum wichtig ist.

Darüber hinaus ist Infineons Gehäuse SSO10T als LHDSO-10-JEDEC gelistet, was den Austausch mit Komponenten anderer Hersteller erleichtert. Die Verfügbarkeit von Second Sources ist ein wichtiges Selektionskriterium und erhöht die Liefersicherheit des Kunden für den Bestückungsplatz auf der Platine.

Typische Automobilanwendungen für oberseitig gekühlte MOSFETs sind elektrische Lenkung, elektrische Bremse, Leistungsverteiler und elektrische Hilfsantriebe. Das Design ermöglicht eine andere, thermisch optimierte mechanische Konstruktion, die zu höheren Leistungsdichten und Einsparungen auf Systemebene führt. Zu den weiteren Herstellern, die MOSFETs mit Top-Side-Kühlung anbieten, gehören Vishay und Toshiba. ■



- $T_{ambient} = 85^\circ C$
- $P_{Loss} = 5W$



Bild 2: Vergleich der thermischen Impedanz über die Impulsdauer bei unterschiedlicher thermischer Ankopplung: Je nach Material und Dicke der Wärmeschnittstelle wird der thermische Widerstand um 20 Prozent bis 50 Prozent reduziert (links). Aufbau der Top-Side-Kühlung (rechts)

Interview mit dem Rutronik-CEO

# Rutronik als Pionier, Berater und Partner

*In einer Zeit wirtschaftlicher Unsicherheit und volatiler Märkte spielt Rutronik eine entscheidende Rolle als Pionier, Berater und Partner im Elektronikmarkt.*

*Thomas Rudel, CEO von Rutronik, gibt Einblicke in die aktuellen Herausforderungen und Chancen, die sich an der Schnittstelle zwischen Herstellern und Kunden ergeben.*

**Die gesamtwirtschaftliche Lage in diesem Jahr ist angespannt und bei vielen Unternehmen äußert sich das in einem zurückhaltenden bis verunsicherten Bestellverhalten. Was beobachten Sie an der Schnittstelle zwischen Herstellern und Kunden?**

*Thomas Rudel:* Das zögerliche Dispositionsverhalten der verarbeitenden Industrie in Deutschland hält noch immer an, obwohl wir uns in einer weniger prekären Situation als zum Beispiel während der Covid- oder der Bankenkrise befinden. Wir beobachten viel Diskontinuität im Bestellverhalten nach einem Stop-and-Go-Prinzip mit u. a. Stornierungen und dann wieder teils massiven Doppelbuchungen.

Das hat gesamtwirtschaftliche Konsequenzen. In Boom-Phasen kommt es so schnell zu mas-

siven Überbuchungen, die Läger füllen sich. Das kann einerseits zu Cash-Flow-Problemen und andererseits zu Überproduktionen seitens der Komponentenhersteller führen. Unsere In-house-, aber auch Branchen-Analysten prognostizieren, dass Verknappung und Überangebot sich schneller abwechseln. Auch der historische Vergleich zeigt, dass Frequenz und Amplitude der Ausschläge des PMI (Purchasing-Manager-Index) immer höher werden. Das ist ein Indikator für schnellere Wechsel zwischen Verknappung und Überangebot.

**Was sind Ihre wichtigsten Maßnahmen bei dem aktuell verunsicherten Verhalten aufseiten der Kunden?**

Wir stehen im stetigen Austausch mit Herstellern und Kunden. Wichtig ist dabei für uns in

der Rolle als Distributor, auch als Seismograph und Mediator zwischen den Akteuren am Markt zu fungieren. Vor diesem Hintergrund haben unsere Marktforscher des Strategischen Marketing-Teams im ersten Quartal dieses Jahres eine Umfrage unter unseren Kunden durchgeführt in Bezug auf deren Einschätzung zur Normalisierung der Wirtschaft. Mehr als ein Drittel der über 140 befragten Kunden aus dem DACH-Raum gaben bereits im März – und damit sehr früh im damals noch jungen Jahr 2024 – an, nicht mehr noch im selben Jahr mit einer Normalisierung zu rechnen. Knapp ein Drittel rechnete mit einer Erholung im aktuellen vierten Quartal. Wir beobachten außerdem, dass viele Unternehmen schon seit Monaten zu lange mit Nachbestellungen warten. Damit besteht ganz klar das Risiko einer erneuten Allokation.

HESS - HYBRID ENERGY STORAGE SYSTEM

RUTRONIK SOLUTIONS



**Januar 2024**

Das HESS von Rutronik System Solutions auf der Elektronik-Shortlist als Produkt des Jahres 2024 in der Kategorie Power



**März 2024**

Launch des Adapter Board RAB4 für RTK (Real-Time-Kinematic) von Rutronik System Solutions

Growth through transformation



New image film out now

**Februar 2024**

Veröffentlichung des neuen Unternehmensfilms

**April 2024**

Adlink ist neuer Partner: Handschlag zwischen Xavier Serra, Director Distribution Network EMEA bei Adlink Technology (links), und Bernd Hantsche, Vice President Product Marketing Embedded & Wireless bei Rutronik







Thomas Rudel, CEO von Rutronik

„Unsere Unabhängigkeit schätzen unsere Kunden auch in der Beratung, da wir immer in ihrem Sinn die für sie beste Lösung finden können.“

für Kapitalmarktunternehmen typische und teils zwangsvolle Erreichung gesetzter Quartalsziele ist uns, aber auch vielen anderen Mittelständlern – und davon zählen wir auch viele zu unseren Kunden – fremd. Außerdem sind wir nach wie vor ein inhabergeführtes Unternehmen. Das sorgt zum einen für die richtige Augenhöhe bei unseren Kunden und zum anderen dafür, dass wir langfristig angelegte Strategien mit einem gesunden Wachstum unterlegen können. Unsere Unabhängigkeit schätzen unsere Kunden auch in der Beratung, da wir immer in ihrem Sinn die für sie beste Lösung finden können.

**Und was leiten Sie daraus für Ihre Geschäftsaktivitäten ab?**

Als Broadline-Distributor greifen wir auf ein breites Produktportfolio zurück. Deshalb können wir Alternativen anbieten. Wichtig wäre aber nach wie vor ein stärkerer Rückhalt in der Wirtschaftspolitik, um Deutschland und Europa unabhängiger zu machen.

In Europa wird leider noch immer zu kurz gedacht bei Förder- und Subventionsprogrammen, weil oftmals nur der Aufbau von Front-End-Produktionskapazitäten unterstützt wird. Investitionen in Entwicklung, Design und

Know-how sind weniger auf der Agenda der verantwortlichen Politiker.

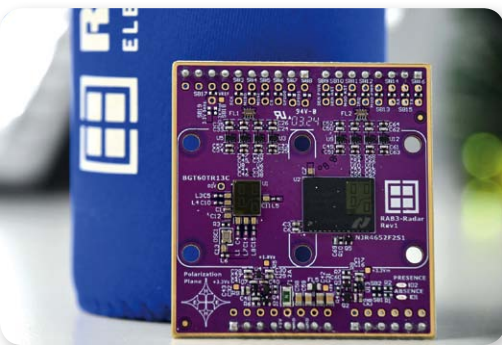
In diesem Zusammenhang sehe ich ergänzende Potenziale bei einer pragmatischen politischen Ausrichtung mit dem Ziel, den hier ansässigen Mittelstand zu entlasten. Gerade die hohen Bürokratiehürden gilt es abzubauen, um Europa resilient aufzustellen.

**Warum sehen Sie vor allem einen Fokus auf den Mittelstand als Potenzial für die europäische Wirtschaft?**

Ich sehe im Mittelstand vor allem Langfristigkeit und Beständigkeit im Wachstum. Auch wir als mittelständisches Unternehmen verfolgen die Strategie eines langfristigen, gesunden und eigenfinanzierten Wachstums. Die

**Was ist denn Ihr größter Vorteil als mittelständisches, inhabergeführtes Unternehmen gegenüber den Konzernen?**

Wir sind als Distributor für viele Mittelständler die einzige Möglichkeit, an die benötigten elektronischen Bauteile der Hersteller zu kommen. Außerdem sprechen wir die Sprache der mittelständischen Kunden und wissen um ihre Herausforderungen, u. a. auch in der Forschung und Entwicklung im Vergleich zu großen Konzernen. Wir pflegen daher einen engen Kontakt zu Herstellern und Kunden. Dadurch kennen wir die Herausforderungen unserer Kunden sehr genau und können eine



**Mai 2024**

Launch des Adapter Board RAB3 für Radar von Rutronik System Solutions

**Juli 2024**

Auszeichnung als Distributor des Jahres in den Kategorien Volumendistributor und Nachhaltigkeit



**Juni 2024**

Rutronik auf der PCIM Europe 2024 in Nürnberg



**August 2024**

Infinitec überreicht Rutronik den »Best Automotive Demand Creation Award 2024.«



Beratung mit Synergieeffekten auf hohem Niveau bieten.

Mit Rutronik System Solutions setzen wir genau da an und wollen unsere mittelständischen Kunden stärken. Dieser Ansatz eigener Entwicklungen mit teils patentierten Lösungen ist für einen Distributor einzigartig. Dabei entstehen ganz neue Ansätze in der Hardware- und der Software-Entwicklung. Unsere Kunden können mit den Entwickler-Boards ihre Time to Market deutlich verkürzen und einen Innovationsvorsprung erzielen, auch wenn sie nicht wie die Konzerne über hunderte Ingenieurinnen und Ingenieure verfügen.

**Und was spricht für Sie, am Hauptsitz Ispringen festzuhalten?**

Dazu möchte ich etwas ausholen. Wir blicken bei Rutronik auf inzwischen mehr als fünf Jahrzehnte im Elektronikmarkt zurück. Denn mein Vater Helmut Rudel hat Rutronik 1973 gegründet und dabei auch die Standortwahl Ispringen bei Pforzheim strategisch getroffen. Er hatte dabei die Fußball-Weltmeisterschaft 1974 im Gastgeberland Deutschland vor Augen und den Wunsch vieler Deutschen, ein TV-Gerät anzuschaffen. Damals waren viele Unternehmen wie Grundig, Loewe, Schaub Lorenz und Metz im Südwesten Deutschlands angesiedelt. Auch heute ist der süddeutsche Raum noch immer bekannt durch die hohe Dichte erfolgreicher Mittelständler, die teils in ihrer Nische Weltmarktführer sind. Wir sind dabei nach wie vor ein starker Partner für den Mittelstand. Daher ist momentan der Standort trotz der Herausforderungen noch wichtig. Dass wir an die Region glauben, zeigt auch die Investition in unseren neuen Standort in

Deutschland wie z. B. unser neues Büro in Karlsruhe, das wir dieses Jahr im Januar eröffnen haben.



Wer noch mehr über die Unternehmensentwicklung erfahren möchte, dem empfehle ich unseren neuen, kurzweiligen Unternehmensfilm.

**Und was hat sich geändert im Vergleich zu vor 50 Jahren? Wer sind heute Ihre Kunden und warum setzen diese auf Sie als Geschäftspartner und Zulieferer elektronischer Komponenten?**

In diesem Sommer hatten wir mit der EURO 2024 die Europameisterschaft im Fußball zu Gast in Deutschland. Erlauben Sie mir hier einen erneuten Verweis auf die Fußball-Weltmeisterschaft in 1974, die für unsere Unternehmensgeschichte ein wichtiger Hebel war. Denn durch die Elektronik wird heute noch sehr viel mehr möglich, vor allem im Bereich Sensortechnologien, als das reine Zuschauererlebnis vor dem Bildschirm.

Hierzu nur zwei Beispiele aus unzähligen potenziellen Möglichkeiten, die ich kurz anreißen möchte. Fußball-Tracking-Systeme integrieren verschiedene Sensoren, um umfassende Daten über die Spieler während des Turniers und des Trainings zu sammeln. Mit GPS- oder Real-Time-Kinematic-Sensoren werden hierfür u. a. die geografische Position und Bewegung mit hoher Genauigkeit und Frequenz erhoben, was für dynamische Sportarten wie Fußball entscheidend ist. Aber nicht nur auf dem Spielfeld, sondern auch in den

Stadien sind Sensoren im Einsatz, um bspw. Personenströme zu messen und Einlassströme zu regulieren. Hier wiederum ist die Radartechnologie eine spannende Technologie.

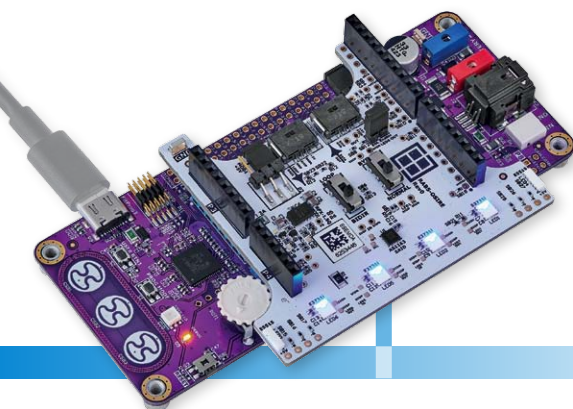
Warum ich das anspreche: Wir haben in diesem Jahr zwei Adapter Boards von Rutronik System Solutions auf den Markt gebracht, die genau diese beiden Technologien – das RAB4 für Echtzeitkinematik (Real-Time-Kinematic, RTK) und RAB3 für Radar – für das Testen von Anwendungen aufseiten unserer Kunden ermöglichen. Das kann im Sport sein, ist aber bei unseren Kunden vor allem für Anwendungen in den Bereichen Smart Factory, Smart Home, Smart Farming und Healthcare der Fall.

**Die eigenen Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten sind spannend. Wo sehen Sie Rutronik künftig und möchten Sie das Unternehmen hin entwickeln?**

Wir kennen die Anforderungen und Herausforderungen der Industrie und analysieren ständig den Markt. In diesem Jahr haben wir daher u. a. – und dabei nur bis Mitte dieses Jahres zusammengefasst – weltweite Partnerschaften in den Bereichen Wireless mit Adlink und Cherry Embedded Solutions sowie für Europa mit VIA Technologies auf den Weg gebracht.

Unsere neue Division Rutronik IT Electronics ging vor rund einem Jahr an den Start. Unser Vorteil ist, dass wir durch diese Erweiterung unseres Portfolios sowohl einzelne Komponenten als auch Komplettsysteme aus einer Hand anbieten können. Die Bereiche Rutronik IT Electronics und Rutronik Embedded, der sich auf industrielle, medizinische Computerlösungen und solche im Automotive-Segment konzentriert, sind eng miteinander verzahnt. Die Zusammenarbeit ermöglicht es, kommerzielle und kundenspezifische Komponenten zu kombinieren, um so im Sinne der Kunden die ideale Lösung zu realisieren. Und dann feiert unsere Rutronik Automotive Business Unit in diesem Jahr zehnjähriges Bestehen und erarbeitet mit Herstellerpartnern bereits seit einigen Jahren Automotive-Referenzdesigns, um damit ebenfalls die Vorentwicklung aufseiten unserer Kunden zu beschleunigen.

Unsere Bestrebungen, für Kunden in Bereichen wie Industrial und Automotive gleichermaßen da zu sein, ist daher nach wie vor unser Ziel. Und das vor allem mit Systemlösungen und auf Basis unserer langjährigen Expertise in Sachen Beratung und Design-in. ■



**September 2024**

Launch des Adapter Board RAB5 – OSIRE von Rutronik System Solutions. Auf dem Bild: das Adapter Board RAB5 auf dem Base Board RDK4

**Oktober 2024**

Die Rutronik Automotive Business Unit (ABU) feiert 10-jähriges Bestehen.



of success stories





Integrative Betrachtung von Hardware und Software

# Mit vereinten Kräften zu hoch performanten KI-Anwendungen

Im Oktober 2024 wurde die Beteiligung von Rutronik am KI-Spezialisten collective mind bekannt gegeben. Gemeinsame Projekte in der Logistik und Warenwirtschaft mit der KI-basierten Kamertechnologie laufen bereits im Logistikzentrum in Eisingen.

Was außerdem geplant ist, skizzieren beide Partner in diesem Beitrag.

VON ELVIS KUKO,  
HEAD OF OPERATIONS  
VON COLLECTIVE MIND, UND  
CHRISTIAN KREBS,  
HEAD OF PROJECT & PROCESS  
MANAGEMENT BEI RUTRONIK

**A**nwendungen und Tools der künstlichen Intelligenz (KI) durchdringen zunehmend gesamte Branchen und die Geschäftswelt. Für die deutsche, mittelständisch geprägte Unternehmensstruktur bringen KI-Tools Potenziale mit sich, um Lieferketten effizienter zu gestalten, das Bestandsmanagement zu automatisieren und den Kundenservice zu optimieren. In der Rolle als Distributor für viele mittelständische Unternehmen in Deutschland, Europa und darüber hinaus möchte Rutronik mit der Beteiligung eine Vorreiterrolle einnehmen.

Denn infolge der wirtschaftlich angespannten Lage stehen Mittelständler und damit auch viele Kunden zunehmend unter einem immer größeren Kostendruck. Effizienz und Produktivität gewinnen damit stärker an Bedeutung. »Wir möchten gerade in dieser angespannten wirtschaftlichen Zeit aus dem Südwesten Deutschlands heraus ein Signal an die Entscheider und andere Unternehmer in Deutschland und Europa senden«, sagt Thomas Rudel, CEO von Rutronik, zur Investition angesichts der aktuell konjunkturschwachen Zeit. »Wir möchten ermutigen, mit strategisch überlegten Investi-

tionen und dem Bündeln von Kräften einen wirtschaftlichen Aufschwung gemeinsam anzupacken«, so Thomas Rudel weiter.

*Mit vereinten hard- und softwareseitigen Kräften zu performanten KI-Anwendungen*

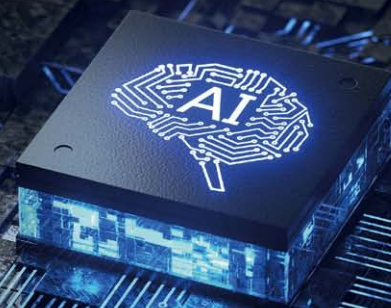
Um sich einen Zeitvorteil bei der Entwicklung von kundenseitig effizienten KI-Applikationen zu sichern, arbeiten Rutronik und der KI-Spezialist collective mind an KI-Anwendungen für Logistik, Warenwirtschaft und Industrie. Gemeinsames Ziel ist es, die Stärken beider Perspektiven zu vereinen. Dabei bringt Rutronik neben der Logistik- und Distributionskompetenz vor allem die Hardwarekompetenz auf der Produktebene elektronischer Komponenten mit. Diese wird mit der Software-Expertise von collective mind bei KI-basierten Bildverarbeitungsverfahren in praxisnahen Szenarien wie Logistik und Versand bereits gemeinsam erprobt.

Herausfordernd gestaltet sich dabei die Integration aus Hardware und Software, da dies nicht aus einer Hand angeboten werden kann.

**RUTRONIK**  
ELECTRONICS WORLDWIDE

**collective:mind**

**Joining forces for  
high-performance  
AI applications**



Bilder: Rutronik



Bild 1: Erfolgreiche Gespräche zur Beteiligung von Rutronik an collective mind mit Bekanntmachung der Partnerschaft Anfang Oktober 2024 (von links): Fabian Plentz, Chief Operating Officer (COO) von Rutronik, Armin Bär, Geschäftsführer von collective mind, Thomas Rudel, CEO von Rutronik, Joshua Raabe und Artur Hefner, beide Geschäftsführer von collective mind

Durch die Zusammenarbeit der beiden Partner wird angestrebt, KI-Anwendungen hardware- und softwareseitig integrativ zu verstehen und dies erstmalig anzubieten (Bild 2). »Wir stellen uns damit einzigartig am Markt auf. Der Trend geht zu Embedded-Gesamtlösungen mit leistungsfähiger, kompakter Hardware für rechenintensive KI-Anwendungen«, erläutert Fabian Plentz, Chief Operating Officer (COO) von Rutronik, diesen unternehmensstrategisch wichtigen Schritt. »Wir bündeln unsere Kräfte mit Rutronik mit dem Ziel, ausgehend von der regionalen Verbundenheit unserer beiden Unternehmen international skalierbare und aus einer Hand entwickelte Soft- und Hardwarelösungen für KI-Anwendungen in u. a. Handel und Industrie anzubieten«, so Artur Hefner, Geschäftsführer von collective mind mit Fokus auf die Ressorts Operations und Finance.

Konkret möchte sich collective mind im Umfeld der Computer-Vision-Anwendungen in der Industrie und im Handel mit der Expertise von Rutronik als langjährigem Distributionspartner vieler mittelständischer Unternehmen in Europa, Asien und Nordamerika zur internationalen Nummer eins für diese KI-Lösungen entwickeln. »Wir haben ambitionierte Ziele, aber unsere ersten gemeinsamen Projekterfolge sprechen für sehr vielversprechende KI-basierte Logistiklösungen«, so der Gründer und Geschäftsführer Armin Bär mit einem Schwerpunkt auf Business Development und Vertrieb. »Großes Wachstumspotenzial mit damit verbundenen Entwicklungsprojekten

im industriellen Umfeld forcieren wir dabei allem voran im Bereich der Vision-Robotik«, umreißt Joshua Raabe, Geschäftsführer für das Ressort Technologie, die mittelfristigen Pläne des KI-Spezialisten collective mind.

*Computer-Vision für intelligente Anwendungen in Produktion und Distribution*

Im Bereich der Computer-Vision (CV) bringt collective mind umfassende Expertise bei der Entwicklung von KI-gestützten Bilderkennungs- und Bildverarbeitungsanwendungen mit. Hierzu werden Kamerabilder vergleichbar mit dem Sehzentrum des menschlichen Gehirns ausgewertet, um daraus die benötigten Informationen gewinnen zu können. Das befähigt Maschinen mithilfe der Kamerabilder zu erkennen, was um sie oder in ihnen passiert. Dadurch können diese auf verschiedene

Vorfälle in kürzester Zeit autonom und intelligent reagieren. Dabei kommt KI-Technologie zum Einsatz, um die Bildverarbeitung zu automatisieren. collective mind hat in diesem Umfeld als erstes Unternehmen in Deutschland ein zertifiziertes Sicherheitsassistenzsystem entwickelt, welches auf einer kamerabasierten Objekt- und Ablaufferkennung aufbaut.

*Use-Case: Bauelemente-Logistik mit > 100.000 Komponenten*

Konkret wird in der Zusammenarbeit mit collective mind die KI-gestützte Bildverarbeitung in der Logistik eingesetzt, um die wachsenden Ansprüche der Rückverfolgung (sog. Traceability) auf Produktebene zu forcieren. Rutronik ist als Use-Case für die Erprobung dieser Entwicklung aufgrund der über 100.000 verfügbaren elektronischen Bauelemente und den



## Über collective mind

Die collective mind GmbH aus Leonberg bei Stuttgart, gegründet 2010, begann mit der Software-Entwicklung und begleitendem Consulting. Bereits im Jahr 2018 wurde der Fokus auf die Entwicklung von KI-Anwendungen im Bereich Computer-Vision gelegt. Diese können über eine eigens entwickelte Plattform autark bei Kunden betrieben wer-

den. Die tiefgreifende KI-Expertise wird gemeinsam mit wissenschaftlichen Instituten und Universitäten ständig weiter ausgebaut. collective mind ist das erste Unternehmen in Deutschland, das ein KI-basiertes Sicherheitsassistenzsystem zertifiziert hat und weiterhin an modernsten KI-Produkten für Kunden arbeitet.



## Mit Synergie und Vertrauen zu einzigartigen globalen Innovationen

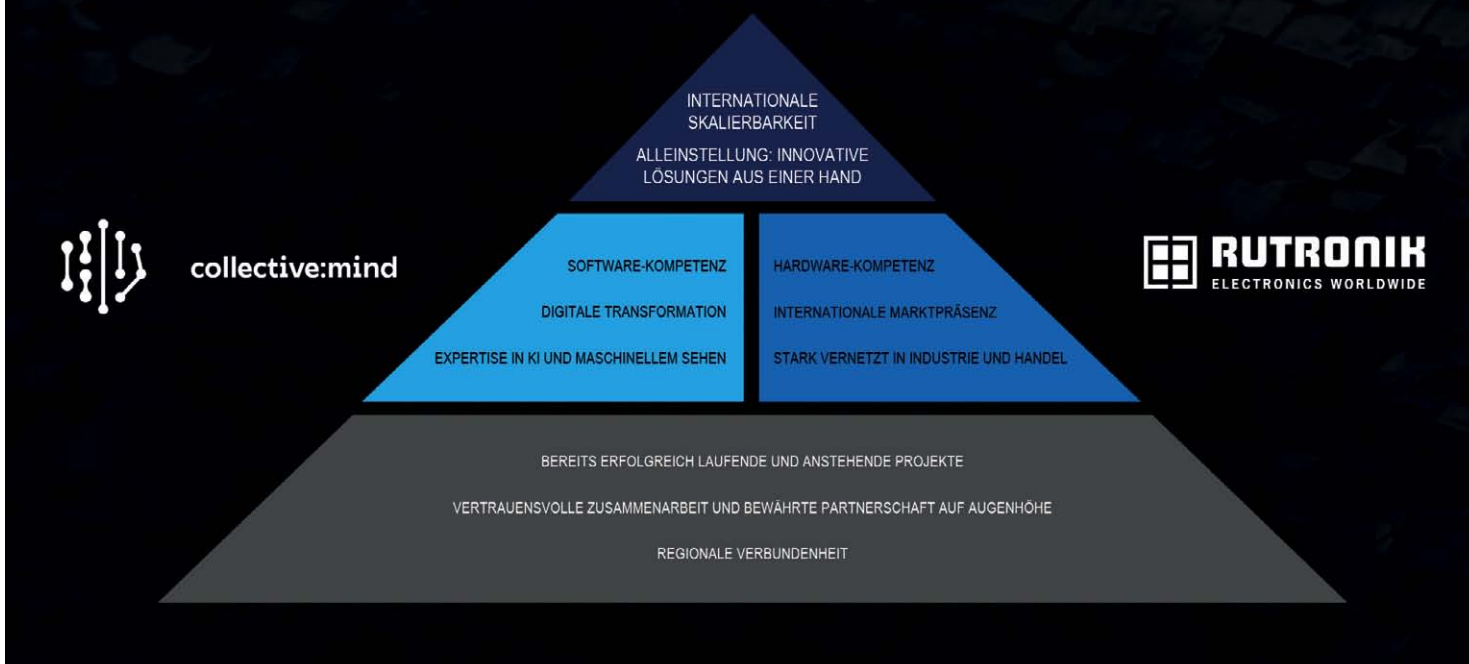


Bild 2: Synergiepotenziale in der Entwicklung von KI-Anwendungen zwischen den beiden Partnern

damit einhergehenden variablen Erfassungsdaten ideal geeignet.

### Effiziente Supply-Chain durch automatisierte Verarbeitung von Lieferscheinen

In Produktions- und Logistikumgebungen, in welchen zunehmend auf Digitalisierung und Automatisierung gesetzt wird, ist die automatisierte Verarbeitung von Dokumenten wie z. B. Lieferscheinen ein entscheidender Schritt zur Effizienzsteigerung. Der Use-Case in der Baelemente-Logistik von Rutronik zeigt, wie durch den Einsatz moderner Technologien wie

OCR (Optical Character-Recognition) und Large Language-Models (LLM) eine durchgängige Automatisierung dieses Prozesses ermöglicht wird. Hierzu wurde ein Lieferschein-scanner entwickelt.

Der Ablauf beginnt mit dem Scan eines Lieferscheins, der an eine App geschickt wird. OCR-Technologie wird dann eingesetzt, um die gesamte Schrift auf dem Lieferschein zu »lesen« und digital zu erfassen. Anschließend kommt das erste LLM zum Einsatz, welches die extrahierten Daten analysiert und den jeweiligen Lieferanten aus dem OCR-Resultat ermittelt. Basierend auf dem erkannten Liefere-

ranten werden in einer verknüpften Datenbank die zugehörigen Produktbezeichnungen und weitere relevante Informationen abgerufen. Diese Informationen werden im Anschluss als Anweisungen an ein zweites LLM weitergeleitet. Dieses zweite LLM ist darauf spezialisiert, alle wichtigen Kerninformationen aus dem OCR-Resultat zu extrahieren – von Produktdetails bis hin zu Mengenangaben und Preisen. Schließlich werden die ermittelten Ergebnisse in einem benutzerfreundlichen Front-End angezeigt, um schnell und effizient auf alle wichtigen Informationen zugreifen zu können und sie in den jeweiligen Unternehmensprozessen weiterzuverwenden.



## Deutschlandweit erstes zertifiziertes KI-Sicherheitsassistenzsystem

### Ausgangssituation

- 6 Arbeitsunfälle pro Tag in Deutschland
- Bisher: kapazitive Assistenzsysteme

### Lösung: IFA-zertifizierter »Hand Guard« von collective mind

- Kontaktlose Erkennung und Tracking von Handbewegungen & Stopp der Maschine bei Verletzungsrisiko

- Reduktion der Unfälle um 100 Prozent
- 50 Überprüfungen pro Sekunde
- Zertifizierung durch Institut für Arbeitsschutz (IFA, DGUV)
- Implementierung auf Edge-Devices

- Datenqualitätscharakteristiken (ISO 25012): Fairness (Deformation, Hautfarbe, Schmuck, Tattoo), Genauigkeit, Vollständigkeit, Konsistenz, Zuverlässigkeit, Aktualität



Der KI-basierte Lieferscheinscanner soll den gesamten Prozess der Warenannahme automatisieren, manuelle Eingriffe auf ein Minimum reduzieren und im Sinne einer optimalen Traceability die Fehlerquote erheblich senken.

*KI-basierter Artikelscanner zur Wareneingangsprüfung*

Im Rahmen der fortschreitenden Automatisierung wird außerdem ein KI-basierter Artikelscanner zur Effizienzsteigerung im Wareneingang von Rutronik getestet. Ursprünglich erfolgte die Mengenprüfung im Logistikzentrum in Eisingen manuell, wobei vorwiegend die Art der Artikel erfasst wurde. Durch die KI-Unterstützung können nun zusätzliche spezifische Daten automatisch ausgelesen und gespeichert werden, was den Prozess weiter optimiert und erleichtert. Der Artikelscanner verspricht eine präzisere und effizientere Erfassung sämtlicher relevanter Daten direkt im Prozess.



Bild 3: Testbetrieb zur Optimierung der Traceability im Logistikzentrum von Rutronik in Eisingen

Der KI-basierte Artikelscanner nutzt Echtzeitbilder von Industriekameras, um unter den Kameras positionierte Artikel automatisch zu detektieren, zu zählen und sämtliche Informationen aus den Etiketten auszulesen und zu speichern. Dabei wird die Detektion und Erfassung von Codes und Schriftsegmenten unabhängig von der Position der Artikel durchgeführt, wodurch der Artikelscanner besonders flexibel und robust ist. Die aus den Codes extrahierten Informationen wie Artikelnummer, Date-Code, Trace-Code und Artikelmenge werden mithilfe von Parser-Algorithmen ermittelt. Diese Daten fließen anschließend in die Logistiksysteme ein.

Durch den Einsatz dieser automatisierten Lösung können manuelle Eingriffe auf ein Minimum reduziert werden, was sowohl die Fehlerquote als auch den Zeitaufwand für die Erfassung und Verarbeitung der Wareneingänge erheblich senkt. Die Möglichkeit, spezifische Artikeldaten automatisch auszulesen und zu speichern, sorgt für eine deutliche Effizienzsteigerung im gesamten Wareneingangsprozess und ermöglicht eine optimierte Traceability zum Kunden und Lieferanten von Rutronik.

*KI-gestützte Methoden zur Merkmalsprüfung und Anomalieerkennung*

Weitere Projekte bei Rutronik in der Qualitätsprüfung elektronischer Komponenten werden bereits angestoßen. Denn collective mind hat

für die Merkmalprüfung eine KI-basierte Technologie, die mithilfe von Kameras beliebige Stellen an Objekten auf verschiedenste Merkmale inspizieren kann. Je nach Größe und Beschaffenheit des zu überprüfenden Merkmals können Oberflächenschäden sowie Abweichungen bis in den Mikrometer-Bereich in unter einer Sekunde zuverlässig erkannt werden. Die KI-basierte Methode von collective mind zur Anomalieerkennung ist dabei besonders vielversprechend für Anwendungsszenarien zur Produkt- und Qualitätsprüfung. Dabei werden beliebige Daten genutzt – z. B. Bilder, Texte, Sensor- und Tabellen-Daten. Durch das Kombinieren und Vergleichen der Daten mit

und untereinander soll ein möglichst vollumfängliches Bild des Bauteils entstehen. So wird der mögliche Grad der Anomalie festgestellt und die Anomalie so genau wie möglich verortet. Die visuelle Kontrolle von Lötunkten auf Platinen ist ein Anwendungsszenario, welches sich zur Anwendung der Anomalieerkennung mittels herkömmlicher Kameratechnik gut eignet.

*Umfassendes Feature-Set für maximale Flexibilität*

Die AI Plattform von collective mind bietet eine Vielzahl von Funktionen, um die Umsetzung



Thomas Rudel, CEO von Rutronik

„Wir möchten ermutigen, mit strategisch überlegten Investitionen und dem Bündeln von Kräften einen wirtschaftlichen Aufschwung gemeinsam anzupacken.“



Artur Hefner, Geschäftsführer von collective mind für die Ressorts Operations und Finance

„Wir bündeln unsere Kräfte, um international skalierbare und aus einer Hand entwickelte Soft- und Hardwarelösungen für KI-Anwendungen in u. a. Handel und Industrie anzubieten.“




von KI-Projekten in Unternehmen auf eine neue Ebene zu heben:

- Stabiler Betrieb für KI-Anwendungen jeglicher Art, unabhängig von Größe oder Komplexität, was insbesondere bei komplexen Lieferketten entscheidend ist.
- Tiefe Einblicke in Datensätze und Modelle ermöglichen es, eine fundierte Analyse und Optimierung der eingesetzten KI-Systeme durchzuführen.
- Intuitive Konfigurationsmöglichkeiten für alle Komponenten sorgen dafür, dass die Plattform einfach und verständlich in der Anwendung ist – sowohl für das interne Team als auch für externe Partner.
- Umfassendes Monitoring und Alarmsysteme gewährleisten, dass relevante Ereignisse in Echtzeit erkannt und effizient bearbeitet werden können.
- Die Plattform skaliert flexibel – von IoT-Sensoren über Einzel-PCs und Maschinen bis hin zu Supercomputer-Clustern – und passt sich somit den wachsenden Anforderungen an.
- Modularer Aufbau, der es ermöglicht, die Plattform bei Bedarf um kundenspezifische Komponenten zu erweitern, um maßgeschneiderte Anpassungen vornehmen zu können.
- Verfügbarkeit in der Cloud und On-Premise, um je nach Bedarf die optimale Einsatzmöglichkeit zu gewährleisten.

Profitieren auch Sie von der KI-anwendungsunabhängigen Plattform und kommen Sie mit Ihrem Anwendungsszenario auf uns zu, um gemeinsam die Möglichkeiten zur Optimierung und Effizienzsteigerung durch KI-Unterstützung zu sondieren!



Hier geht es zu  
weiteren Informationen  
und Kontaktdaten



# VERBINDEN. ERLEBEN. TRUH.

TRUH-Events schaffen  
eine echte Verbindung zu Ihren Gästen.

Individuell zugeschnittene Eventkonzepte und unser  
Rundum-Service setzen unvergessliche Highlights  
und machen Marken erlebbar.

Events, die bewegen.

10 Jahre Rutronik Automotive

# Starkes Netzwerk und eigene Referenzdesigns

*Im Interview gibt Uwe Rahn, Senior Director Automotive Business Unit (ABU) bei Rutronik, einen Einblick in die Meilensteine und Höhepunkte des speziell auf das Automotive-Segment zugeschnittenen Geschäftsbereichs von Rutronik. Erfahren Sie außerdem mehr über die aktuell durch das ABU-Netzwerk angestoßenen Diskussionen zu den wichtigsten Zukunftstechnologien in der Automobilelektronik.*

**Die Rutronik Automotive Business Unit feiert dieses Jahr 10-jähriges Jubiläum. Was sind Ihre persönlichen Höhepunkte der vergangenen Jahre?**

*Uwe Rahn:* Das ist gar nicht so einfach, sich auf einen Höhepunkt zu fokussieren. Im Team haben wir viele großartige Meilensteine innerhalb weniger Jahre erreicht. Dazu zählen in den vergangenen Jahren vor allem auch zahlreiche Automotive-Referenzdesigns, zum Beispiel die Entwicklung und Präsentation des 800-V-Referenzdesigns »Smart HV-eFuse« in Zusammenarbeit mit unserem Partner Vishay.

Speziell für die Region Asien bzw. ASEAN entwickelt, konzentriert sich das neueste Referenzdesign auf das Thema 48-V-Micromobility für Light Electrical Vehicles (LEV). Der Ansatz umfasst hierzu die technologischen Bereiche Traktionswechselrichter mit 15 kW, einen On-Board-Charger für 48-V-Systeme, einen DC/DC-Converter für bis zu 1 kW und eine e-Fuse-Variante zur Absicherung von 48-V-Bordnetzsystemen. Wichtig zur Präsentation des Referenzdesigns waren Fachmessauftritte der Rutronik ABU in den USA und Asien, z. B. bei der diesjährigen »Future Mo-

bility Asia« in Bangkok und der »ASEAN Automotive Supply Chain« in Thailand sowie der *electronica India 2024* in Delhi und 2023 in Bangalore. Und natürlich bot auch unsere 1. Rutronik Automotive Convention in Dearborn, Michigan, zahlreiche Möglichkeiten, um mit unserem Netzwerk über unsere Referenzdesigns ins Gespräch zu kommen.

**Das klingt spannend. Können Sie einige Eindrücke der Rutronik Automotive Convention in den USA mit uns teilen, die Anfang Oktober stattfand?**



Bilder: Rutronik





Vortragssession während der Rutronik Automotive Convention 2024 in Dearborn, Michigan

Die Rutronik Automotive Convention fügt sich in unser ABU-Veranstaltungskonzept ideal ein. Bereits 2018 veranstalteten wir den ersten Rutronik Automotive Congress in Pforzheim und damit in unmittelbarer Nähe zum Rutronik-Hauptsitz. Es folgten weitere Kongresse in den Folgejahren 2019, 2022 und 2023 sowie ergänzend ein 1. Automotive Congress in Turin im Jahr 2019.

Dieses Veranstaltungskonzept weiten wir nun als weltweiten Rutronik-eigenen Kongress für unser Automotive-Netzwerk aus. Wir setzen dabei auf Vorträge von Herstellern elektronischer Komponenten, Tier-1s und OEMs, um die neuesten Entwicklungen und Technologien in der Automobilelektronik aufzugreifen. Besonders beeindruckt zeigten sich die Teilnehmer bei unserer Rutronik Automotive Convention in den USA von der hohen technischen Detailgenauigkeit und der Qualität der Diskussionen. Um die Kompetenz von Rutronik im Bereich Forschung und Entwicklung (F&E) zu veranschaulichen, stellte Neal Enzenauer, Field Application Engineer bei Rutronik, dem Publikum das Hybrid Energy Storage System (HESS) von Rutronik System Solutions vor.

**Was ist Ihr Erfolgsgeheimnis, um die Automotive-Community zu versammeln?** Konkret war bei der Automotive Convention im Oktober die Nähe der Rutronik Automotive Convention zur »The Battery Show« in Nordamerika, die in der gleichen Woche in Detroit stattfand, ein strategischer Vorteil. Auch Rutronik war auf der Messe vertreten und unterstrich damit seine Expertise in der Automobilelektronik.

Außerdem liegen uns bei unseren ABU-Veranstaltungen ausreichend Gelegenheiten zum Austauschen und für Netzwerkmöglichkeiten der Besucher untereinander am Herzen – und das in einem etwas geschützteren Rahmen als auf einer Fachmesse. Daher gibt es eine begleitende Messe während unserer Kongressveranstaltungen mit ausgewählten Herstellern elektronischer Komponenten, die ihre jeweils neuesten Automotive-qualifizierten Komponenten präsentieren. Abgerundet wird dieses Netzwerkangebot durch Abendveranstaltungen, um im Business-Casual-Rahmen untereinander ins Gespräch zu kommen.

Inhaltlich setzen wir mit der Rutronik Automotive Convention in den USA, aber auch mit unseren Automotive-Congress-Veranstaltungen in Pforzheim auf einen idealen Mix aus in die Zukunft gerichteten Vorträgen und einer abschließenden Podiumsdiskussion. Wir hören hinein in unser Netzwerk und identifizieren, welche Themen aktuell diskutiert werden und die wir in der Folge in unserem Veranstaltungsprogramm aufgreifen.

**Und welche Themen stehen dabei aktuell hoch im Kurs?**

Hier kann ich gerne zunächst einen Einblick in einige Veranstaltungshöhepunkte unserer Automotive-Convention-Agenda in den USA geben. Dazu zählten u. a. Vorträge von Andreas Nebeling, Vice President Global Business Development bei Elmos, zur Fahrzeugbeleuchtung und ADAS. Arnd Herwig, Vice President Engineering bei Brose und Präsident des German-American Business Council of Michigan, diskutierte mit den Teilnehmern über den

Stand und die Technologietrends bei mechanischen Systemen in der Automobilindustrie. Mustafa Dinc, Senior Vice President Business Development Automotive bei Vishay, sprach über die Light Electrical Vehicles mit 48 V als Einsatz im urbanen Raum, für die wir bereits über Referenzdesigns verfügen. Simon Fürst, Cooperation Manager Automated Driving bei BMW, nahm neben seiner Hauptpräsentation mit integriertem Video über ADAS Level 2 und 3 an der abschließenden Podiumsdiskussion zum Thema autonomes Fahren teil und vermittelte wertvolle Einblicke in die Zu-



Uwe Rahn, Rutronik

„ Im Team haben wir viele großartige Meilensteine innerhalb weniger Jahre erreicht. Dazu zählen in den vergangenen Jahren vor allem auch zahlreiche Automotive-Referenzdesigns. “





Hersteller elektronischer Komponenten informieren über aktuelle Automotive-qualifizierte Produktneuheiten.

kunft der Automobiltechnik aus der Perspektive dieses deutschen Premium-Automobilherstellers.

**Und wie steht es um die Entwicklung autonom fahrender Fahrzeuge? Worüber diskutierten die Experten auf dem Podium?**

Für dieses Szenario sind mehrere Aspekte zu beachten: das komplexe Zusammenspiel verschiedener Komponenten und der Sicherheitsaspekt, insbesondere – aber nicht nur – im urbanen Raum. Momentan arbeiten die OEMs an Level-4-Fahrzeugen der nächsten Generation. Ein Beispiel wäre VW mit seinem für China entwickelten ID Code. Bis jedoch das »rechte« autonome Fahren mit Level 5 Realität wird, vergehen noch einige Jahre, zumal meines Erachtens derzeit nur einige wenige hochentwickelte Städte wie z. B. Singapur in der Lage sind, die nötige Infrastruktur für solche Vorhaben zu realisieren. Dieses Thema wurde auf den Podiumsdiskussionen unserer Rutronik Automotive Convention in den USA sowie dem Rutronik Automotive Congress 2023 in Pforzheim heiß diskutiert. Die Teilnehmer wiesen immer wieder auf den nötigen Business-Case hin, damit sich diese bisher sehr kostenintensive Technologie durchsetzen kann. Das Geschäftsmodell zeichnet sich heute eher im gewerblichen Bereich ab, bei Nutz- und Landfahrzeugen, Shuttles und Taxis. Auch muss sich nicht nur die Technologie in den Fahrzeugen weiterentwickeln, sondern auch

die Fahrkultur der Menschen. Damit meine ich vor allem die Akzeptanz der Koexistenz von Menschen und Maschinen im Güter- und Straßenverkehr.

**Neben dem Thema des autonomen Fahrens nannten Sie ein ganzes Spektrum an Themen, das in Vorträgen Ihrer ABU-Veranstaltungen aufgegriffen wird. Welche großen Trends lassen sich daraus für die nächsten fünf Jahre ableiten?**

Hier zeichnen sich meiner Beobachtung zufolge drei Schwerpunkte ab. Erstens sind dies neue Technologien in den Bereichen Licht und Sicht für ein optimales Zusammenspiel verschiedener elektronischer Komponenten. Das ist ein hochkomplexes Gesamtsystem und erlaubt die Kombination aus verschiedenen Elementen, die weit über eine flexible Ausleuchtung und eine partielle Steuerung der Lichtleistung hinausgehen. Es können beispielsweise auch Warnhinweise mit neuester Mikro-LED-Technologie auf die Straße projiziert werden. All dies bietet einen echten Mehrwert im Hinblick auf Sicherheit. Aber natürlich rückt auch die emotionalisierende Eigenschaft von Licht häufiger in den Fokus. Automobilhersteller nutzen vermehrt Animationen und eine besondere Lichtsignatur für ein optimales Fahrerlebnis. Dies gilt insbesondere für den Kundenkreis in asiatischen Märkten.

Ein weiterer interessanter Ansatz ist das Verschmelzen des Beleuchtungsmarktes mit dem

wachsenden Interesse an Lidar-Sensoren für das automatisierte Fahren. Die kompakten Lidar-Sensoren der kommenden Fahrzeuggenerationen werden dann in Eckbeleuchtungen und im Dachbereich integriert sein, um so ein noch größeres Sensorfeld abzudecken.

Zweitens beeindruckt mich bei Antriebssystemen neben dem Thema der Elektromobilität die rasante Entwicklung der Leistungselektronik im Zusammenhang mit der Elektromobilität. Neue Technologien auf der Basis von Siliciumcarbid (SiC) und zukünftig Galliumnitrid (GaN) ermöglichen höhere Leistungsdichten, höhere Wirkungsgrade bedingt durch kürzere Schaltzeiten, weniger Schaltverluste, also somit eine geringere Erwärmung des Bauteils. Im Falle der neuen SiC-Trench-MOSFETs bei Spannungs-Levels bis zukünftig 2000 V.

Durch die Elektrifizierung und den Einsatz von Hochvolt-Bordnetzen ist es entscheidend, Komponenten im Bordnetz bei Fehlfunktionen oder Unfällen schnell und sicher von der Hochvolt-Batterie zu trennen. Alternativen zu mechanischen Lösungen werden immer gefragter, um zum Beispiel die Lebensdauer der Batterie zu erhalten, Verbraucher in anderen Spannungs-Levels zu schützen und die Insassensicherheit zu gewährleisten. Hier zeigt sich für mich ein dritter Trend, und ein Konzept haben wir hierzu zusammen mit Vishay entwickelt und bereits 2022 zum ersten Mal einem breiten Fachpublikum vorgestellt. Mittlerweile befinden sich mehrere Demonstratoren des HV-Schalters bei verschiedenen namhaften Tier-1- und OEM-Kunden zum Test in deren Hochvolt-Forschungslaboren. Hierauf sind wir in der ABU besonders stolz, weil wir dabei als einer der Pioniere dieser neuen HV-Topologien gelten. Die Resonanz ist gut und wir stellen fest, dass auf Halbleitern basierende HV-Schalter von vielen Marktteilnehmern gerade durchdacht oder für die nächsten Fahrzeuggenerationen evaluiert werden. Unser Proof-of-Concept demonstriert den Entwicklern, mit welchen Bauelementen und Schaltungen bestimmte Funktionen innerhalb einer HV-eFuse realisiert werden können. Wir werden die gesamten Unterlagen, also Topologie und BOM, kostenfrei zur Verfügung stellen und verkürzen somit die Time to Market für die Eigenentwicklungen unserer interessierten Kunden.



Hier gibt es noch mehr Einblicke in 10 Jahre ABU





Neuronal-Processing-Units vom Edge-Einsatz bis zum Datacenter

# Fit für das KI-Zeitalter

*Das Angebot an KI-Entwicklungswerkzeugen ist vielfältig und wächst ständig. Dieser Beitrag gibt einen Überblick über leistungsfähige KI-fähige Werkzeuge – von Chips über Prozessoren und Boards bis hin zu Computern.*

VON BERND HANTSCH, VICE PRESIDENT PRODUCT MARKETING EMBEDDED & WIRELESS BEI RUTRONIK

Unsere Welt dreht sich gefühlt immer schneller – und mit ihr die Innovationszyklen der Elektronikbranche. Rutronik hat es in seiner über 50-jährigen Firmengeschichte stets verstanden, mit den Entwicklungen Schritt zu halten und seinen Kunden den Zugang zu neuen Entwicklungen zu ermöglichen. Am aktuellen Beispiel der Künstlichen Intelligenz (KI) findet sich mittlerweile in allen Produktbereichen und Leistungsklassen Hardware mit sogenannten KI-Beschleunigern, also Neuronal-Processing-Units, die als Koprozessoren die Anwendungen vom

Feldeinsatz bis zum Rechenzentrum fit für zukünftige Anforderungen machen. Darüber hinaus gibt es rechtliche Aspekte, die Unternehmen unbedingt beachten sollten.

## *Das Ende von Windows 10 und die Folgen*

In vielen Unternehmen wird noch auf Notebooks mit Windows 10 gearbeitet. Microsoft hat dafür jedoch bereits das offizielle Support-Ende für den 14. Oktober 2025 angekündigt.



Bild: systiphus/stockadobe.com

Etwas Weitsicht und ein zeitlicher Puffer helfen, einen leergelegten Markt zu vermeiden und bessere Einkaufskonditionen zu erzielen, bevor die Regale der Distributoren und Händler leer sind.



## BD28C5 – Neue Familie von PWM-Controller-ICs für „Flyback“-basierte Spannungsversorgung

- Produktlinie mit **unterschiedlichen UVLO-Stufen**, die für Si (MOS/IGBT) und SiC-MOSFETs geeignet sind
- **Pin-zu-Pin-kompatibel** zu marktüblichen Produkten
- Strommodus-**PWM-Controller**



INDUSTRIAL DRIVES



OFF-BOARD CHARGER



ENERGY CONVERSION



PSU



Bild: Extra Computer

Bild 1: Mit den Notebooks »exone go Business 1490 X14« und »exone go Business 1690 X14« bietet Rutronik zwei Modelle mit 14" bzw. 16" Displaydiagonale auf Basis des neuen KI-fähigen Prozessors Intel Core Ultra 7-155U.

Nicht nur die technische Unterstützung wird dann eingestellt. Insbesondere das Ausbleiben von Sicherheits-Updates zwingt Unternehmen im Umfeld erhöhter Kritikalität durch die bereits ein Jahr zuvor (Oktober 2024) in Kraft getretene Netz- und Informationssicherheitsrichtlinie (NIS2) zur Umstellung. Doch auch alle anderen Firmen wie auch private Anwender sollten sich den zukünftigen Sicherheitsrisiken bewusst sein, zumal potenzielle Gefahren sicher auch weiterhin zunehmen werden.

Wer seine bestehende Computerlandschaft einfach auf Windows 11 updaten will, könnte an mangelnder Kompatibilität oder erhöhten Systemanforderungen scheitern. Besitzerinnen und Besitzern von Computern mit Intel-Core-Prozessoren bis einschließlich der siebten Generation bliebe allenfalls der Umstieg auf Linux oder der reine Offline-Betrieb, um ein Desaster zu vermeiden. Die meisten Unternehmen und Anwender werden das Support-Ende sicherlich zum Anlass nehmen, beim Wechsel auf Windows 11 auch gleich die Hardware zu modernisieren. In neusten Geräten hat sich schließlich auch die Peripherie weiterentwickelt. So profitiert man nebenbei von neueren Bluetooth- und WiFi-Spezifikationen, besseren Kameras, Displays und Akkulaufzeiten. Wenn man im Zuge des Umstiegs auf Windows 11 neue Computer anschafft, dann doch gleich Geräte mit integrierter NPU, welche CPU und GPU nicht nur entlasten, sondern auch der immer weiter verbreiteten Ausführung von KI-Prozessen enorme Geschwindigkeits- und Energiehaushaltsvorteile offenhalten.

*Kompetente Beratung  
und vielfach konfigurierbar*

Mit den Notebooks »exone go Business 1490 X14« und »exone go Business 1690 X14« bietet Rutronik seinen Kunden zwei Modelle mit 14"



Bild: Intel

Bild 2: Die Prozessorfamilie Intel Core Ultra verfügt über fortschrittliche KI-Funktionen.

bzw. 16" Displaydiagonale auf Basis des neuen KI-fähigen Prozessors Intel Core Ultra 7-155U. In einem robusten und leichten Gehäuse (Gesamtgewicht ca. 1 kg) sorgen Sicherheitsfunktionen für den Schutz der Daten. Modernste Konnektivitätsoptionen sorgen dafür, dass mit dem Rechner immer und von überall eine Verbindung hergestellt werden kann. Die Akkulaufzeit wird vom Hersteller mit 16 Stunden angegeben, sodass auch nach Jahren noch genügend Energie für einen kompletten Arbeitstag vorhanden sein sollte (Bild 1).

Die Expertinnen und Experten der noch jungen Sparte »Rutronik IT Electronics« beraten zu Konfigurationsmöglichkeiten, Erweiterungen, Peripherie oder KI-Beschleunigerkarten beispielsweise für Bestandshardware. Auch bei der individuellen Zusammenstellung eines Rechners unterstützt das Team gerne. Als offizieller Franchise-Distributor von Intel bietet Rutronik die neuen Core-Ultra-Prozessoren sowie passende Mainboards von Kontron, Asus und Advantech an. Zusammen mit einem Portfolio an Arbeitsspeichern, Festspeichern (auch in Verbindung mit Windows-Lizenzen), Netzteilen, Gehäusen und Peripheriegeräten können damit individuelle KI-Rechner zusammengestellt werden.

*Ein Blick  
auf den Computermarkt*

Über den Tellerrand in die Glaskugel geschaut: Als das Coronavirus aufkam und viele Arbeitskräfte das Homeoffice bezogen, erlebte auch der Computerhandel einen Boom. Es wurden Laptops und Peripheriegeräte für die nun mobilen Arbeitskräfte angeschafft und ebenso Server, die ein vernetztes, dezentrales Arbeiten ermöglichten. Die Supply-Chain wurde dabei auf eine harte Probe gestellt. So floss ein Großteil der Halbleiterbauelemente bevorzugt in die Computerbranche, die mit enormen Stückzahlen die Argumente auf ihrer Seite hatte. Auf ein produziertes Auto kamen unzählige neue Laptops. Einige Branchen wie die genannte Automobilindustrie hatten das Nachsehen bei der Chipversorgung. Sie versuchten, die begehrten Ressourcen auf dem Markt zu finden und sich mit erhöhten Forecasts und



Doppelbestellungen zu positionieren, um die Produktion ihrer Endprodukte halbwegs aufrechtzuerhalten. Als sich der Markt 2022/2023 wieder normalisierte, wurden die Läger mit den rückstelligen Bestellungen geflutet. Auch 2024 beobachtet man noch Lagerreichweiten von teils bis zu zwei Jahren, was einen historischen Rekord darstellen dürfte.

Als Folge der vollen Läger bei elektronikverarbeitenden Firmen bei gleichzeitig schwächelnder Wirtschaft werden kaum neue Bestellungen getätigt, da die Lieferzeiten und Verfügbarkeiten von Halbleitern inzwischen nicht mehr als kritisch anzusehen sind. Es ist Vorsicht geboten: Die Halbleiterproduzenten sind gezwungen, ihre Produktion zu drosseln und auch ihre Lieferketten anzupassen.

Dieses Auf und Ab der Lagerbestände und Produktionsvolumen nennt man seit Jahrzehnten umgangssprachlich »Schweinezyklus«. So dramatisch die Maximalauschläge in den letzten Jahren waren, hebt sich die aktuelle Situation jedoch von dem altbekannten Spiel ab. Die unsichere Wirtschaftslage mit höheren Zinsen als im vergangenen Jahrzehnt lässt die Firmen bei Investitionen eher zurückhaltend agieren und auf eine baldige Zinssenkung hoffen. Das Support-Ende von Windows 10 und der Wettbewerbsdruck, KI quasi einsetzen zu müssen, werden den Computermarkt 2025 wieder beflügeln. Die Laptops aus den Corona-Anfängen sind bis dahin abgeschrieben und können ersetzt werden. Dieser bevorstehende Boom in Verbindung mit dem Kapazitätsabbau bei der Herstellung von elektronischen Kleinbauteilen läutet die nächste Phase der Allokation ein. Die gesamte Elektronikindustrie weist bereits seit einigen Wochen darauf hin, dass langfristige Bedarfspläne der Kunden erforderlich sind, um die Versorgung 2025 und darüber hinaus sicherzustellen. Alle IT-Einkäufer sollten gewarnt sein, nicht bis zum Support-Ende von Microsoft zu warten. Etwas mehr Weitsicht und ein zeitlicher Puffer beugen einem leergefegten Markt vor und bieten bessere Einkaufskonditionen, als wenn später die Regale der Distributoren und Händler wieder leer sind.

*Leistungsstarke KI-Anwendungen und Entwicklertools*

KI ist aber nicht nur ein Thema für Menschen vor dem PC. Auch in professionellen Anwendungen, wie sie bereits in der Industrie, Medizin, Robotik und Automation zu beobachten sind, werden gerne Sensorikmuster, Kamerabilder und Audioquellen mithilfe von Large Language-Models (LLMs) oder Large Action-

Models (LAMs) analysiert und gemäß den Wahrscheinlichkeitsgesetzen entsprechende Schlüsse gezogen.

Beginnen wir auf der Ebene der Sensoren und Aktoren – also ganz nah am Werkstück. Hier werden die Sensordaten bereits vor der Weiterverarbeitung auf Muster untersucht und bewertet. Die Firma Edge Impulse bietet solche Machine-Learning-Software zum Beispiel für die Mikrocontroller von Nordic Semiconductor und Infineon an. So mancher Smart Ring, der die Gesundheitsparameter des Ringträgers überwacht und an das Smartphone sendet, basiert auf der stromsparenden Hardware von Nordic Semiconductor und der darauf laufenden ML/KI-Software von Edge Impulse. Dass ein Fingerring mit Sensoren, Bluetooth und KI-Berechnungen nicht viel Platz für einen großen Akku lässt, zeugt von der enormen Energieeffizienz, die in den letzten Jahren erreicht wurde.



Bild: Advantech

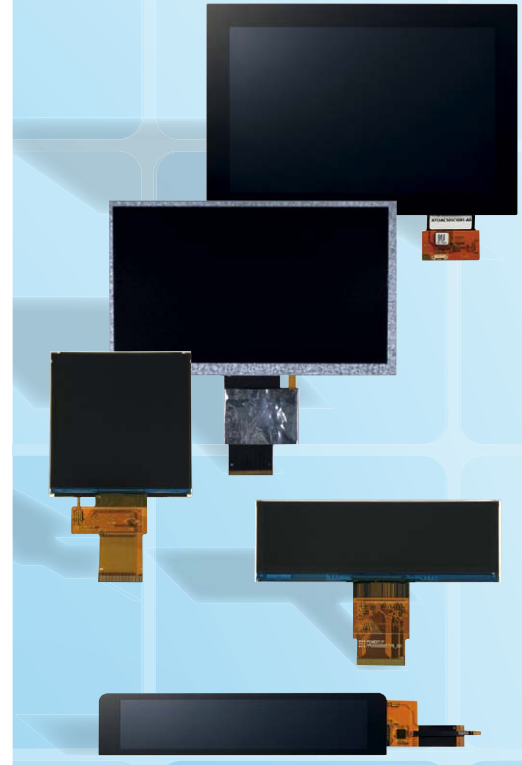
Bild 3: Das auf Nvidia IGX Orin basierende KI-System MIC-735E-IO von Advantech für niedrige Latenz, Netzwerksicherheit und funktionale Sicherheit.



Bild: Advantech

Bild 4: Die ICAM-520 von Advantech ist eine industrielle KI-Kamera, die mit einem Nvidia-Jetson-Xavier-NX-Rechenmodul und einem Sony-Bildsensor in Industriequalität ausgestattet ist.

**Display Solutions**  
1.44" ~ 23.8"



**Embedded Solutions**  
MPU, MCU

SOM



SMARC



**i.MX8MM NXP**  
**RK3568 Rockchip**





Bild 5: Advantechs KI-Inferenzsystem AIR-030 auf der Basis von Nvidia Jetson AGX Orin



Bild 6: Secos lüfterloser Embedded-Computer Titan 300 TGL-UP3 mit Intel-Core- und Intel-Celeron-SoCs der 11. Generation und Axelera-KI-Chip

Mit den neuen nRF54L- und nRF54H-Familien kommen Ende 2024 bzw. Anfang 2025 die neuesten und nochmals verbesserten Generationen von Multicore-Mikrocontrollern in einem stecknadelgroßen Chip auf den Markt. Beim Bluetooth-Mikrocontroller PSoC63 von Infineon hat der Kunde sogar die Wahl zwischen Edge Impulse und der inzwischen bei Infineon integrierten Software von Imagemob. Beide Software-Alternativen konzentrieren sich auf Machine-Learning-Aufgaben im Controller. Imagemob ist bereits im Infineon-SDK Modus Toolbox enthalten. Dort findet sich auch die Installationsanleitung für den Einsatz der Drittanbieter-Software Edge Impulse.

### Anforderungen von Edge-Computing

Wer mehr Rechenleistung benötigt, als nur Bewegungen zu bewerten, Klangmuster einem Ereignis zuzuordnen oder Umweltparameter zu konsolidieren und Hochrechnungen zu er-

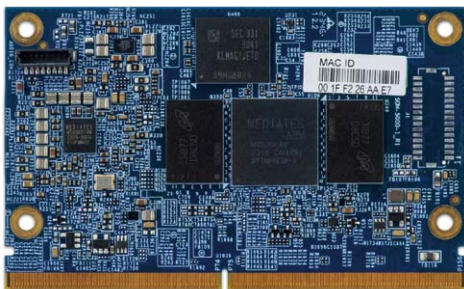


Bild 7: Das VIA-SOM-5000-Modul wird von einem MediaTek-Genio-700-Octa-Core-Prozessor mit integriertem KI-Prozessor angetrieben, der bis zu 4 TOPS für Deep Learning, neuronale Netzwerkbeschleunigung, Computer-Vision-Anwendungen und HiFi5-Audioverarbeitung bietet.

stellen, findet bei Rutronik neben Komplettcomputern und Halbleiterchips auch KI-fähige Embedded-Boards. Diese Klasse wird typischerweise für Edge-Computing-Anwendungen eingesetzt – also wenige Meter vom Werkstück entfernt. Edge-Computing-Anwendungen werden mit festen Spannungen versorgt und können daher mehr Energie umsetzen als batteriebetriebene Anwendungen. Entsprechend ungleich höher ist auch die Rechenleistung, sodass hier gerne Videoanalysen und hochfrequente Berechnungen, oft in Echtzeit, durchgeführt werden.

Die Intel Tiber Development Cloud bietet Entwicklerinnen und Entwicklern Zugang zu sehr vielen KI-Tools wie OpenVino, OneAPI, PyTorch, TensorFlow, Llama2 und vielen weiteren LLMs, Frameworks und Toolkits. Als Hardware-Plattform kann ein eigener Computer entworfen werden, wobei Rutronik mit Intel-Core-Ultra-Prozessoren (Bild 2) oder Intel-Gaudi-KI-Koprozessoren unterstützt. Oder man greift direkt auf ein Board eines Drittherstellers zurück, der die Halbleiterchips bereits verbaut, verifiziert und zertifiziert hat.

### Edge-Systeme für die Verarbeitung großer Datenmengen

Der Advantech AIR-030 stellt als nächste Ausbaustufe einen komplett aufgebauten KI-Rechner für den Edge-Einsatz dar. Basierend auf Nvidia Jetson AGX Orin bietet der Rechner eine Heavy-Industry-Zertifizierung nach ISO 61000-6-4 sowie USB-C, CanBus, Ethernet und diverse Erweiterungsmöglichkeiten, z. B. mittels M.2-Karten. Neben diesem Computer bietet Advantech zwölf weitere Edge-Systeme an – basierend auf Nvidia Jetson Nano, TX2 NX, AGX Xavier oder Nvidia Jetson Xavier NX. Die so vorgefilterten Daten entsprechen nur einem Bruchteil des Volumens der von den Sensoren generierten Rohdaten. Der Datentransport zu Rechenzentren ist in vielen Fällen deutlich kostengünstiger und schneller. Bei einigen Anwendungen können KI-Berechnungen jedoch nur durch die Verarbeitung verschiedener Datenquellen aus der ganzen Welt durchgeführt werden, sodass Rechenzentren trotz Edge-Wachstum seine Notwendigkeit auch weiterhin ausbauen werden. Advantech bietet mit der MIC-735-Serie komplette Server auf Basis der Nvidia IGX Origin an, die bis zu 275 TOPS schnelle Berechnungen ermöglichen (Bild 3). Eine Nvidia RTX A6000 befeuert die Serverfamilie zusätzlich für anspruchsvolle Bewegtbildanalysen. Mit der MIC-71xx-Familie von Advantech bietet Rutronik seinen Kunden sechs Entwicklungsumgebungen auf Basis ver-

schiedener Nvidia-Jetson-Chips für die kundenspezifische Geräteentwicklung.

### KI-Chips und Boards für smarte Kameras

Die Modelle ICAM-500, -520 und -540 von Advantech zeigen, was eine Kamera leisten kann, wenn man KI-Chips von Nvidia mit Bildsensoren von Sony kombiniert (Bild 4). Bis zu 8 MPixel@50 fps oder 1,6 MPixel@60 fps ermöglichen hochauflösende Videosignale auch bei sich schnell wechselnden Motiven. Die Kamera erkennt die gefilmten Szenarien und wertet diese noch im Kameragehäuse aus, sodass nur die Schlussfolgerungen aus der gefilmten Szene an den extern angeschlossenen Computer übertragen werden müssen und entsprechend wenig externe Rechenleistung benötigt wird. Die KI-Kameras von Advantech ergänzen damit das Rutronik-Angebot im Bereich Smart Kameras, das in den letzten Jahren durch die sehr erfolgreichen Intel-RealSense-Kameras, Kameramodule und Chips bereits eine gute Marktdurchdringung erreicht hat. Die Intel-RealSense-Produkte ermöglichen insbesondere durch OpenVino und andere KI-Software-Tools auch eine Bildanalyse, ohne die Hauptrecheninheit übermäßig zu belasten. Mit Adlink steht noch ein weiterer Anbieter von KI-Kameras im Rutronik-Portfolio bereit, welcher in Kombination mit seiner Edge-Vision-Analytics-Software nicht weniger interessant für viele Aufgaben ist.

Wird ein Edge-Computing-System für eine Installation in besonders rauen Umgebungen benötigt, lohnt sich ein Blick auf die Advantech-MIC-71x-Familie oder den MIC-730IVA. Bis zu acht Videostreams lassen sich mit einem solchen Rechner einfangen und auswerten – auch ohne Lüfter, was u. a. in staubiger Umgebung zwingend ist. Der Leistungsbereich reicht von 512 GOPS über 21 und 32 TOPS bis hin zu 100 TOPS bei den Spitzengeräten MIC-7150X und MIC-7170X. Die SECeDGE-Software auf den Advantech-Computern schützt die kundeneigenen KI-Modelle, stellt die Datenintegrität sicher, macht einen externen TPM-Chip überflüssig und ermöglicht gleichzeitig Secure Boot, Firmware-Updates, Failure-Recovery, Encryption, Credentials-Management und Cloud-Integration (Bild 5).

### Computer, Prozessoren und Boards für KI-Anwendungen

Für bestimmte Anwendungen bietet sich eine KI-Lösung des italienischen Platinenherstellers



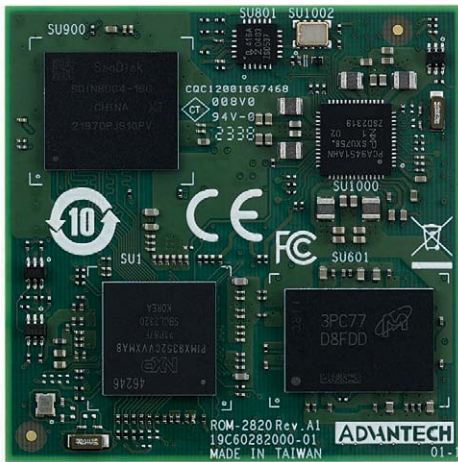


Bild 8: Der ROM-2820 von Advantech ist ein leistungsstarker SoC (OSM Size L) mit Edge-ML-Fähigkeiten.

Seco an. Der Seco Titan 300 TGL-UP3 AI ist ein lüfterloser Multicore-Rechner auf Basis von Intel-Core- und Intel-Celeron-Prozessoren, sodass Aufgaben auf den jeweils energieeffizientesten Recheneinheiten ausgeführt werden können (Bild 6). Zusätzlich hat Seco den beiden CPUs eine NPU als Koprozessor zur Seite gestellt. Hier werkelt mit bis zu 120 TOPS ein Axelera Metis, auch AIPU (Künstliche-Intelli-

genz-Prozesseinheit) genannt. Der noch junge Franchise-Partner von Rutronik Via Technologies setzt bei seinen KI-Boards auf intelligente Halbleiter von MediaTek. So ist das Via ARTIGO A5000 ein lüfterloses, sehr kleines Arm-System mit acht Rechenkernen (zwei MediaTek Genio 700 bzw. zwei Arm-Cortex-A78-Einheiten) für KI-Anwendungen am Edge. Auch an das Via SOM-5000 lassen sich zwei AHD-Kameras über MIPI und Touches über LVDS und HDMI anschließen (Bild 7). Die 4K-Hardwarebeschleunigung nach H.265/H.264 erlaubt Videokomprimierung und -dekomprimierung, ohne die Hauptrechner mit dieser Arbeit zu belasten. 4 TOPS der KI-Einheit sollten für viele Videoaufgaben bereits ausreichen, sodass hier schon bei der Produktauswahl Energiebedarf und Anschaffungskosten eingespart werden können.

Wer bestehende Workstations oder Server mit KI-Beschleunigern nachrüsten möchte, der findet mit der iEi Mustang-T100-T5 und der Mustang-M2BM entsprechende Erweiterungskarten. Basiert die T100-Karte auf gleich fünf Coral-Edge-TPUs von Google, so lässt die M2BM-Karte die Berechnungen von zwei Intel-Movidius-Myriad-X-VPU durchzuführen.

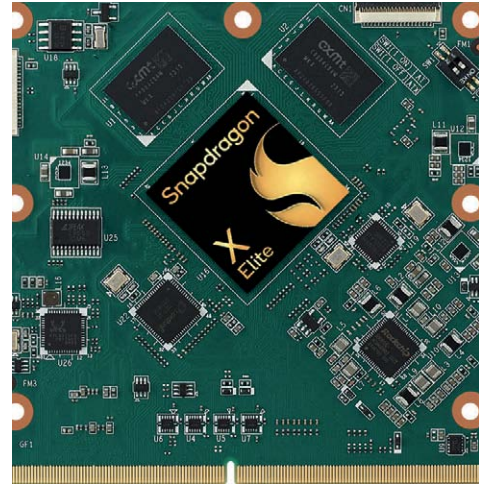


Bild 9: Das AOM-7721 von Advantech wird von einem Qualcomm-X-Elite-SoC für die maschinelle Bildverarbeitung und KI-Anwendungen angetrieben.

Bereits die Google-Karte glänzt mit 20 TOPS bei nur rund 15 W Leistungsaufnahme. Neben iEi setzt auch die Molex-Schwester BittWare mit ihrer Beschleunigerkarte IA-440i auf Intel-Technik. Hier arbeitet allerdings ein Agilix-7-FPGA-Chip der inzwischen von Intel ausgegliederten Firma Altera. Die Karte eignet sich für besonders schnelle Datenspeicherungsauf-

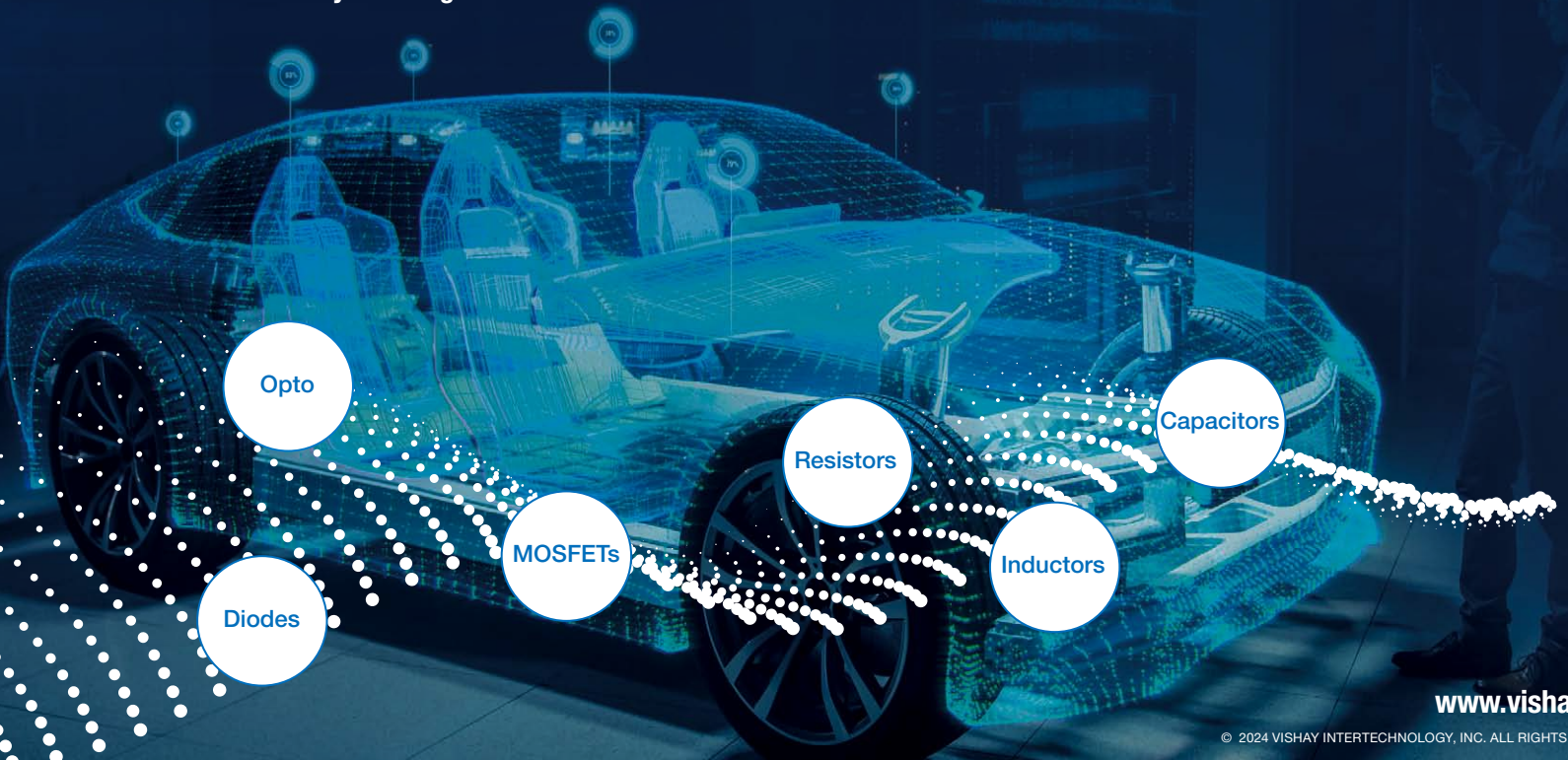
Anzeige



The DNA of tech.®

# Behind the power is The DNA of tech.®

One of the world's largest portfolios of discrete semiconductors and passive electronic components essential to your designs


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

© 2024 VISHAY INTERTECHNOLOGY, INC. ALL RIGHTS RESERVED.



gaben und wird daher eher in Datenloggern und beim Bau von Speicherservern eingesetzt.

### Modulare Alternativen für rechenintensive Anwendungen

KI hat auch vor dem immer populärer werden Segment standardisierter OSM-Module (Open Standard Module) keinen Halt gemacht. Mit den Advantech ROM-2620, ROM-2820 und ROM-2860 bietet Rutronik drei Module, die vom Hersteller auch als Power-Saver, AI-Enabler und Transboundary-Star bezeichnet werden – je nach Bedarf also das passende Angebot für Berechnungen im Feld. Während die ersten beiden auf das Betriebssystem Yocto setzen, ist die letzte aufgeführte Variante ausschließlich für Windows 11 on Arm oder Ubuntu erhältlich. Für alle drei OSM-Module wird eine Verfügbarkeit bis ins Jahr 2034 ga-

rantiert, sodass eine heutige Investition in die Entwicklung ausreichend Zeit hat, einen ROI zu generieren. Die Yocto-Module unterstützen Arm-Cortex-A35- bzw. A55-Kerne. So kann das ROM-2820 auf eine 500 GOPS schnelle NPU vom Typ Ethos-U65 zugreifen, die KI-Algorithmen bis zu zehnmals schneller verarbeiten kann als der Cortex-A55-Kern (Bild 8). Das Flaggschiff ROM-2860 setzt auf einen Qualcomm QCS6490, welcher die Kyro-670-CPU und die Hexagon-NPU aus gleichem Hause enthält. Die Rechenleistung wird gerne in Dash-Cams, Rasenmähern, Staubsaugern oder industriellen Scannern für eine blitzschnelle Kameraauswertung genutzt – die 12 TOPS machen es möglich. Durch die ARM64-Kompatibilität und integriertes WiFi 6E lassen sich die bereits vorgefilterten Daten problemlos in die Microsoft-Azure-Cloud übertragen oder auch Azure-AI-Services neben vielen anderen Entwicklungstools nutzen.

Auch größere Formfaktoren wie Computer-on-Modules sind bei Rutronik längst mit integrierter KI erhältlich. Das Advantech AOM-3511 mit 5 TOPS ist nur 5 Zentimeter tief, das AOM-3411 hingegen 80 Millimeter. Ersteres basiert auf einem Arm-Cortex-Multicore. Sechs A55@2 GHz, ein M7@800 MHz und ein M33@250 MHz erlauben die Adressierung der Aufgaben an die jeweils sinnvollste Recheneinheit. Das AOM-3411 setzt noch einen drauf: Angetrieben von einem Rockchip RK3576 stehen hier vier A72@2,2 GHz, vier A53@1,8 GHz und ein M0@800 MHz zur Verfügung. 6 TOPS schafft die integrierte NPU.

Das Angebot an Mikrocontroller-Architekturen und den darauf verfügbaren Betriebssystemen kann für einen Ein-, Umsteiger oder Wiedereinsteiger derzeit noch verwirrend sein. Im Juni 2024 kamen die ersten Laptops auf Arm-Basis anstelle von x86-Architekturen auf den Markt,

Linux-basiertes Betriebssystem für den Kritis-Einsatz von Embedded Devices

# Maßgeschneidert und sicher

*In einer zunehmend vernetzten Welt, in der Cyber-Bedrohungen allgegenwärtig sind, stehen Unternehmen vor der wachsenden Herausforderung, ihre Systeme und Daten vor Cyber-Angriffen zu schützen. KontronOS ist ein Betriebssystem für IoT-Sicherheit.*

VON JOHANNES GASDE, CORPORATE PRODUCT MANAGER EMBEDDED & WIRELESS BEI RUTRONIK, JENNIFER LACHKY-BUSCH, PORTFOLIO MANAGER IIoT SOFTWARE BEI KONTRON AIS, UND MARC ROEDER, CUSTOMER PROGRAM MANAGER BEI KONTRON AIS

**D**er Durchbruch und die zunehmende Verbreitung des Internets der Dinge (Internet of Things, IoT) führen dazu, dass IoT-Anwendungen immer mehr hochsensible Daten und Prozesse verwalten und damit auch die rechtlichen Rahmenbedingungen enger werden. Den veränderten Anforderungen wird im europäischen Raum 2024 durch die Anpassung der Funkgeräte-Richtlinie und des Netzwerk- und Informationssicherheitsgesetzes (NIS2) Rechnung getragen. Die EU-Richtlinie EU RCE zielt auf die Resilienz und physische Sicherheit kritischer Infrastrukturen ab und ist durch die Mitgliedstaaten bis spätestens Oktober 2024 mit entsprechenden Maßnahmen zu adressieren. Hersteller, Integratoren und Betreiber von IoT-Produkten im Umfeld kritischer Infrastrukturen werden darin verpflichtet, umfassende Anforderungen im Bereich der IT-Sicherheit zu erfüllen. Diese



Bild 1: KBox-A-151 mit 3,5"-SBC-AML/ADN (links), der Box-PC AL i.MX8M Mini und das SMARC-sXEL-E2-Modul (rechts)



mit Microsoft Windows 11 on Arm im Unterbau und Microsoft Copilot im Überbau. Alle Laptop-Hersteller, auch Microsoft mit seinen Surface-Modellen, setzen dabei auf den neuen Qualcomm Snapdragon X Elite als Antriebseinheit. Eben dieser neue Prozessor arbeitet auch bereits im Computer-on-Module AOM-7721 von Advantech (Bild 9). Mit stolzen 45 TOPS scheint die KI-Performance in Endgeräten also schon jetzt ähnlich hoch, wie es vor Kurzem nur in energiehungrigen Servern denkbar war. Für wen das Design eines Basisboards für die Computer-on-Modules nicht in Frage kommt, der findet mit dem Advantech RSB-3810 einen Single-Board-Computer im 2,5"-Pico-ITX-Formfaktor. Der Computer wird von einem MediaTek Genio 1200 angetrieben, der CPU, VPU und MDLA enthält und sich somit auch für rechenintensivere Operationen, insbesondere auf Basis von TensorFlow Lite, eignet.

*Produktübersicht in neuer Rutronik-Broschüre »KI-Highlights«*

Wer bei diesem Querschnitt durch unsere Produktkategorien vom kleinen KI-Mikrocontroller bis zum mächtigen KI-Server neugierig auf das gesamte Leistungsspektrum geworden ist, findet in der Rutronik-Broschüre »KI-Highlights« eine informative Gegenüberstellung, worin auch auf das Angebot von DFI, Aaeon, Cherry Embedded Solutions, Adlink und speziellen Speichern diverser Hersteller eingegangen wird. Gerade bei diesem Thema sei erwähnt, dass sich die Welt tatsächlich immer schneller dreht und somit auch das Produktangebot von Rutronik nahezu täglich um neue KI-Lösungen erweitert wird. Ein Gespräch mit den Rutronik-Expertinnen und -Experten ist daher nicht durch KI oder den Katalog zu ersetzen. Bitte warten Sie mit Ihrem Ausstieg

von Windows 10 nicht bis zum offiziellen Support-Ende, wenn vermutlich Preise und Lieferzeiten wieder steigen werden. Unterstützung bietet Ihnen Ihr Rutronik-Vertriebsansprechpartner oder schreiben Sie an [embedded@rutronik.com](mailto:embedded@rutronik.com).



Scannen Sie den QR-Code für weitere Informationen und Kontaktdaten zu Rutronik IT Electronics



Werfen Sie direkt einen Blick in die Broschüre »KI-Highlights«

Thematik betrifft insbesondere auch Hersteller und Kunden aus dem Embedded-Bereich von Rutronik.

Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, hat Kontron ein sicheres, gehärtetes, Linux-basiertes Betriebssystem entwickelt. Durch die Integration von KontronOS werden beispielsweise die Edge-Devices AL i.MX8M Mini und die KBox-A-151 mit 3,5"-SBC-EKL und 3,5"-SBC-AML/ADN als Box-PCs oder das Modul SMARC-sXEL E2 (Bild 1) zu einer sicheren Plattform gegen Cyber-Bedrohungen. Die Bo-

xen bieten hohe Rechenleistung und Zuverlässigkeit für anspruchsvolle Anwendungen in Bereichen wie industrielle Automatisierung, Transport und Medizintechnik.

Das Herzstück ist für alle Kunden gleich. Die Software wurde jedoch so angepasst, dass auf Kundenseite viele Konfigurationsmöglichkeiten für individuelle Anforderungen bereitstehen. Die Yocto-Build-Umgebung erlaubt es, nur die wirklich notwendigen Teile zu dem System hinzuzufügen und alle anderen auszuschließen. Dadurch wird die Anzahl der

Softwareteile, die potenzielle Fehler enthalten können, deutlich reduziert. Zum Beispiel wird die Konfiguration des Kernels so gewählt, dass so wenig Teile wie möglich hinzugefügt werden. Dieser Ansatz ermöglicht es, sich auf die Anwendung oder auf den eigenen Docker-Container zu konzentrieren.

Ein Beispiel aus der Anwendung: Ein Hersteller von Sägemaschinen überwacht den Status seiner Produktion mithilfe eines selbst entwickelten Algorithmus, der in einem separierten Docker-Container eingekapselt ist. Durch dieses

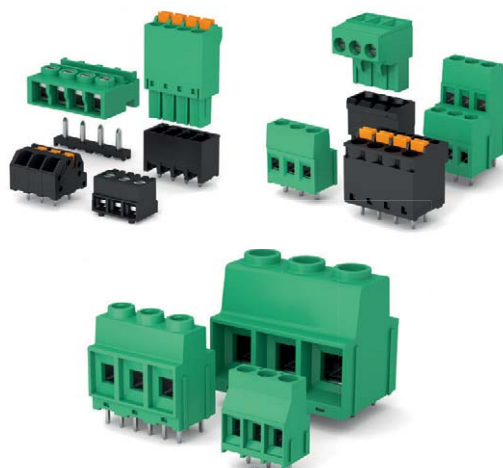
Anzeige

# Who we are



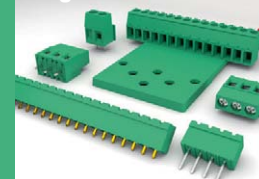
SAURO is an Italian company that for 40 years has been excelling in the supply of electromechanical products, such as connectors and terminal blocks for printed circuit boards. Our mission is to offer a safe, reliable and innovative product, whose entire production chain, from supplier selection to packaging, must respect and protect the environment and people through choices that focus on excellence. We are present in the world main markets with sales offices and warehouses for on-site service; in particular, our branches are located in Krefeld (Germany), Austin (USA) and Shanghai (China).

# What we do



# What Can we do for you?

Design-in



Colors & marking



Packaging in kit



Products for automation



[www.sauro.net](http://www.sauro.net)

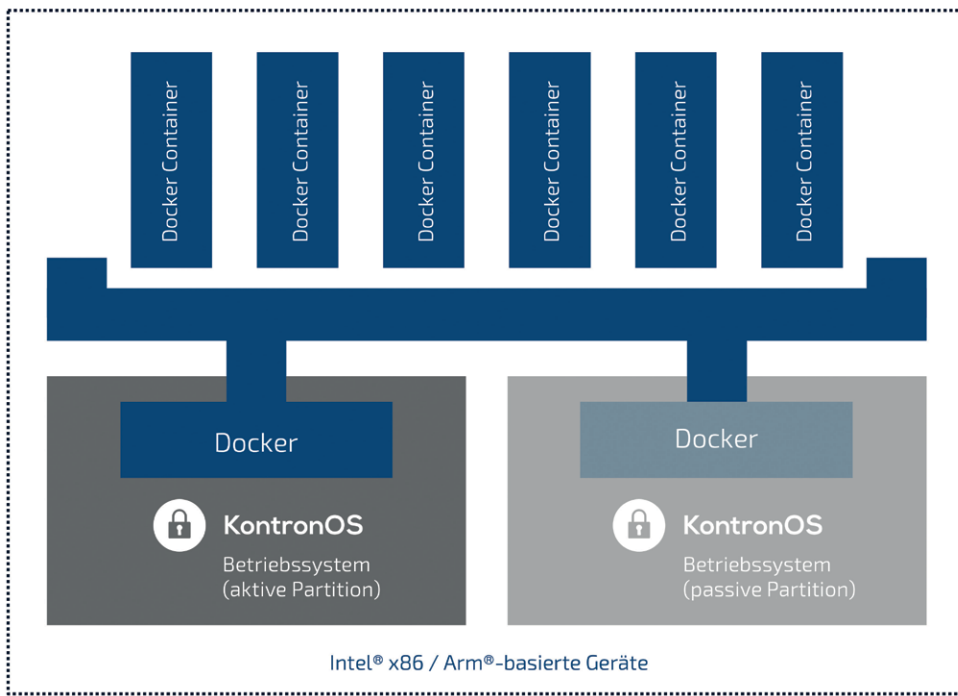


Bild 2: Standard-IoT-Stack mit vorinstalliertem sicherem Betriebssystem KontronOS

Tracking kann er sowohl die Produktionskapazität seiner Sägen erhöhen als auch den Service für die Kunden verbessern. Der Einsatz von KontronOS sorgt dafür, dass das IoT-fähige Device, auf dem der Algorithmus läuft, sicher betrieben werden kann. Dabei wurde die konkrete Konfiguration des Betriebssystems an die bestehenden Voraussetzungen angepasst (z. B. modifizierte Schnittstellen (IO), modifiziertes Gehäuse, BIOS-Modifikationen oder Secure Boot). Verschiedene Integrationsebenen und die Containerisierung der Software sorgen dafür, dass das Zusammenspiel zwischen Betriebssystem und Kundenapplikation in jeder Umgebung funktioniert.

Durch diese maßgeschneiderte Anpassung können ab diesem Zeitpunkt auch die anderen Applikationen des Herstellers auf Basis von KontronOS ausgeführt werden – und profitieren von dessen Sicherheit und dem Vorteil, dass Applikations- und Betriebssystemebene voneinander getrennt sind. Wird beispielsweise ein neues Betriebssystem-Update eingespielt, wechselt die Partition. Docker mit seinem Container-Ansatz ermöglicht reibungslose Übergänge und stellt sicher, dass die Anwendungen intakt und funktionsfähig bleiben. Der Schlüssel dazu ist, dass Docker die Anwendungen in einer separaten Umgebung hält. Es ist daher nicht notwendig, die Systemeinstellungen regelmäßig zu ändern oder das Risiko einzugehen, dass Dateien bei Updates verloren gehen.

Darüber hinaus bieten Docker-Container eine Alternative zur herkömmlichen Anwendungsinstallation. Sie können einfach von einem Ge-

rät auf ein anderes verschoben werden, was den Bereitstellungsprozess vereinfacht.

Durch Secure Boot (oder HAB) kann sichergestellt werden, dass nur freigegebene Software geladen wird. Das Root-File-System ist schreibgeschützt und kann somit nicht verändert werden. Eine Wiederherstellung des Auslieferungszustandes ist jederzeit möglich. Auch Kundenanwendungen können nur nach Prüfung auf das System geladen werden. Damit ist sichergestellt, dass nur gewünschte Software auf dem Gerät läuft. Alle Komponenten sind updatefähig: Bootloader, Betriebssystem, Kundenapplikation inklusive Docker-Container. Dies kann online oder offline erfolgen – bspw. über ein Speichermedium wie einen USB-Stick oder einen internen Update-Server.

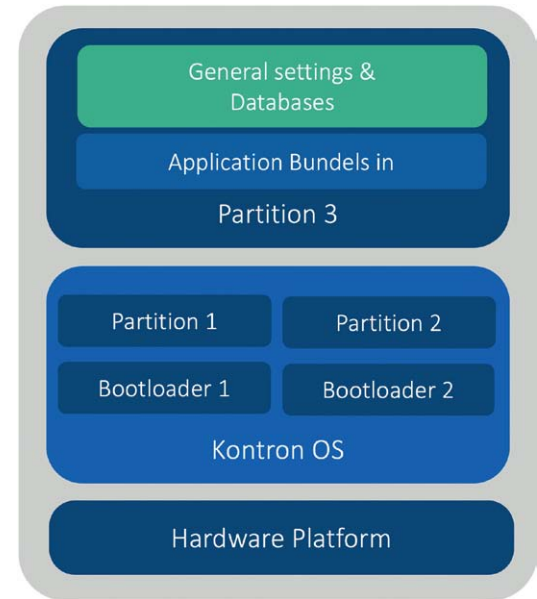


Bild 3: Hauptmerkmale von KontronOS basierend auf Yocto Linux: volle Integration des Board-Support-Package, gehärtetes Betriebssystem für Arm und x86, zwei redundante OS-Partitionen für 100 Prozent Betriebszeit

Die Geräte können einfach über das Device-Management KontronGrid verwaltet werden. Servicetechnikerinnen und -techniker werden durch eine Konfigurationsoberfläche für die Inbetriebnahme und einen Fernzugriff auf die Geräte für Flotten-Updates unterstützt. Automatisierte Tests, ein Testplan sowie ein Testbericht sichern die Produktqualität, und die Sicherheit des Systems wird regelmäßig durch Penetrationstests überprüft. So nutzen Kunden IoT-Geräte, um ihre Digitalisierung voranzutreiben, und Kontron unterstützt sie dabei, Gerätedaten zu sammeln und zu analysieren. Weiterhin können Schlüsselkennzahlen (Key-Performance-Indicator, KPI) oder Alarme ermittelt werden, um Produktionskapazitäten zu überwachen und Servicefälle frühzeitig zu erkennen. ■



## Die Besonderheiten von KontronOS

Zwei redundante Yocto-Linux-Partitionen (aktiv und passiv) für Redundanz und automatisches Zurückrollen auf ältere Versionen im Falle von Problemen im Update-Prozess

Regelmäßige Sicherheitsupdates und Penetrationstests

Secure Boot/HAB verfügbar, nur genehmigte Software kann installiert werden

Aktualisierung des Bootloaders, des Betriebssystems und der Kundenanwendungen (online und offline)

Automatisch konfigurierte, DNS-Tabellenbasierte Firewall

Klare Trennung zwischen Betriebssystem- und Anwendungsebene; Kundenanwendungen und Docker Container können unabhängig voneinander genutzt werden





RDK4 als Türöffner für Vorentwicklung und Rapid Prototyping in der Automobilindustrie

# Präzise Funktionen elektronischer Türgriffe

*Minebea, ein führender Zulieferer im Automobilbereich, ist in der Vorentwicklungsphase elektronischer Türgriff-Funktionen eine Partnerschaft mit Rutronik System Solutions eingegangen. Genauer gesagt, war das Rutronik Development Kit RDK4, das über eine Zulassung für die Automobilindustrie verfügt, der Türöffner in den frühen Testphasen elektronischer Bauteile für verschiedene Funktionen, die für Türgriffe in Fahrzeugen der nächsten Generation vorgesehen sind.*

VON ANDREAS MANGLER,  
DIRECTOR STRATEGIC MARKETING  
BEI RUTRONIK

**S**eit mehr als drei Jahrzehnten ist Minebea ein Vorreiter in der Automobilbranche und bei der Entwicklung von Technologien für elektronische Türgriffe ganz vorn dabei. In der Sparte für Zugangslösungen bei Minebea liegt das Hauptaugenmerk auf Bauteilen für die Automobilindustrie (Türschlösser, Türgriffe, Spiegel usw.), Geräten für die drahtlose Kommunikation und Maschinenkomponenten für die Industrie. Bei Türgriffen bezieht sich die Expertise auf die Entwicklung und Produktion innovativer Merkmale wie Antennen, Sensoren, Dehnungsmesser und Elektromotoren. Auch Türgriffe wurden als Integrationsprodukt der Minebea Mitsumi Group entwickelt. Dies um-

fasst ebenso Antennen, Sensoren, Dehnungsmesser, Elektromotoren und andere Technologien. In Zusammenarbeit mit Ingenieuren von U-Shin steht bei Minebea nicht nur die Ästhetik, sondern auch die Entwicklung zusätzlicher Funktionen im Fokus. Zu diesen zählen Begrüßungsleuchten, Berührungssensoren, LF-Antennen und integrierte Verriegelungsmechanismen, die ein Aufspringen der Tür bei einem Aufprall verhindern.

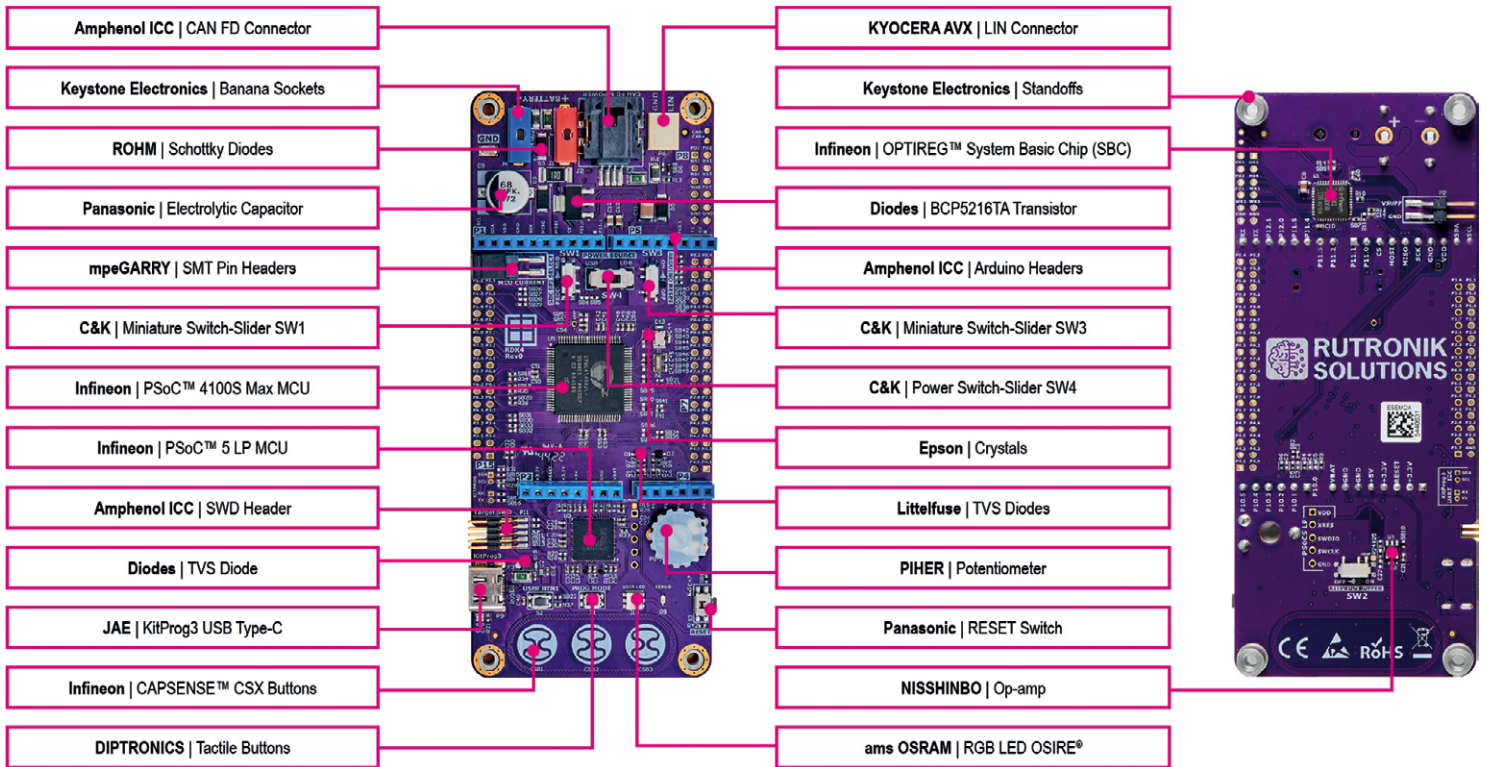
Das Base Board RDK4 hat sich auf vielerlei Arten als Türöffner im Minebea-Projekt erwiesen. Zunächst ist es das erste angewandte Projekt eines Kunden, dessen Highlights jetzt bekannt gegeben werden. Das Projekt zeigt, dass das RDK4 in der Vorentwicklung von Automobilanwendungen sehr gut als Türöffner dienen kann. Im Besonderen handelt es sich hierbei um ein OEM-Projekt mit Minebea. Die Applikation ist ein elektronischer Türgriff. Für Minebea war es besonders wichtig, dass die Grundfunktionen getestet und implementiert werden konnten.

## Schlüsselkomponente und Vorteile des RDK4

Das Base Board RDK4, das seit einem Jahr auf dem Markt ist, richtet sich speziell an OEMs und Tier-1-Lieferanten in der Automobilindustrie. Es handelt sich um eine kompakte Lösung für Motorsteuergeräte und ermöglicht die effiziente und schnelle Anwendungsentwicklung. Damit werden Ressourcen freigesetzt, wodurch die Entwickler sich auf die nächsten Phasen der Mobilitätswende konzentrieren sowie weltweit aktiv am Wettbewerb teilnehmen können.



Beispielanwendung des Rutronik Development Kit RDK4 für den Test im Cockpit des Fahrzeugs



Das Base Board RDK4 von Rutronik System Solutions vereint modernste Komponenten zur Verkürzung der Vorentwicklungsphase.

Die technischen Daten des RDK4 auf einen Blick:

- Das RDK4 basiert auf dem Mikrocontroller PSoC 4100S Max von Infineon, der über eine Zulassung für die Automobilindustrie verfügt.
- Darüber hinaus umfasst es noch einen System Basis Chip (SBC) sowie die grundlegenden Automobilschnittstellen wie CAN-FD und LIN.

- Der einzigartige Vorteil des Boards liegt in der Integration verschiedener Bauteile zur Entwicklung von Motorsteuerungen.

Die Entwickler können verschiedene Bauteile umfassend testen und analysieren, darunter Steuerungen, Sensoren, CAN-FD und LIN, um auf dieser Grundlage die für die Anwendung und die entsprechenden Funktionen am besten geeigneten Komponenten zu identifizieren. Durch die so deutlich verkürzte Vorent-

wicklungsphase, in die auch die Bestellung und Montage von Hardwarekomponenten fallen, erzielen OEMs und Tier-1-Entwickler einen erheblichen Zeitvorteil. Das RDK4 trägt damit zur Straffung von Machbarkeitsanalysen bei und beschleunigt Innovationen.

Die Entwicklungszeit für ein Board gehört zur Vorentwicklung und hängt von verschiedenen Faktoren ab, sodass eine allgemeine Kosten-Nutzen-Analyse recht schwierig ist. Beim RDK4 hat Rutronik folgenden Zeitrahmen geschätzt:

- Entwicklung des Hardwaredesigns: ca. zwei Monate
- abschließende Testphase für integrierte Bauteile: knapp ein Monat
- zusätzliche Lieferzeit für Bauteile aufgrund von Schwierigkeiten in der Lieferkette

Insgesamt erforderte das neue Design etwa drei Monate Arbeit, zuzüglich Lieferzeiten für Bauteile. Vor allem die Personalkosten von ca. 20.000 € sind bei einem Einkaufspreis von ca. 100 € für das RDK4 ein gewichtiges Argument.

Für Minebea erwies sich das RDK4 von unschätzbarem Wert, da das Unternehmen durch dessen Nutzung zwei Monate Zeit einsparen konnte. Angesichts des straffen Zeitplans war gerade diese Zeitersparnis entscheidend.



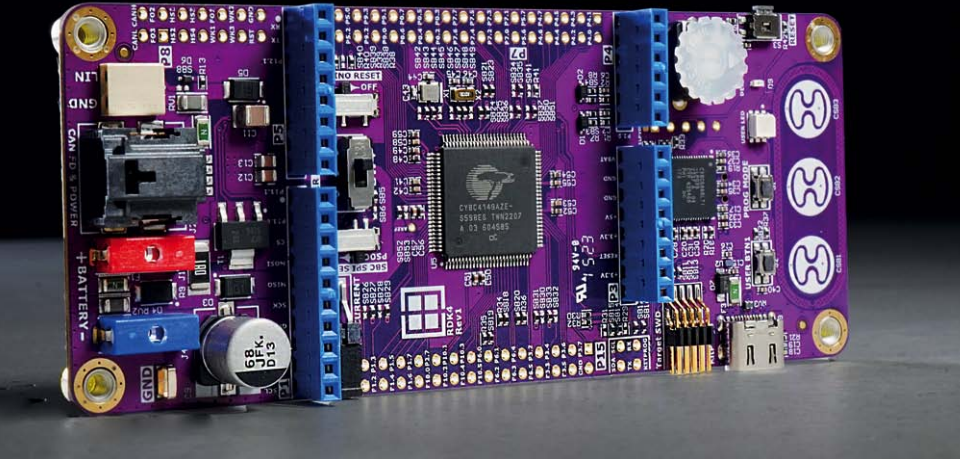
## Über Rutronik System Solutions

Ziel von Rutronik System Solutions ist die Unterstützung von Firmware- und Hardware-Entwicklern während der Vorentwicklung. Damit können Innovationsprozesse beschleunigt und neue Applikationen schneller auf den Markt gebracht werden. Mit der Umsetzung des RDK4 wurde ein Fokusprodukt für die Automobilindustrie geschaffen, das bei der Bewältigung der Schwierigkeiten auf dem Weg zu einer nachhaltigen Mobilität hilfreich ist. Optimierung bedeutet auch, dass OEMs und Tier-1-Lieferanten mit Rutronik einen Partner an der Seite haben, der über Fachwissen in der Entwicklung von Hard- und Software verfügt, Wissen auch gern weitergibt und Zugang zu bahnbrechenden Bauteilen für

die Automobilindustrie bietet. »Wir beobachten, dass die Entwicklungsabteilungen unserer Kunden am Anfang ihrer Testzyklen unsere Boards für eine bestimmte Funktion ihrer Anwendung im Hinterkopf haben«, fährt Stephan Menze fort. »Anschließend wenden sie sich anderen Versionen des Bauteils zu, um mit unseren Boards weitere Funktionen der Applikation unter die Lupe zu nehmen«, ergänzt er. Alle Base Boards und Adapter Boards können dank Arduino-Schnittstelle problemlos miteinander kombiniert werden. Durch das Baukastensystem eröffnen sich sogar noch weitere Entwicklungsmöglichkeiten, die einfach, schnell und kostengünstig, aber dennoch technisch ausgereift umgesetzt werden können.



Vorderansicht des Base Board RDK4  
von Rutronik System Solutions



Dr. Sebastian Rettenberger, Software Team Leader bei Minebea AccessSolutions Germany, sagt: »Das RDK4 hat uns sehr geholfen, da wir mit diesem Development-Kit zwei Monate Zeit einsparen konnten. Für Minebea war dies aufgrund unseres engen Zeitplans von großem Vorteil.«

So ein Feedback ist Musik in den Ohren der Entwickler und Applikationsingenieure in der Forschungs- und Entwicklungsabteilung Rutronik System Solutions unter der Leitung von Stephan Menze, die vor fünf Jahren gegründet wurde. Der Schwerpunkt aller Base Boards und Adapter Boards von Rutronik Sys-

tem Solutions liegt auf der Verkürzung der Time to Market zur aktiven Unterstützung der Kunden. Die präzise Analyse der für Türgriffe wesentlichen Funktionen durch das RDK4 zeigt, dass das Baukastensystem der Boards, in dem verschiedene Bauteile kombiniert werden, am Ende den Ausschlag gibt.

Stephan Menze, Head of Global Innovation Management bei Rutronik, bestätigt: »Entsprechend unserem breiteren Ansatz hat Vielseitigkeit für uns Priorität. Wir wollen gewährleisten, dass unsere Boards eine große Bandbreite an Bauteilen abdecken, damit Entwickler die Funktionen und Merkmale verschiedener Applikationen testen können.« ■



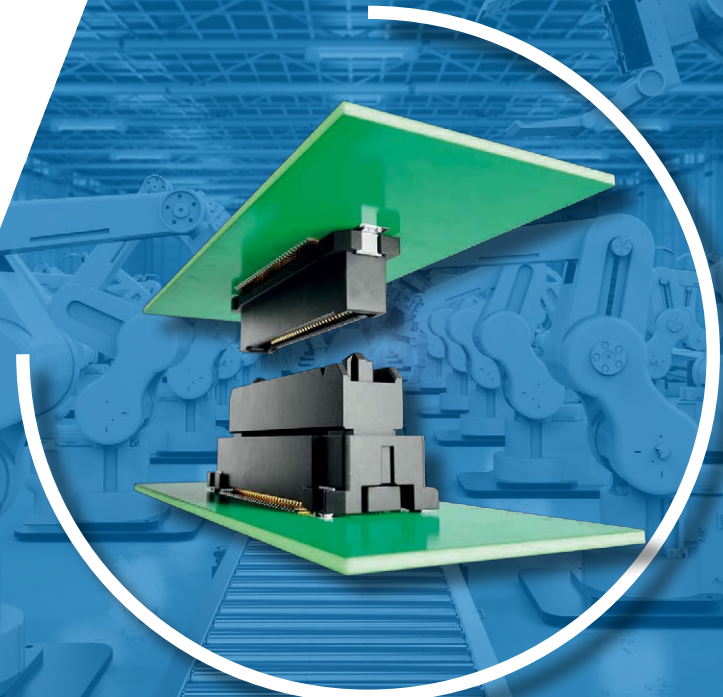
Scannen Sie den QR-Code, um das [RDK4-Video](#) zu sehen

Anzeige

# JAE

## MA01 SERIES FLOATING BOARD-TO-BOARD CONNECTORS

- Floating tolerance:  $\pm 0.5$  mm in both X & Y directions
- Stacking height tolerance between boards:  $\pm 0.5$  mm in Z-axis direction
- Two-point contact structure ensures high contact reliability
- Operating temperature range:  $-40^{\circ}\text{C}$  to  $+125^{\circ}\text{C}$
- 8 Gbps+ high-speed transmission
- Supports automatic mounting





EMI- und ESD-Anforderungen einfach lösen

# Praktisches Werkzeug in verschiedenen Formaten

*Mit der umfassenden Flex-Suppressor-Produktfamilie lassen sich viele Herausforderungen in der Elektronikfertigung und -anwendung lösen: Die Signalintegrität kann einfach verbessert, das Übersprechen minimiert und die Zuverlässigkeit elektronischer Geräte erhöht werden.*

VON DANIELE CARNEVALE,  
CORPORATE PRODUCT SALES MANAGER  
INDUCTORS BEI RUTRONIK

Jeder Elektronikentwickler kennt das Problem von Störfrequenzen auf Kabeln oder Leiterplatten. Hierfür gibt es eine flexible und einfach zu handhabende Lösung: die Flex-Suppressor-Serie. Ganz gleich, ob es darum geht, EMV-Tests zu bestehen oder die Gesamtleistung der Anwendung durch geschützte Signalintegrität oder verbesserte Kommunikationsreichweite zu verbessern: Der Flex Suppressor ist in verschiedenen Formen und Varianten erhältlich, z. B. als Platten in verschiedenen Abmessungen oder als Rollen oder Bänder von mehreren Metern Länge. Im Folgenden wird die Anwendung anhand von drei Anwendungsbereichen dargestellt.

hebelich beeinträchtigen und zu Fehlfunktionen führen.

Wenn eine Anwendung von einer elektromagnetischen Störung betroffen ist, wird ein Stück des Flex Suppressors auf die Störquelle oder den Störpfad aufgebracht, um das Problem sofort und effektiv zu beheben. Durch seine spezielle Struktur und Materialzusammensetzung absorbiert der Flex Suppressor unerwünschte Strahlungsemissionen im Bereich von 30 MHz bis 1 GHz. Dies führt zu einer stabileren und zuverlässigeren Gerätefunktion, insbesondere in Anwendungen mit hoher elektromagnetischer Belastung.

### Reduzierung elektromagnetischer Störungen

Eine der größten Herausforderungen in der Elektronik sind Störungen durch elektromagnetische Interferenzen (EMI). Diese Störungen können die Leistung elektronischer Geräte er-

Die wichtigsten Faktoren, die bei dieser Anwendung berücksichtigt werden müssen, sind einerseits der Frequenzbereich, der abgedeckt werden soll, und andererseits der Platz, der für die Dicke des Flex Suppressors zur Verfügung steht. Je dicker der Flex Suppressor ist, desto effizienter, aber auch teurer ist er. Um die optimale Kombination aus Kosten und Leistung

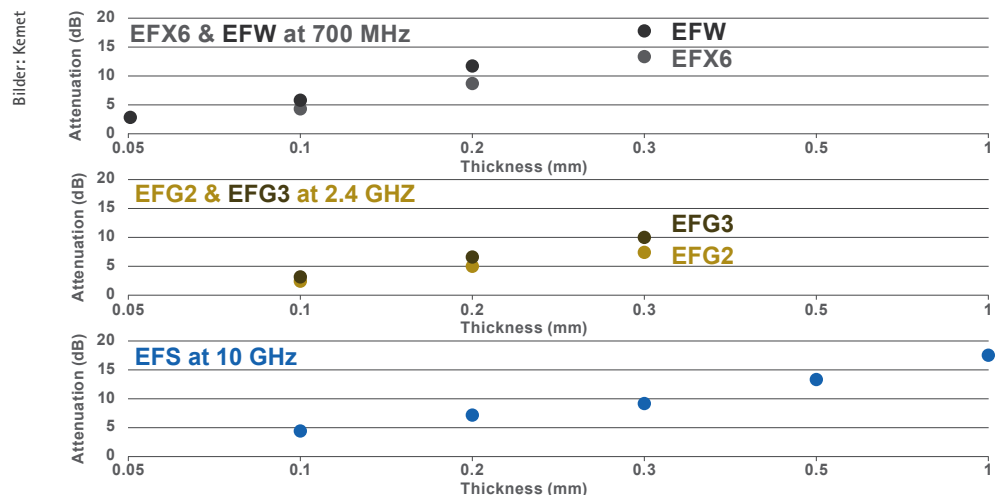


Bild 1: Dämpfung in Abhängigkeit von der Dicke bei verschiedenen Frequenzen



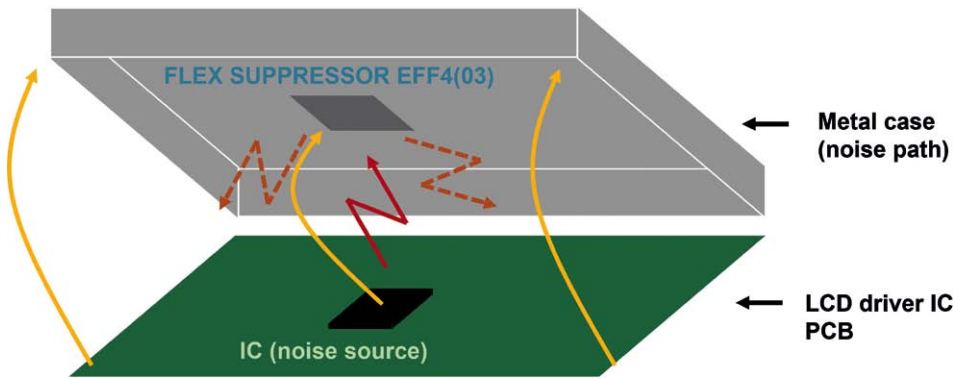


Bild 2: Die EMI-Emissionen des IC werden reduziert, indem ein Stück Flex Suppressor (z. B. EFF4(039)) direkt über der Störquelle angebracht wird.

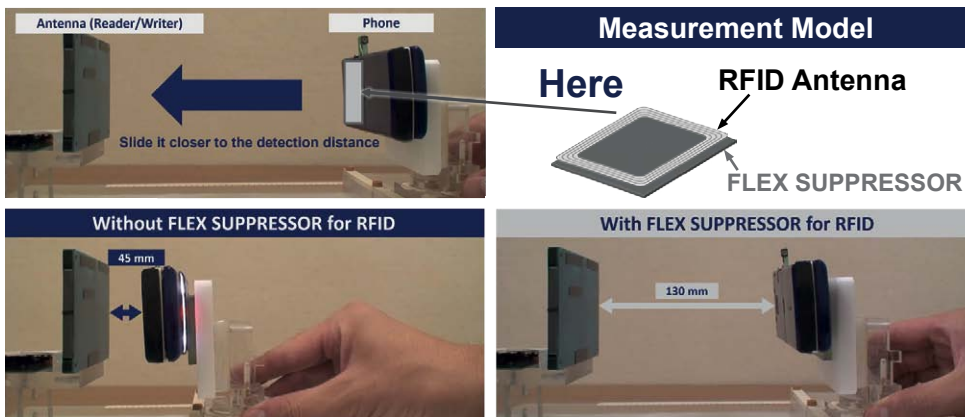


Bild 3: Verbesserung der Kommunikationsreichweite eines Mobiltelefons mit dem Flex Suppressor

zu finden, muss die Dicke gegen die Dämpfung im gewünschten Frequenzbereich abgewogen werden (Bild 1).

Ein Anwendungsszenario ist in Bild 2 dargestellt. Hier ist der Integrated Circuit (IC) die Rauschquelle. Durch Reflexionen am Metallgehäuse überschreitet die EMI-Emission im FM-Band die EMI-Vorschriften. Eine wirksame Gegenmaßnahme ist das Anbringen eines Stückes Flex Suppressor (z. B. EFF4(039)) direkt über der Störquelle.

### Verbesserte Signalübertragung

Da die Nachfrage nach verbesserter Empfangsempfindlichkeit in Kommunikationsgeräten mit hoher Kapazität und schnellen mobilen Geräten steigt, werden Maßnahmen zur Rauschunterdrückung in Hochfrequenzbändern immer wichtiger. Der Flex Suppressor

- schützt vor den Auswirkungen des abgestrahlten Rauschens an der Quelle oder auf der Übertragungsleitung,
- ist wirksam gegen hochfrequente Störungen, die von elektronischen Geräten erzeugt werden,
- und minimiert das Übersprechen.

Dadurch wird die Signalreinheit verbessert und die Zuverlässigkeit der Datenübertragung erhöht. Dies ist wichtig für Anwendungen in der Hochfrequenztechnik, der Telekommunikation und anderen Bereichen, in denen eine präzise Signalübertragung erforderlich ist.

Die Einsatzmöglichkeiten sind nahezu unbegrenzt. Das dünne, flexible Material kann in jede beliebige Form geschnitten und in tragbaren Geräten oder bei beengten Platzverhältnissen verwendet werden. Darüber hinaus kann der Flex Suppressor in einem breiten Frequenzbereich von MHz bis GHz eingesetzt werden.

Bild 3 zeigt die Wirkung des Flex Suppressors auf die RFID-Antenne eines Mobiltelefons. Bei diesem Test wird das Mobiltelefon als Sender und die Antenne (Schreib-/Lesegerät) als Empfänger verwendet. Durch Verschieben des Mobiltelefons in Richtung der Antenne kann dabei die Kommunikationsreichweite bestimmt werden. Mit dem Flex Suppressor wird die Kommunikationsreichweite verdreifacht.

Dies kann den Unterschied ausmachen, ob bei NFC oder RFID noch direkter Kontakt erforderlich ist oder ob gestenbasierte Interaktionen aus einiger Entfernung möglich sind.

### Unterdrückung von Störungen durch Kabel

Elektronische Geräte und Systeme werden häufig durch Störungen aus ungeschirmten Kabeln beeinträchtigt. Diese Störungen können durch elektromagnetische Felder verursacht werden, die von benachbarten Kabeln oder externen Quellen ausgestrahlt werden.

Die neueste Ergänzung der Flex-Suppressor-Familie ist das flexible EST-Band, ein Entstörband. Ein großer Vorteil liegt in der einfachen Handhabung: Das EST-Band wird einfach um ein Kabel gewickelt und kann ohne Schneidwerkzeug auf die benötigte Länge gekürzt werden. Damit eignet es sich ideal zur schnellen und einfachen Überprüfung von EMI-Rauschquellen und zur EMI-Fehlersuche, insbesondere in der Testphase. Entwicklerinnen und Entwickler können damit erste Tests durchführen, um festzustellen, wie viel Abschirmung für die jeweilige Anwendung erforderlich ist.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Verwendung von Flex-Suppressor-Produkten hilft, die elektromagnetische Umgebung von elektronischen Systemen zu kontrollieren und zu optimieren, um eine zuverlässige und störungsfreie Leistung zu gewährleisten. ■



Bild 4: Das EST-Band ist einfach zu handhaben und wird vor allem für die Fehlersuche in der Testphase verwendet.



Entwicklung eines kundenspezifischen Stecksystems für hohe Ströme

# Neuentwicklung in 9 Monaten

*Kundenspezifische Steckverbinder sind immer dann der richtige Ansatz, wenn Standardteile das Endprodukt unnötig aufwendig oder teuer machen. Eine Neuentwicklung sorgt für sichere Wärmeableitung bei hohen Strömen.*

VON MARTIN PFALZGRAF,  
TECHNICAL EXPERT CONNECTORS  
BEI RUTRONIK

**D**ie Leistung einer Motorsteuerung zu erhöhen, ohne die Abmessungen des Systems zu vergrößern, stellte einen Hersteller von Motorsteuerungen vor eine Herausforderung. Besonders anspruchsvoll war die elektrische Verbindung zwischen zwei Leiterplatten, da auf dem vorhandenen Platz die doppelte Stromstärke übertragen werden musste.

Mit dieser Aufgabe wandte sich ein Hersteller von Motorsteuerungen an MPE-Garry. MPE-Garry verfügt über langjährige Erfahrung im Bereich kundenspezifischer Steckverbinder – von seriennahen Stift- oder Buchsenleisten in Sonderabmessungen über Adapter, Stecksysteme mit integrierten Funktionseinheiten bis hin zu kompletten Kabelsätzen.

Die Entwicklungsabteilung von MPE-Garry erarbeitete in direkter Zusammenarbeit mit Rutronik und dem Kunden eine Lösung, die die Anforderungen an das Stecksystem erfüllte. Eine Strombelastbarkeit von 20 A pro Kontakt, ein Rastermaß von nur 5,08 mm sowie Buchsen für die SMD-Montage waren weitere Anforderungen an das System. Außerdem sollten zwei Versionen entwickelt werden, eine mit vier und eine mit acht Kontakten.

*Kompakte Abmessungen  
erfordern neues Kontaktsystem*

Die äußerst kompakten Abmessungen erforderten die Entwicklung eines völlig neuen Kontaktsystems für die Buchse. Dabei musste der elektrische Widerstand des Kontaktsystems so gering wie möglich gehalten werden, um Verlustleistung und damit eine Erwärmung des Systems zu vermeiden.

Um diese Anforderungen zu erfüllen, wurde ein Stecksystem mit einem speziellen Lamellenkontakt entwickelt. Wesentlicher Bestandteil des Kontaktierungssystems ist die »Power-Flachsteckbuchse« mit einem mechanisch

verschlossenen Buchsenschacht, der mit einem Flachstecker kontaktiert wird (Bild 1).

Dieser Buchsenkontakt besitzt durch das Kastenprofil einen robusten und stabilen Aufbau. Darüber hinaus wird durch eine hohe Anzahl von Kontaktpunkten bei minimalem Platzbedarf eine Reduzierung des Übergangswiderstandes erreicht.

Beim Einstecken des Kontaktmessers müssen die beiden Scheitelpunkte der Kontaktstege nicht gleichzeitig, sondern können nacheinander überwunden werden. Dadurch wird der Kraft-Weg-Verlauf beim Einstecken des Kontaktmessers in die Buchse geglättet. Der Kontakt besteht nur aus einem Teil und kann daher besonders kostengünstig vollautomatisch gefertigt werden.

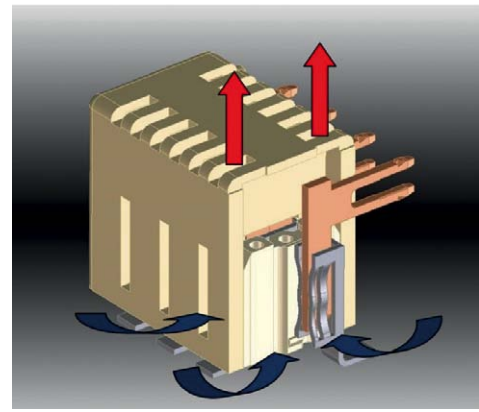
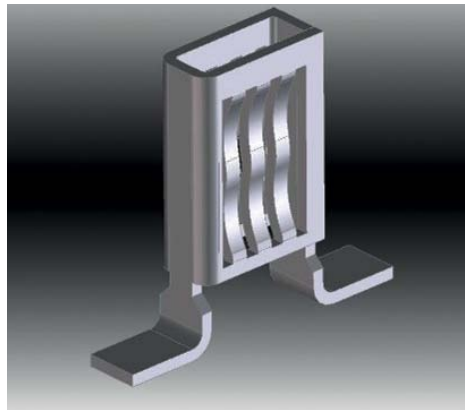
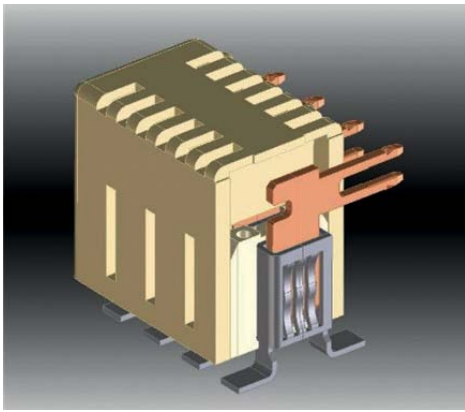
Ein wesentliches Element des vorliegenden Kontaktsystems ist die Beherrschung der Temperaturproblematik bei Volllast. Hierfür wurde eine besondere Konstruktion gefunden: Die das Kontaktsystem umgebende relativ kalte Luft wird durch Konvektion einerseits über den Spalt zwischen Sockel und Leiterplatte und andererseits über die seitlichen Schlitz im oberen Teil des Steckers dem System zugeführt. Die sich erwärmende Luft steigt durch die kaminartig nach oben verlaufenden Bohrungen im Sockel auf. Durch diesen Kamineffekt wird die erwärmte Luft durch eine Vielzahl von Schlitz im oberen Teil des Steckverbinders abgeleitet.

*Alles aus einer Hand*

Die Entwicklung des neuen Steckverbinders inklusive aller für die Serienfertigung notwendigen Werkzeuge dauerte nur neun Monate. Alle notwendigen Produkthanforderungen wurden innerhalb der Unternehmensgruppe abgebildet. Die Isolierkörper des Prototyps wurden mittels 3D-Druck hergestellt. Die Kontakte wurden lasergeschnitten und auf speziell angefertigten Biegevorrichtungen in







Bilder: MPE-Garry

Bild 1: Das Kontaktsystem im Querschnitt (links) und der Buchsenkontakt (rechts)

Bild 2: Wärmeabfuhr am Kontaktsystem: Die sich erwärmende Luft wird durch kaminartige Bohrungen nach oben abgeleitet.

Form gebogen. So konnten die Prototypen auf ihre Strombelastbarkeit getestet werden, bevor in Serienwerkzeuge investiert werden musste. Auch die Wartezeiten konnten so verkürzt werden. Zudem erfolgen die Endmontage und der Versand im eigenen Haus, was eine hohe Qualität entlang der gesamten Wertschöpfungskette sicherstellt. Das Steckverbindersystem ist nach DIN EN 61984 VDE 0627 zertifiziert. MPE-Garry hat alle erforderlichen Dokumentationen (hier EMPB) übernommen. Auf Wunsch übernimmt MPE-Garry auch die

PPAP-Dokumentation. Weitere Vorteile durch maßgeschneiderte Steckverbinder:

- kostenoptimiertes Endprodukt
- Bündelung mehrerer Funktionen in einem Steckverbinder, z. B. Signal- und Stromversorgung in einem Bauteil
- kostenoptimierte Fertigung
- deutlich vereinfachte Montage des Endgerätes
- optimale Eignung für ein Endprodukt in den Eigenschaften Widerstand, Spannungsfes-

- tigkeit, Temperaturbereich und Impedanz
- verbesserte Funktionalität durch optimale Anpassung des Steckverbinders an seine Funktion
- Wettbewerbsvorteil durch kleineren Bau-  
raum

Ein besonderer Dank des RUTRONIKER-Redaktionsteams geht an Peter Fuchs für seine Unterstützung bei der Vorbereitung des Artikels.

Anzeige

# GOWIN

PROGRAMMING FOR THE FUTURE

## Advanced FPGA Next Generation Applications Automotive, Industrial, Medical, Consumer

**Arora - V**  
GW5A/R/T/S/ST  
22nm 15K to 138K LUTs



**High-Performance 22nm FPGA**    **High-Speed Interfacing**  
SerDes, PCIe, DDR3, LVDS,    DisplayPort, eDP, HDMI,  
MIPI CPHY & DPHY, ADCs    PCIe 3.0, USB3.2

**Arora**  
GW2A/N/R/NR  
10K to 55K LUTs



**Interfacing & Control**    **Video Bridging & IO Expansion**  
DDR3, LVDS    Extended On-Chip Memory Options  
MIPI D-PHY & C-PHY    SDR/DDR SDRAM, pSRAM & Flash

**LittleBee**  
GW1N/R/S/Z/SER  
1K to 9K LUTs



**Flexible Multi-Purpose**    **ARM Cortex-M3 μSoC**  
Inc Ultra-Low-Power    Extended Memory Options  
MIPI D-PHY & C-PHY    SDRAM, pSRAM, Flash



**GOWIN Semiconductor** provides the vision, expertise and support to accelerate customer innovation using our wide range of FPGA devices and freely licensed IP Cores & EDA Tools. [www.gowinsemi.com](http://www.gowinsemi.com)

The Intel Atom logo consists of the word "intel" in a small, lowercase, sans-serif font above the word "ATOM" in a larger, uppercase, sans-serif font. The text is white and set against a blue square background with a subtle grid pattern.

intel.  
ATOM

The Intel Core i3 logo features the word "intel" in a small, lowercase, sans-serif font above the word "CORE" in a larger, uppercase, sans-serif font. Below "CORE" is the "i3" logo, which is a small "i" followed by a "3". The text is white and set against a blue square background with a subtle grid pattern.

intel.  
CORE  
i3

Power-efficient  
performance for AI,  
graphics, and media  
processing at the edge

Intel Atom<sup>®</sup> processors x7000E Series  
and Intel<sup>®</sup> Core<sup>™</sup> i3 processors

Support accelerated AI, media processing workloads, and up to three 4K displays in compact, fanless designs. Intel<sup>®</sup> Advanced Vector Extensions 2 (Intel<sup>®</sup> AVX2) and Intel<sup>®</sup> Deep Learning Boost plus Intel<sup>®</sup> UHD Graphics bring new capabilities to 6W to 15W edge applications.



## Efficiency plus performance for edge applications

Intel Atom® processors  
x7000E Series

Up to four Efficient-cores  
Up to 24 execution units (EUs)  
6W–12W TDP

Intel® Core™ i3-N305  
processor

Eight Efficient-cores  
32 execution units (EUs)  
9W–15W TDP



### Designed for deep learning AI<sup>1</sup>

#### Intel® Deep Learning Boost

Accelerates deep learning inference workloads on the CPU.

#### Intel® UHD Graphics

Integrated GPU processes inference workloads at FP32, FP16, and INT8 precision.

Fully supported by the OpenVINO™ toolkit

Optimized inference engines autodetect hardware and load balance workloads across CPUs, GPUs, and accelerators.



### Supports ultrahigh-definition displays and video processing<sup>1</sup>

#### Intel® UHD Graphics

Driven by Intel® Xe<sup>e</sup> architecture, the integrated GPU drives up to three concurrent 4K60 SDR displays.

#### Pipelock synchronization

Sync two displays for video wall applications using Pipelock on Windows OS.

#### Media API

Programmable processing for precise control of image quality, encode/decode performance, and acceleration.



### Enhanced for embedded IoT edge applications<sup>1</sup>

#### Real-time computing

Intel® Time Coordinated Computing<sup>2</sup> and integrated 2.5GbE Time-Sensitive Networking-capable MAC to support deterministic workloads and networking.

#### Hardware virtualization

Intel® VT-d/x plus support for open source and proprietary hypervisors allow workloads to run in isolation simultaneously.

#### Multiple operating systems

Run Windows, multiple versions of Linux, plus real-time operating systems from Wind River, QNX, and others.

## Significant gains in performance and capabilities

Intel® Processor N200 posts significant performance gains over Intel® Pentium® N6415 processors.

Up to  
**1.30x**  
faster  
single-thread  
performance<sup>3</sup>

Up to  
**1.68x**  
faster  
graphics  
performance<sup>3</sup>

Up to  
**1.09x**  
faster  
multithread  
performance<sup>3</sup>

Up to  
**6.85x**  
faster GPU  
object detection  
inference  
performance<sup>3</sup>

## Do more within a 6W–15W power budget



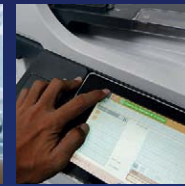
#### Retail

Small footprint and mobile point-of-sale (POS) systems with computer vision and multidisplay support.



#### Healthcare

Portable imaging devices with UHD graphics and onboard deep learning AI.



#### Office automation

Copiers, printers, and scanners with AI-powered image and text recognition.



#### Safety and security

Entry-level network video recorders and appliances with deep learning AI capabilities.

Rutronik  
is an Intel® Authorized  
Distributor.



#### Notices and disclaimers

- Not all features are available on every SKU.
- Intel® Time Coordinated Computing will not be available at launch. It is part of a planned update after launch.
- Performance varies by use, configuration, and other factors. Learn more at [intel.com/processorclaims](https://intel.com/processorclaims): Intel® Processors.

Intel is committed to respecting human rights and avoiding complicity in human rights abuses. See Intel's [Global Human Rights Principles](#). Intel® products and software are intended only to be used in applications that do not cause or contribute to a violation of an internationally recognized human right.

Intel® technologies may require enabled hardware, software, or service activation.

No product or component can be absolutely secure.

Your costs and results may vary.

© Intel Corporation. Intel, the Intel logo, and other Intel marks are trademarks of Intel Corporation or its subsidiaries. Other names and brands may be claimed as the property of others.



Temperatursensorik im SMD-Format für die Leistungselektronik

# Auf dem Weg zur Standard-Anschlusstechnologie

*Die Kombination von Silber-Sinter-Technologie und SMD-Montage bildet die Grundlage hochleistungsfähiger, zuverlässiger und kompakter Temperatursensoren, die den Anforderungen moderner und künftiger Leistungselektronik gerecht werden.*

VON BERT WEISS,  
TECHNICAL EXPERT RESISTORS  
BEI RUTRONIK,  
UND MARTIN BLEIFUSS, HEAD OF PRODUCT  
MANAGEMENT BEI YAGEO NEXENSOS

Die Sensorik ist eine Schlüsseltechnologie in der modernen Welt. Eine präzise Erfassung und die Regelung von Temperaturen gewährleisten einen sicheren, effizienten und nachhaltigen Betrieb in einer Vielzahl von Anwendungen wie Energieerzeugung, Gesundheit und Mobilität. Mit dem fortschreitenden Übergang zur Elektromobilität wird die Temperaturmessung erneut zu einem Wegbereiter.

Leistung, Geschwindigkeit und Effizienz jedes Elektrofahrzeugs werden von der Auslegung und den Möglichkeiten der Spannungswandler- und Wechselrichtereinheiten bestimmt. Höhere Schaltfrequenzen, höhere Leistungen und der damit verbundene Betrieb bei höheren Temperaturen ermöglichen größere Reichweiten und dynamischere Fahrweisen. Höhere Betriebstemperaturen erfordern jedoch neue Materialien und neue Verbindungstechniken.

*Vereinfachtes Design  
durch Wegfall des geätzten Grabens*

Der sinterfähige Pt1000-Temperatursensor im SMD-Gehäuse wurde entwickelt, um Leistungsmodulen zu optimieren (Bild 1). Die Trennung zwischen der Sensorschicht auf der

Oberseite und der Rückseitenmetallisierung ermöglicht eine potenzialfreie Positionierung des Temperatursensors neben der Wärmequelle. Der Sensor und andere Komponenten können auf derselben elektrischen Ebene und auf demselben Substrat platziert werden. Die Notwendigkeit, den Sensorchip auf eine separate »Insel« zu montieren, entfällt. Durch den Wegfall des zusätzlichen Ätzgrabens, der für eine isolierte Montage von durchkontaktierten Bauelementen (Typ NTC) erforderlich ist, reduziert sich der Designaufwand auf Substratebene. Die Verringerung der Substratgröße trägt zu kleineren Bauteilen bei und unterstützt den allgemeinen Trend zur Miniaturisierung.

Der Anschluss des Sensorelements kann durch standardmäßiges Dickdrahtbonds erfolgen, die Verbindung zur Platine durch standardmäßiges Silbersintern, was eine nahtlose Integration in Standardproduktionsprozesse ermöglicht. Einen Vergleich der Designmöglichkeiten von SMD- und NTC-Sensoren zeigt Bild 2.

Die Sinterverbindung ist der Schlüssel für den Hochtemperaturbetrieb und öffnet das Betriebsfenster weit über 200 °C hinaus. Während das Pt1000-Sensorelement derzeit mit einer oberen Betriebsgrenze von 200 °C spezifiziert ist, zielen die laufenden Entwick-

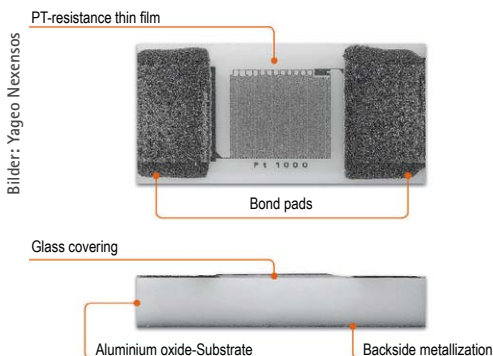


Bild 1: Der Temperatursensor Pt1000 SMD-SC besitzt Bondpads (AgPt) für Dünn- und Dickdrahtbonds sowie eine für die Silber-Sinter-Verarbeitung optimierte Rückseitenmetallisierung (AgPd).

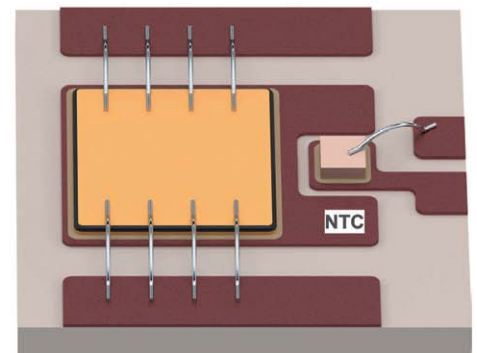
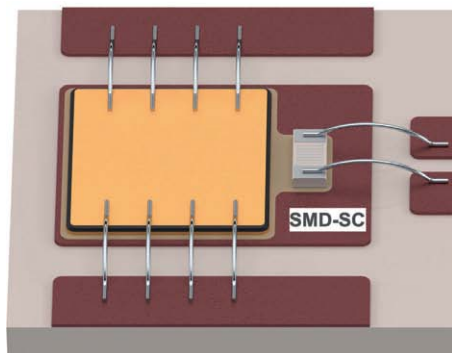


Bild 2: Designmöglichkeiten für elektrisch isolierte (links) und NTC-Temperatursensoren (rechts)



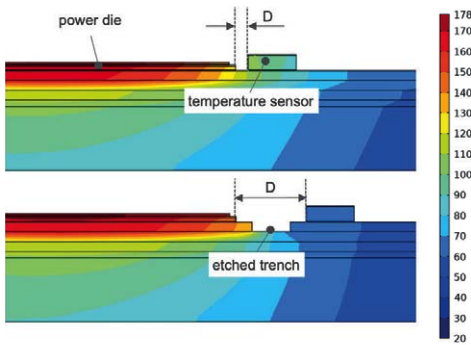


Bild 3: Vergleich der Temperaturverteilung in Leistungsmodulen, die bei 150 °C Sperrschichttemperatur betrieben werden; oben für eine Substratgeometrie ohne geätzten Graben und unten mit geätztem Graben für die elektrisch isolierte Position des Temperatursensors

lungsaktivitäten auf höhere Temperaturen ab, bei denen die Grenzen der Sinterverbindungen weiter ausgenutzt werden können.

*Verbesserung von Messgenauigkeit und Reaktionszeit*

Um die Auswirkungen der Positionierung der Sensoren auf der Leiterplatte besser zu verstehen, wurde ein vereinfachtes Modell verwendet, um die Wärmeverteilung und die Ansprechzeiten in modernen Leistungsmodulen auf Siliziumbasis und in der nächsten Generation auf Siliziumkarbidbasis zu untersuchen. Die gewählte Designgeometrie ist unabhängig von der Materialwahl. Die Materialeigenschaften und die Betriebstemperatur wurden so angepasst, dass sie Si- und SiC-basierten Designs ähneln.

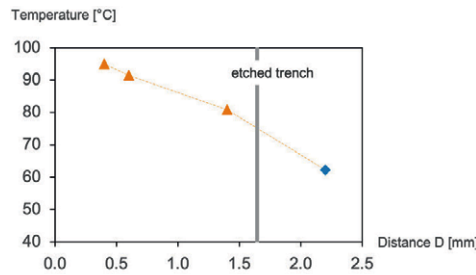


Bild 4: Gemessene Temperatur als Funktion des Abstands zwischen Power-Die und Temperatursensor. Die Position des zusätzlichen geätzten Grabens ist als graue Doppellinie markiert.

Die Modellrechnungen zeigen, dass die Abweichung zwischen der Sperrschichttemperatur (150 °C bzw. 200 °C) und der gemessenen Temperatur stark vom Abstand zwischen dem Sensor und den Leistungshalbleitern beeinflusst wird. Die Bilder 3 und 4 zeigen die Abhängigkeit des Temperaturabfalls vom Abstand. Durch die elektrische Isolierung zwischen dem Sensorbereich und der für Sinterverbindungen optimierten Rückseitenmetallisierung kann der SMD-PT-Sensor an jeder verfügbaren Position auf der Platine des Leistungsmoduls und somit näher an der Wärmequelle platziert werden, was zu genaueren Messergebnissen führt.

Auch die Ansprechzeit wird durch die Positionierung des Sensors beeinflusst. Ein größerer Abstand führt zu einer deutlich langsameren Reaktion und zu einer deutlichen Verzögerung nach dem Einschaltschritt. Die Zeit bis zum Erreichen der Gleichgewichtsbedingungen wird am besten durch die Zeit bis zum Erreichen von 90 Prozent der Gleichgewichtstem-

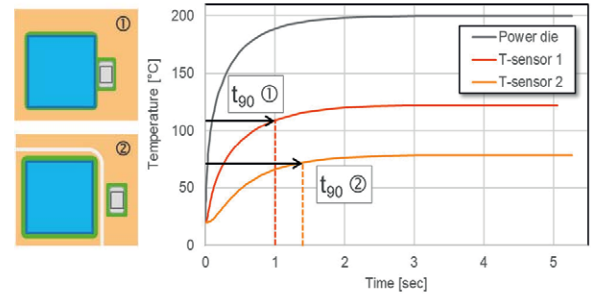


Bild 5: Temperaturverhalten beim Einschalten des Power-Die. Temperatursensor 1 befindet sich in der Nähe des Power-Die, Temperatursensor 2 ist durch einen geätzten Graben vom Power-Die getrennt.

peratur  $t_{90}$  beschrieben (Bild 5). Der Vergleich der  $t_{90}$ -Zeiten für die Sensorpositionen 1 und 2 mit 1,0 und 1,3 Sekunden zeigt eine deutlich dynamischere Detektion mit einer um 30 Prozent schnelleren Detektion. Durch den geringeren Abstand des Pt1000-SMD-Temperatursensors zur Wärmequelle wird nicht nur die Messgenauigkeit verbessert, sondern auch die Zeit bis zum Erreichen des thermischen Gleichgewichts verkürzt, was zu einer kürzeren Ansprechzeit bei der Temperaturmessung führt.

Der sinterfähige Temperatursensor Pt1000 im SMD-Gehäuse bietet eine Reihe von Vorteilen in Leistungsmodulen: Das Layout mit intrinsischer Isolation zwischen Sensor und Kontaktschicht ermöglicht neue Designs. Der verringerte Abstand zwischen der Wärmequelle und dem Sensorelement führt zu einer genaueren und schnelleren Temperaturmessung. Überhitzungseffekte und Temperaturspitzen können vermieden werden, was die Gesamtlebensdauer erhöht. ■

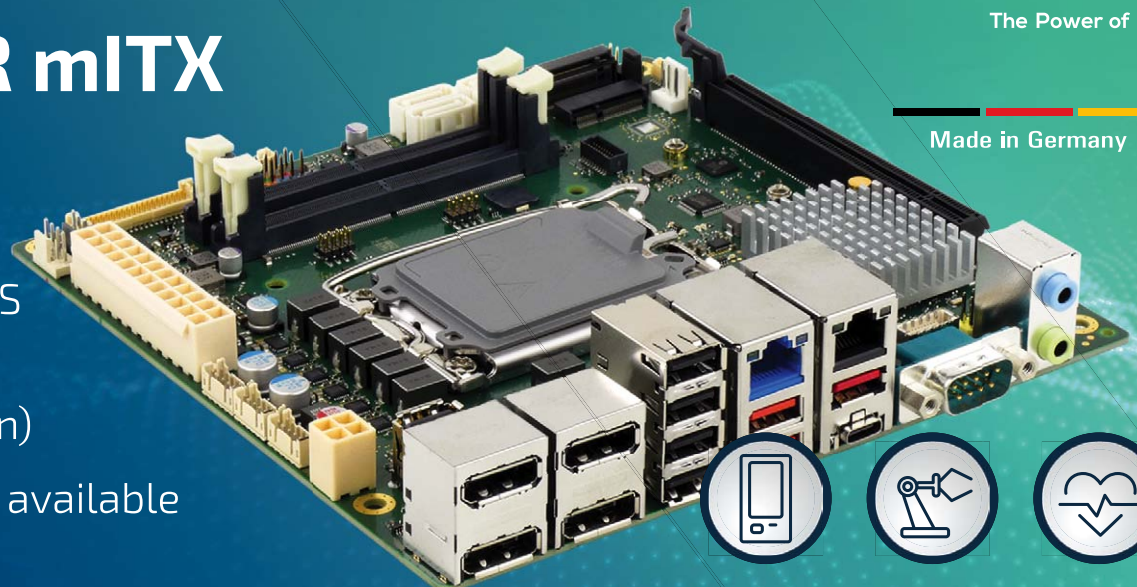
Anzeige

# Welcome the K3836-Q/-R mITX

**kontron**  
The Power of IoT

Made in Germany

- Successor to well-known D3633-S
- Latest Intel® Core™ Processors (14th Gen)
- Intel® Q670 & R680E available



Ethernet-Transformatoren für Hochleistungsnetze

# Für Datenübertragungsraten bis zu 10 Gbit/s

*Hochleistungs-Ethernet-Transformatoren werden benötigt, um die Anforderungen moderner, hochleistungsfähiger Netzwerkgeräte zu erfüllen. Sie sorgen für eine zuverlässige und sichere Datenübertragung, optimieren die Signalqualität und tragen zur Gesamtleistung und Effizienz des Netzwerks bei.*

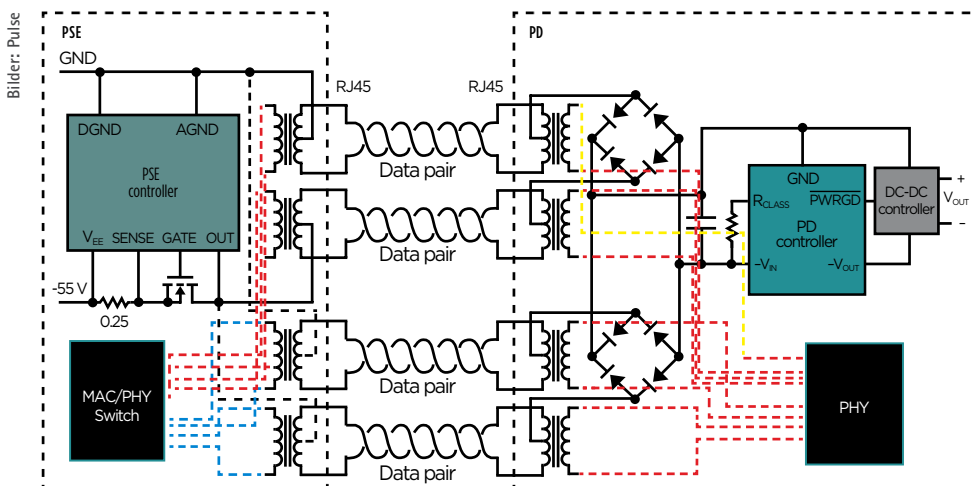
VON DANIELE CARNEVALE,  
CORPORATE PRODUCT SALES MANAGER  
INDUCTORS BEI RUTRONIK,  
UND JOCHEN NELLER, TECHNICAL EXPERT  
INDUCTORS BEI RUTRONIK

Jedes anschließbare Gerät muss über einen Prozessor und einen Kommunikationskanal verfügen. Die Verbindung zwischen der digitalen und der analogen Ebene wird durch den PHY (Physical-Layer-Transceiver), einen Siliziumchip/IC, hergestellt. Er fungiert als Schnittstelle der physikalischen Schicht zwischen diesen beiden Ebenen. Vereinfacht ausgedrückt handelt es sich um einen Datenübertrager mit galvanischer Trennung, der digitale High-Speed-Signale über die Ethernetkabel an andere Geräte sendet und von diesen empfängt.

Entwickler und Entwicklerinnen von Schaltungen fürs LAN (Local-Area-Network) sehen sich häufig mit der Verwendung von Hochfrequenz(HF)-Transformatoren (Übertrager) als Teil der analogen Schnittstelle ihrer Schaltung konfrontiert. Diese Übertrager dienen der Impedanzanpassung, Spannungsanpassung und/oder Isolierung oder als Barriere zwischen externen Kabeln und internen digitalen Schaltungen. Die LAN-Transformatoren

von Pulse sorgen für die notwendige Isolation, damit das Netzwerk ordnungsgemäß funktioniert und kommuniziert und den vom IEEE unter IEEE 802.3 definierten Industriestandards entspricht. Alle Designs der diskreten LAN-Produkte von Pulse sind für den Betrieb mit PHY-Chipsätzen der jeweiligen Hersteller abgestimmt, je nach gewünschter Ethernet-Datenrate von 10Base-T (10 Mbit/s) bis 10G-Base-T (10 Gbit/s). Die Auswahl des richtigen Bausteins ist wichtig, da das Modul die Ethernet-Daten über den Transformator ohne Verzögerung, Verzerrung oder zusätzliches Rauschen durch EMI/EMV unterstützen muss.

Häufig spricht man von Modulen, wenn neben dem Transformator noch Filterspulen (z. B. Gleichtaktrosseln, Common-Mode-Chokes) im Gehäuse vorhanden sind. Diese blockieren unerwünschte Störungen und Rauschen. Häufig bieten die Module auch Power over Ethernet (PoE). Dies ermöglicht die sichere Übertragung von Gleichstrom über ein Netzwerk über dasselbe achtadrige geschirmte (STP, Shielded Twisted Pair) oder ungeschirmte (UTP, Unshielded Twisted Pair) Netzkabel, das auch das Ethernet-Datensignal unterstützt (Bild 1).



## Einsatz in lokalen Netzwerken

Ein lokales Netzwerk umfasst alle Ethernet-basierten Anschlussgeräte, die sich in einem Umkreis von etwa 100 Metern vom Standort des Hauptrechners oder Servers befinden. Die angeschlossenen Geräte bilden ein Netzwerk, aber nicht alle werden von derselben Stromquelle gespeist und haben eine gemeinsame Masse. Zwischen den angeschlossenen Geräten bestehen Potenzialunterschiede. Digitale Datensignale werden über angeschlossene Ka-

Bild 1: Funktionsweise von PoE



<b>Datenraten der LAN-Geräte</b>	100Base-Tx, 1000Base-T, 2.5GBase-T, 5GBase-T, HDBase-T, 10GBase-T und 25GBase-T
<b>Datenraten Automotive</b>	100Base-T1, 1000Base-T1, 10Base-T1
<b>Montageoptionen</b>	THT, SMT, Pin-in-Paste, BGA
<b>Multiport-Optionen</b>	Single, Dual, Quad, Octal
<b>Package-Konfigurationen</b>	PCMCIA und Low Profile
<b>Temperaturbereiche</b>	0 bis 70 °C, -40 bis +85 °C/105 °C/125 °C

Tabelle 1: Hauptmerkmale der Transformatoren von Pulse

PSE PD	Type 3 (802.3bt)				Type 4 (802.3bt)			
	Type 1 (802.3af)		Type 2 (IEEE802.3at)		Class 5 45 W	Class 6 60 W	Class 7 75 W	Class 8 90 W
	Class 1 4 W	Class 2 7 W	Class 3 15,4 W	Class 4 30 W				
	2-pair only (Type 1 & 2) 2-pair or 4-pair power feeding (Type 3 & 4)				Always 4-pair power feeding			
	Class 1 3.84 W	Class 2 6.49 W	Class 3 13 W	Class 4 25.5 W	Class 5 40 W	Class 6 51 W	Class 7 62 W	Class 8 71.3 W

Bild 2: Anforderungs- und Referenzleistungspegel nach Typ, Klasse und PoE-Gerät

bel zwischen den verbundenen Geräten übertragen. Die Isolierung der Datenleitung verhindert, dass die Signale verschlechtert werden und Nullen und Einsen möglicherweise nicht gelesen werden können. Die Reduzierung von Störungen und Rauschen trägt ebenfalls zur Integrität bzw. Reinheit der Datensignale bei.

Transformatormodule sorgen für eine Isolierung, um unerwünschte Einflüsse aufgrund von Massepotenzialschwankungen (Floating Grounds) zu eliminieren und eine klare, saubere Gültigkeit des digitalen Datensignals zu gewährleisten. Integrierte Drosseln unterdrücken das Rauschen und sorgen zusätzlich für EMV-Sicherheit.

### Gleichzeitige Daten- und Energieübertragung

Im Zusammenhang mit PoE, also der Möglichkeit, sowohl Daten als auch elektrische Energie über ein Ethernet-Kabel zu übertragen, spielen Hochleistungs-Ethernet-Transformatoren eine entscheidende Rolle. PoE-LAN-Transformatoren selbst stellen keine Gleichstromversorgung zur Verfügung. Sie unterstützen nur den differenziellen Datensignalfeld über den Transformator

und blockieren den Durchgang des Gleichstroms. Daher muss der Gleichstrom auf der externen Kabelseite eingespeist werden und ist nur über den zentralen Abgriff des Transformators zugänglich. Das bedeutet, dass der LAN-Transformator den PoE-Laststrom über diese Wicklungen aufnimmt und die Konstruktion des Transformatormoduls dies berücksichtigt.

Ursprünglich gab es zwei Varianten für PoE mit zwei Adernpaaren. Die Art der Stromversorgung hing von der Art des Anschlusses ab: Modus A, bei dem Strom und Signal kombiniert wurden, oder Modus B, bei dem Strom und Signal getrennt wurden. Heute konzentriert man sich auf Produkte mit vier Adernpaaren vom Typ 3 (hohe Leistung, 60 W) und Typ 4 (hohe Leistung, 90 W), was die Belastbarkeit jeder Verbindung erhöht hat (Bild 2).

### Ethernet-Transformatoren für Hochleistungsanwendungen

Pulse hat seine neuesten diskreten LAN-Bauteile HBxxxxHLT und HXBxxxxHLT auf den Markt gebracht. Beide Serien bieten eine hohe Isolationsspannung (typisch bis zu 1500 V

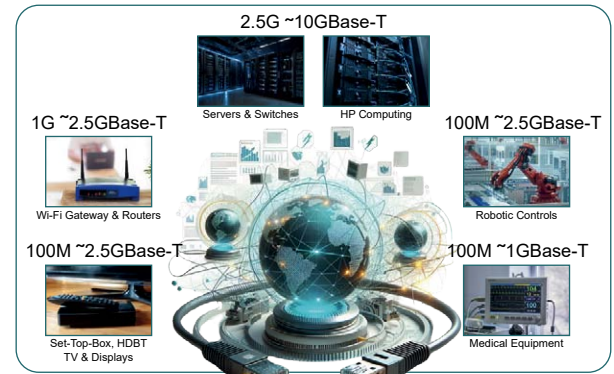


Bild 3: Anwendungsbereiche der diskreten LAN-Module von Pulse

RMS), geringe Verluste und ein kompaktes Design. Sie sind robust und für raue Umgebungen geeignet. Jedes SMT-Modul enthält die erforderlichen Kombinationen aus Trenntransformator und Gleichtakttdrossel, um die IEEE-802.3-Standards für Datenraten von 10/100Base-TX, 1000Base-T, 2,5/5GBase-T und 10GBase-T zu erfüllen. Damit sind sie besonders für High-Performance-Ethernet-Anwendungen geeignet (Bild 3).

Die HBxxxHLT-Serie deckt den kommerziellen Temperaturbereich von 0 bis 70 °C ab. Die HXBxxxHLT-Serie ist für industrielle und Outdoor-Anwendungen konzipiert, die einen erweiterten Temperaturbereich von -40 bis +85 °C erfordern. Darüber hinaus ermöglichen die HB/HXB-Serien PoE und unterstützen die DC-Stromversorgung von bis zu 90 W über vierpaarige Ethernet-Kabel. Die Serien bieten eine hervorragende elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) und reduzieren elektromagnetische Interferenzen (EMI) und ermöglichen so eine störungsfreie Datenkommunikation.

Ein weiterer Vorteil: Die diskreten LAN-Komponenten werden auf hochautomatisierten, kostengünstigen Fertigungslinien hergestellt. Durch den hohen Automatisierungsgrad werden Skalierbarkeit, Reproduzierbarkeit und hohe Qualität der Komponenten erreicht. Tabelle 2 zeigt eine Auswahl von Produkten der neuen Serie. ■

Part Number	Number of Ports	Mounting Style	Data Rate (Gbit/s)	Length (mm)	Width (mm)	Height (mm)	RMS Breakdown Voltage (V)	Winding Configuration	Operating Temperature (°C)	PoE Rating (W)
HXB6020HL	1	24 Pin SMD	1	15.10	10.00	5.80	1,500	2wCMC, XFM	-40 to +85	60
HXB6005HLT	1	24 Pin SMD	1	17.55	15.90	6.00	1,500	2wCMC, XFM	-40 to +85	60
HXB6008HLT	1	24 Pin SMD	1	17.55	15.90	6.00	1,500	2wCMC, XFM	-40 to +85	90
HXB4016HLT	1	24 Pin SMD	2.5	17.55	15.90	6.00	1,500	2wCMC, XFM	-40 to +85	90
HB4015HLT	1	24 Pin SMD	2.5	17.55	15.90	6.00	1,500	XFM, 2wCMC	0 to 70	60
HXB5G010HLT	1	24 Pin SMD	5	17.55	15.90	6.00	1,500	2wCMC, XFM	-40 to +85	90
HXB5G014HLT	1	24 Pin SMD	5	17.55	15.90	6.00	1,500	2wCMC, XFM	-40 to +85	90
HXB7011HLT	1	24 Pin SMD	10	17.55	15.90	6.00	1,500	2wCMC, XFM	-40 to +90	60
HXB7012HLT	1	24 Pin SMD	10	17.55	15.90	6.00	1,500	2wCMC, XFM	-40 to +90	90

Tabelle 2: Produktauswahl der neuen HB-/HXB-Serien

Elektromechanische Aktoren erweitern Kommunikationsmöglichkeiten

# Für mehr Gefühl zwischen Mensch und Maschine

*Elektromagnetische haptische Aktoren sind Schlüsselemente in der Mensch-Maschine-Interaktion. Sie wandeln elektrische Energie in taktiles Feedback um und erhöhen so die Benutzerfreundlichkeit elektronischer Geräte wie Smartphones.*

VON SAMET KAYA,  
CORPORATE PRODUCT SALES MANAGER  
INDUCTORS BEI RUTRONIK



Bei einer Größe von nur 13 mm x 13 mm liefert der HD-LA1307-SM eine maximale Beschleunigung von 1,8 G in linearer Richtung bei einer Resonanzfrequenz von 154 Hz. Ein weiterer Vorteil: Er ist für die SMD-Montage geeignet.

Viele Produkte nutzen visuelle und akustische Reize, um den Benutzerinnen und Benutzern Informationen zu vermitteln. In jüngster Zeit wird zunehmend eine dritte Dimension der Informationsvermittlung genutzt: der Tastsinn. Dieses als Haptik bezeichnete Konzept wird in immer mehr Marktsegmenten eingesetzt; dazu gehören Virtual und Augmented Reality (VR, AR), das Internet der Dinge (Internet of Things, IoT), die Automobilindustrie und die Medizintechnik.

Es gibt verschiedene Technologien, die in der Lage sind, eine haptische Rückmeldung zu geben. Eine Möglichkeit sind haptische Aktoren. Diese wandeln elektrische Energie in mechanische Bewegung um und geben dem Benutzer bzw. der Benutzerin taktile Rückmeldungen. Vibration, Berührungssensoren und andere taktile Effekte sorgen für vielfältige und realistische Interaktionen mit elektronischen Geräten. Dies ermöglicht eine perfekte Schnittstelle zwischen Mensch und Maschine (HMI) für die Anwendung.

Elektromagnetische haptische Aktoren werden üblicherweise in drei Hauptkategorien eingeteilt: exzentrische rotierende Massen (ERM), lineare Resonanz-Aktoren (LRA) und Voice-Coil-Aktoren (VCA) bzw. Voice-Coil-Motoren (VCM).

*Spürbare Vibrationseffekte für Smartphone und Co.*

**ERM-Aktoren** erzeugen Vibrationen durch eine exzentrische rotierende Masse, die an einem bürstenlosen Gleichstrommotor befestigt ist (Bild 1). Wird eine Spannung an den Motor angelegt, vibriert der Aktor mit einer Frequenz, die genau jener Frequenz entspricht, mit der die Masse eine vollständige Umdrehung ausführt. Daraus ergibt sich eine Vibrationsstärke, die direkt mit der Steuerspannung des Aktors korreliert. Diese Aktoren erzeugen ein eher niederfrequentes, etwas »rumpelndes« sensorisches Feedback. Denn der rotierende Motor benötigt eine kurze Zeit, um bei angelegter Spannung die gewünschte Drehzahl zu erreichen, ebenso wie beim Abbremsen des Motors bis zum Stillstand. ERM-Aktuatoren sind daher eine gute Option, wenn es nicht unbedingt auf präzise Vibrationsmuster ankommt, aber dennoch ein spürbarer Vibrationseffekt erforderlich ist. Sie werden häufig in Smartphones und Gamecontrollern eingesetzt.

Bilder: Pui Audio

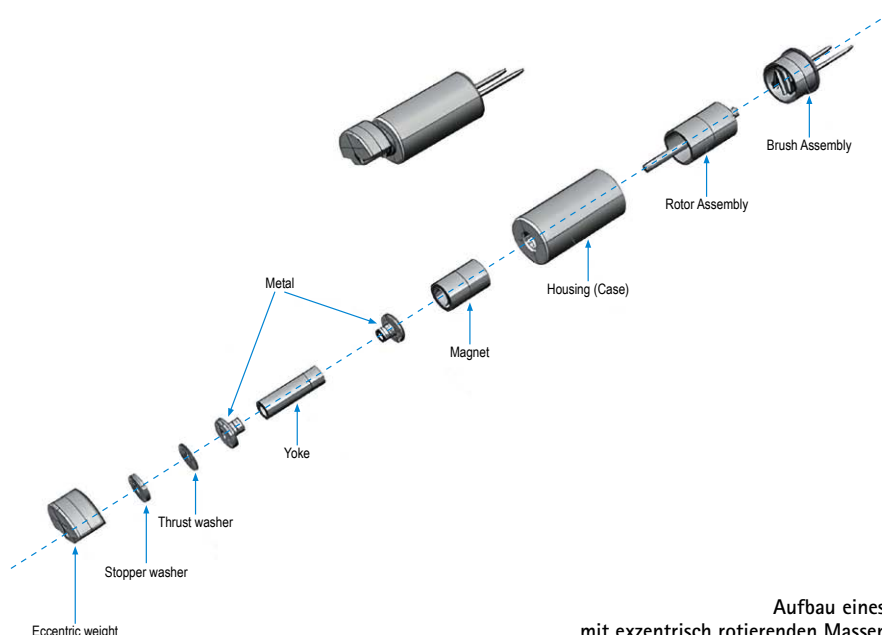


Bild 1: Aufbau eines Aktors mit exzentrisch rotierenden Massen (ERM)

*Für Anwendungen mit hoher Präzision und Feinabstimmung*

**Lineare Resonanz-Aktoren (LRA)** verwenden eine Methode zur Erzeugung von Schwingungen, die eng mit der Technologie herkömmlicher Lautsprecher verwandt ist (Bild 2): In einem Lautsprecher ist eine Membran mit einer Spule und einem Elektromagneten verbunden. Wird die Spule elektrisch angeregt, bewegt sie den Magneten und die Membran, die dann die





Bild 2:  
Aufbau eines  
linearen Resonanz-  
Aktors (LRA) in  
Coin-Bauweise

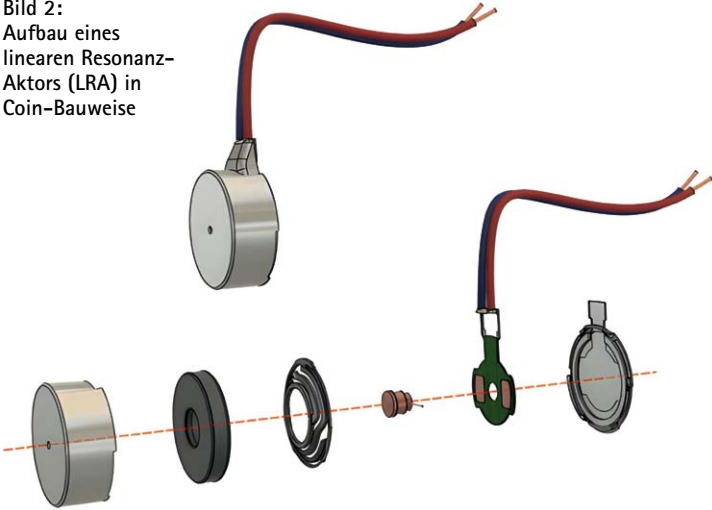
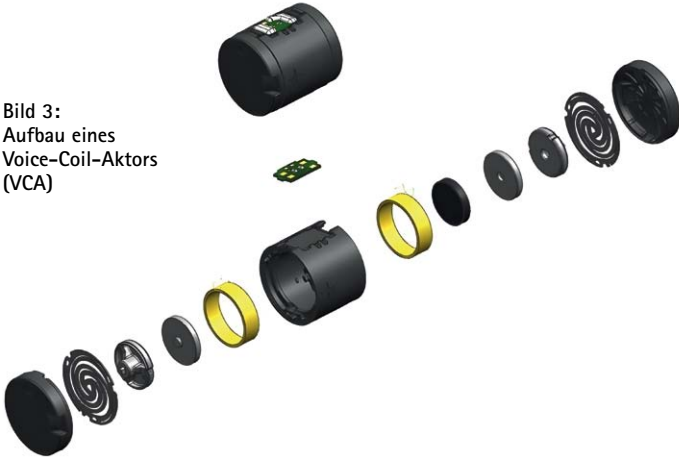


Bild 3:  
Aufbau eines  
Voice-Coil-Aktors  
(VCA)



Schallwellen generiert. Bei einem LRA ist anstelle einer Membran eine Masse an einer Spule befestigt. Wird die Spule erregt, erzeugt diese Masse Schwingungen in linearer Richtung. Die Masse bewegt sich in Abhängigkeit von der Frequenz und der Spannung des an den LRA angelegten Signals, sodass sowohl die Intensität als auch die Frequenz der Vibrationen unabhängig voneinander gesteuert werden können.

Ein wesentlicher Vorteil von linearen Resonanz-Aktoren ist ihr schnelles und lineares Ansprechverhalten. Es gibt keine Rampenzeit, wie es bei einem ERM der Fall ist. Während der Benutzung spürt man die Vibration, sobald die Spule erregt wird und sich die Masse nach oben oder unten bewegt. Mit LRAs können hochauflösende, ansprechende Vibrationsmuster erzeugt werden, die den Benutzerinnen und Benutzern Informationen liefern. Zudem gibt es bereits haptische Treiber-ICs mit integrierten, vorprogrammierten Bibliotheken von Vibrationsmustern. Selbst komplexe Verstärker- und Boost-Schaltungen zur direkten Ansteuerung des Aktors sind auf diesen Chips enthalten.

LRA-Aktoren sind in den kleinsten für haptische Aktoren verfügbaren Gehäuseformen erhältlich. Außerdem sind sie sehr energieeffizient, was sie zu einer beliebten Wahl für z. B. Wearables macht. Die LRAs werden ständig weiterentwickelt. Eine Besonderheit sind die für die SMD-Montage geeigneten Versionen mit einem zum Patent angemeldeten Design. Der HD-LA1307-SM von PUI Audio misst nur 13 mm x 13 mm und liefert eine maximale Beschleunigung von 1,8 G in linearer Richtung bei einer Resonanzfrequenz von 154 Hz.

# Su'scon

**Aluminum Electrolytic Capacitors**  
**Conductive Polymer Solid Capacitors**  
**Conductive Polymer Hybrid Capacitors**





Für vielfältige haptische Effekte

**Voice-Coil-Motoren (VCM) oder Voice-Coil-Aktoren (VCA)** nutzen eine Spule, die sich in einem Magnetfeld befindet, um eine lineare Bewegung hervorzurufen (Bild 3). Auf diese Weise ist eine Vielzahl haptischer Effekte möglich: stufenlose Vibrationen, Bewegungen oder Kraft-Feedback. VCAs bieten eine hohe Präzision und Kontrolle über die erzeugten haptischen Effekte und werden z. B. für VR-Applikationen eingesetzt.

VCMs/VCAs sind in der Regel größer als LRAs. Dadurch ist der Vibrationseffekt wesentlich stärker und realistischer, als er mit einem LRA generiert werden kann. Gleichzeitig haben VCAs/VCMs eine höhere Leistungsaufnahme als ein LRA.

Welche Aktortechnologie für welche Anwendung?

Das Hinzufügen von taktilem Feedback durch haptische Technologie ermöglicht es Produktdesignern, die Art und Weise, wie Informationen kommuniziert werden, zu überdenken. Für Konstrukteure ist es wichtig, die verschiedenen Aktortechnologien zu verstehen und den idealen haptischen Aktor für ihr Produkt auszuwählen. Die Entscheidung für eine geeignete Aktortechnologie hängt von verschiedenen Faktoren ab. Dazu gehören Leis-

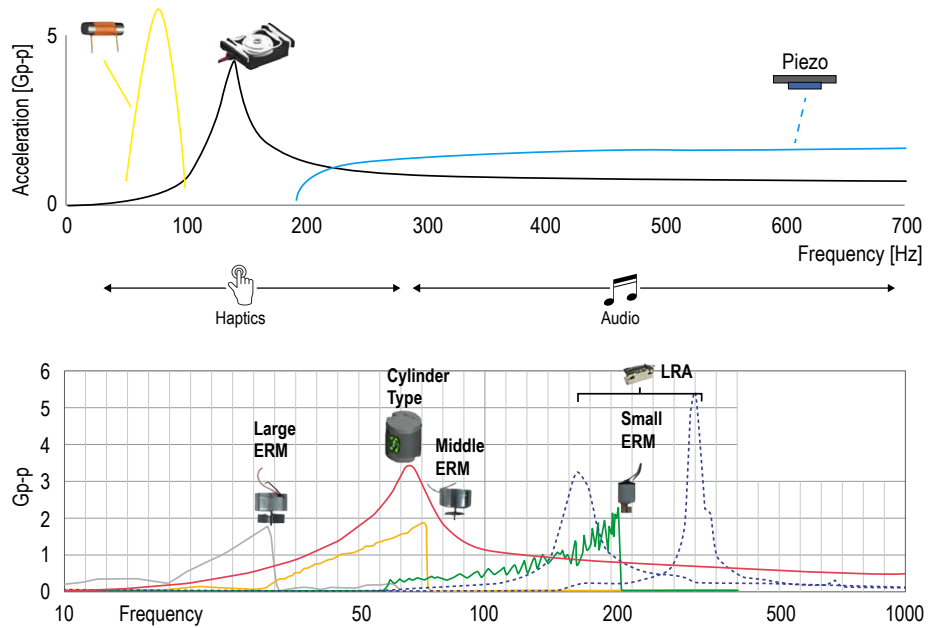


Bild 4: Vergleich zwischen den verschiedenen Aktortechnologien

tungsanforderungen, Platzbedarf, Energieeffizienz, Gewicht, Vibrationscharakteristik und Kosten. Bild 4 zeigt einen Vergleich verschiedener Technologien.

Sowohl LRA als auch VCA haben eine bestimmte Frequenz, die dem optimalen Betriebszustand des Gesamtsystems entspricht und bei der die Vibrationsintensität am größten ist. Das bedeutet, dass sowohl LRAs als auch VCAs im täglichen Betrieb einen engen Arbeitsbereich haben. Entwicklerinnen und Entwickler sind gut beraten, den Arbeitspunkt ihrer Hard- oder Software optimal auf diesen

Bereich abzustimmen. ERM's hingegen sind von dieser Einschränkung nicht betroffen, da sich die Vibration nur als Reaktion auf Spannungsänderungen und nicht in der Frequenz ändert. Dies ermöglicht einen großen Bereich von Vibrationsfrequenzen.

Schon beim Produktdesign ist zu entscheiden, welche Art von Vibration für die jeweilige Konstruktion geeignet ist, indem die Vorteile und Grenzen der einzelnen Aktoren abgewogen werden. Eine Beratung auf dem Gebiet der Aktortechnologie kann hier wertvolle Informationen liefern. ■

Einsatz von Polymer in Kondensatoren

# Die beste Wahl für moderne Elektronik

*Polymer-Kondensatoren verbessern Leistung, Zuverlässigkeit und Lebensdauer elektronischer Schaltkreise und erfreuen sich daher in der modernen Elektronik großer Beliebtheit.*

VON JULIO GÁLLEGO LÓPEZ,  
FIELD APPLICATION ENGINEER  
BEI RUTRONIK

**S**eit den 2000ern erfreuen sich Polymer-Kondensatoren wachsender Beliebtheit. Sie werden vor allem in elektronischen Geräten eingesetzt, bei denen es auf Leistung und Zuverlässigkeit ankommt. Zu den wichtigsten Einsatzgebieten zählen Computerplatinen, Medizintechnik, Luft- und Raum-

fahrt, Industrie- und Haushaltselektronik sowie Fahrzeugelektronik. Gerade in der Fahrzeugelektronik erleben Polymer-Hybrid-Kondensatoren einen regelrechten Boom. Kondensatoren nach dem Automotive-Standard AEC-Q200 werden in Motorsteuergeräten, Infotainmentsystemen und anderen kritischen



Komponenten eingesetzt, die eine stabile Stromversorgung und eine hohe Zuverlässigkeit erfordern.

### Polymertechnologie

Polymer-Kondensatoren gehören zur Gruppe der Elektrolytkondensatoren. Der Begriff »Elektrolytkondensator« leitet sich vom Einsatz einer elektrochemisch gebildeten Oxidschicht an der Oberfläche der Elektrode ab, die als Dielektrikum wirkt. Es gibt zahlreiche Metalle, die ein dünnes, hochisolierendes Oxid bilden, u. a. Aluminium (Al), Tantal (Ta), Niob (Nb), Titan (Ti), Zirkonium (Zr) und Hafnium (Hf). Derzeit werden jedoch nur drei Metalle – Aluminium, Tantal und Niob – tatsächlich in der Praxis eingesetzt.

Die auf der Elektrodenoberfläche entstehende Oxidschicht wirkt als elektrischer Isolator und kann nur dann als Dielektrikum fungieren, wenn die Elektrode, auf der sie sich bildet, als Anode dient. Daher sind Elektrolytkondensatoren im Prinzip gepolte Kondensatoren.

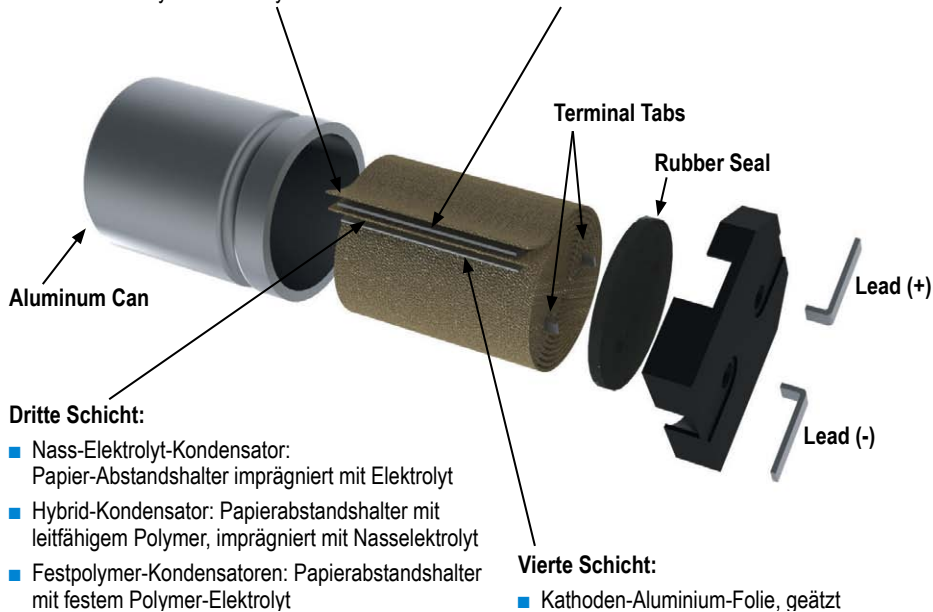
#### Erste Schicht:

- Nass-Elektrolyt-Kondensator: Papierabstandshalter imprägniert mit Elektrolyt
- Hybrid-Kondensator: Papierabstandshalter mit leitfähigem Polymer, imprägniert mit Nasselektrolyt
- Festpolymer-Kondensatoren: Papierabstandshalter mit festem Polymer-Elektrolyt

Bild 1: Gemeinsamkeiten und Unterschiede beim Aufbau von Polymer-Kondensatoren

#### Zweite Schicht:

- Anoden-Aluminium-Folie, geätzt, bedeckt mit Aluminiumoxid



#### Dritte Schicht:

- Nass-Elektrolyt-Kondensator: Papier-Abstandshalter imprägniert mit Elektrolyt
- Hybrid-Kondensator: Papierabstandshalter mit leitfähigem Polymer, imprägniert mit Nasselektrolyt
- Festpolymer-Kondensatoren: Papierabstandshalter mit festem Polymer-Elektrolyt

#### Vierte Schicht:

- Kathoden-Aluminium-Folie, geätzt

Anzeige



Creating Customer Centric Technology.

## The FTR-E1-HC, Compact, Lightweight, High Voltage DC Switching Relay for Power and Automotive Applications

- Lightweight only 75gr.
- Smallest size in its class, just 43.6 (L) × 28.3 (W) × 36.8 (H) mm for smaller PCB design
- Dielectric strength of 5,000VAC (1 min.) coil and contacts, 2,500VAC (1 min.) between contacts
- No specific polarity requirement for the connection of load terminals, for charge and discharge switching of the circuit
- Power consumption reduction is possible by applying holding voltage method
- Compliant with EN/IEC 61810-1:2015+A1





Schlüsselfaktoren	Aluminium-Nass-Elektrolytkondensatoren	Aluminium-Polymer-Kondensatoren	Hybrid-Kondensatoren
Lebensdauer	Senkung der Temperatur um 10 °C verdoppelt die Lebensdauer	Senkung der Temperatur um 20 °C verzehnfacht die Lebensdauer	wird genauso berechnet wie für den Nass-Elektrolytkondensator
Reduktionsspannung (Derating Voltage)	Eine Verringerung der Spannung ist nicht erforderlich, kann aber die Lebensdauer verlängern; Nass-Elektrolytkondensatoren sind bei 70 bis 80 % der Nennspannung betriebsfähig, Hybrid- und Festelektrolyt-Kondensatoren sind bei 80 bis 90 % der Nennspannung betriebsfähig		
Nennspannung	Nennspannung bis 450 V; bei Hochvolt-Aluminium-Elektrolyt-Kondensatoren sind sogar Nennspannungen von 600 V und darüber hinaus möglich	Versionen mit Nennspannungen von 63 V bis 100 V verfügbar; Trend geht hin zu höheren Nennspannungen	Versionen mit einer Nennspannung bis 125 V lieferbar
DC-Bias	keine Beeinflussung durch DC-Bias		
ESR	typischer ESR bei 20 mΩ; Trend geht zur Verringerung des ESR	sehr niedriger ESR von lediglich 5 mΩ	zwischen nass und fest, ESR nass und fest bei ca. 11 mΩ
Ripple-Strom	nicht die beste Leistungsfähigkeit; Elektrolytkondensatoren sind empfindlich gegenüber sehr hohen Ripple-Strömen	sehr gute Ripple-Fähigkeit dank geringem ESR	gute Leistungsfähigkeit
Schwingungen	gute Leistung bei Schwingungen	Aluminium-Elektrolytkondensatoren mit festem Polymer sind steifer und neigen weniger zum Absorbieren der Schwingungen, sodass sie empfindlicher gegenüber mechanischer Beschädigung in Umgebungen mit vielen Schwingungen sind. Einige Hersteller bieten verstärkte, schwingungsfeste Baureihen an.	
Temperatur	Maximaltemperatur bis zu 105 °C, Versionen mit Maximaltemperatur bis zu 125 °C lieferbar	Maximaltemperatur bis zu 125 °C	Tendenz geht zur Steigerung der Temperatur auf 150 °C, um die Lebensdauer zu verlängern
Stabilität der Kapazität vs. Temperatur und Frequenz	unzureichende Hochfrequenzeigenschaften; deutlicher Kapazitätsverlust bei 20 kHz; empfindlich gegenüber Temperaturänderungen	bessere Hochfrequenzleistung; stabile Kapazität in verschiedenen Frequenzen; deutlicher Kapazitätsverlust bei 1 MHz; gutes Temperaturverhalten	
Leckstrom	Aluminium-Elektrolytkondensatoren weisen im Vergleich zu anderen Technologien wie MLCC und Kunststoff-Kondensatoren einen höheren Leckstrom auf. Der Leckstrom eines Elektrolytkondensators wird normalerweise vom Hersteller angegeben und kann mit der folgenden empirischen Formel berechnet werden: $I_L = K \cdot C \cdot V$ K: vom Hersteller angegebene Konstante C: Kapazität (F oder µF) V: anliegende Spannung Genaue Informationen zum Leckstrom lassen sich den Datenblättern des Herstellers entnehmen, die genauen Formeln und Konstanten können aber vom Hersteller zu Hersteller schwanken.		

Tabelle 1: Wesentliche Treiber verschiedener Aluminium-Polymer-Kondensatoren

Bei Polymer-Kondensatoren wird zwischen zwei Haupttypen unterschieden – Aluminium-Elektrolyt- und Tantal-Kondensatoren –, auf die im Folgenden näher eingegangen wird. Leitfähige Polymere werden auch in Aluminiumkondensatoren verwendet und ersetzen hier den Nass-Elektrolyt. Diese Kondensatoren weisen einen deutlich geringeren äquivalenten Serienwiderstand (ESR) auf und trocknen nicht mit der Zeit aus.

Polymer-Kondensatoren werden vor allem in Gleichspannungswandlern/Entkopplern und in Stromverteilern im Automobilbereich eingesetzt.

*Aluminium-Elektrolytkondensatoren*

Aluminium-Elektrolytkondensatoren sind gepolte Kondensatoren, bei denen Anode und Kathode aus Aluminium bestehen. Sie besitzen entweder einen Nass-Elektrolyten, ein festes leitfähiges Polymer oder einen Hybrid-Elektrolyten (Nass- und Festelektrolyt aus leitfähigem Polymer). Wenn diese Kondensatoren gepolt sind, sollten sie bei Anliegen einer Sperrspannung nicht verwendet werden.

Bei Aluminium-Elektrolytkondensatoren bestehen beide Elektroden aus Aluminium. Die

Aluminium-Anode wird vom Nass-Elektrolyt durch eine Oxidschicht getrennt, die aus sehr dünnem, im Nass-Elektrolyt getränktem Papier besteht. Verschiedene Arten von Elektrolyten begünstigen die Oxidation, arbeiten in höheren Temperaturbereichen und nehmen Gase auf, die sich im Inneren bilden können. Außerdem gibt es noch eine andere Aluminiumplatte, die als Kathode dient. Die geforderte Robustheit der Aluminiumfolie an der Anode richtet sich danach, ob der Kondensator für höhere Spannungen ausgelegt ist.

Ein Polymer-Kondensator ist ganz ähnlich aufgebaut. Er besteht aus einer Anode und einer Kathode, jeweils aus Aluminiumfolie. Das Dielektrikum ist eine Schicht aus Aluminiumoxid (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), die als Isolierung zwischen Anode und leitfähigem Polymer dient. Das leitfähige Polymer besteht aus zwei Schichten, die durch eine Isolierschicht (Papier, Folie oder andere nicht leitfähige Materialien) voneinander getrennt sind. Schließlich erfolgt ein Trocknungs- und Alterungsprozess, der bis zu acht Stunden dauern kann.

In Hybrid-Aluminium-Polymer-Kondensatoren werden die Eigenschaften von herkömmlichen Aluminium-Elektrolytkondensatoren und Polymer-Kondensatoren zusammengeführt und damit die Vorteile beider Typen vereint. Das Dielektrikum ist ein Gemisch aus flüssigem Elektrolyt und leitfähigen Polymeren. Der flüssige Elektrolyt trägt zur Leistungssteigerung bei niedrigen Frequenzen bei und verbessert die allgemeine Leitfähigkeit.

Bild 1 zeigt Gemeinsamkeiten und Unterschiede im Aufbau beider Typen von Polymer-Kondensatoren.

*Stabile Leistung und längere Lebensdauer durch Selbstheilungsprozess*

Elektrische bzw. thermische Überlastung oder mechanische Beanspruchung können in der Aluminiumoxidschicht zu kleinen Defekten wie Einstichen, Haarrissen oder dielektrischem Durchschlag führen. Dies schafft Wege für Leckströme, welche die Leistung des Kondensators beeinträchtigen können. Erhöhter Leckstrom aufgrund eines Defekts führt zur Erwärmung des umgebenden Bereichs. Die Schicht aus leitfähigem Polymer reagiert auf diese Wärmeentwicklung. Aufgrund der Wärme kann das Polymer im betroffenen Bereich vorübergehend seine Leitfähigkeit einbüßen, sodass der Defekt wirksam isoliert wird. Darüber hinaus fördern die höheren Temperaturen die Regeneration der dielektrischen Aluminium-



schicht an der defekten Stelle. Dies kann durch Oxidation des freiliegenden Aluminiums an der schadhaften Stelle erfolgen. Das Aluminium reagiert mit Sauerstoff (häufig aus dem Polymer oder der Umgebung) und bildet neues Aluminium. Durch die kombinierte Wirkung aus der Reaktion des Polymers und der Regeneration der Oxidschicht wird der Defekt behoben und das Dielektrikum wiederhergestellt. Nach Abdichtung der schadhaften Stelle verringert sich der Leckstrom, und der Kondensator kann wieder im Normalbetrieb verwendet werden. Bei Hybrid-Kondensatoren sorgt der flüssige Elektrolyt für eine schnellere Wiederherstellung der Oxidschicht und verbessert dadurch den Selbstheilungsprozess. Beide Kondensatortypen können aufgrund dieses Selbstheilungsmechanismus ihre Leistung länger aufrechterhalten und steigern so die Lebensdauer.

Die Schlüsselfaktoren für die verschiedenen Aluminium-Polymer-Kondensatoren sind in Tabelle 1 aufgeführt.

### Tantal-Elektrolytkondensatoren

Tantal-Kondensatoren sind gepolte Kondensatoren, die einen festen Elektrolyten verwenden, beispielsweise Mangandioxid ( $MnO_2$ ) oder leitfähiges Polymer. Beim Anlegen von Sperrspannungen an diesen Kondensatortyp ist jedoch Vorsicht geboten. Zu den bemerkenswertesten Eigenschaften von Tantal gehören eine hohe Duktilität, hohe Korrosionsbeständigkeit, eine hohe Schmelztemperatur (3020 °C), eine hohe Wärme- und Verschleißfestigkeit sowie eine hohe Biokompatibilität. Tantal-Kondensatoren können je nach Anwendungskriterien in bestimmten Einsatzbereichen MLCC (keramische Vielschichtkondensatoren) ersetzen.

### Tantal-Festkondensatoren

In Tantal(Ta)-Festkondensatoren besteht die Kathode aufgrund der Selbstheilungseigenschaften aus Mangandioxid. Bei einem Defekt im Dielektrikum verliert dieses seine Leitfähigkeit. Das Tantal ist durch eine Oxidschicht, das sogenannte Tantalpentoxid ( $Ta_2O_5$ ), vom Mangandioxid getrennt. Wenn diese Schicht reduziert wird, oxidiert das Mangandioxid im Tantal und bildet eine neue Oxidschicht. Daher sind diese Kondensatoren außergewöhnlich zuverlässig und weisen eine nahezu unbegrenzte Lebensdauer auf.

Im Zuge der Selbstheilung kann potenziell Sauerstoff freigesetzt werden, der im Extremfall einen Brand herbeiführen kann. Dennoch eignen sich Tantal-Kondensatoren bestens für den Einsatz bei höheren Temperaturen.

In diesen Kondensatoren verhält sich die Größe der leitfähigen Oberfläche proportional, die Dicke des Dielektrikums dagegen umgekehrt proportional zur Kapazität. Tantal-Kondensatoren sind zwar sehr dünn, aber dennoch außergewöhnlich robust (dielektrischer Durchschlag: 470 V/mm) und können daher auch bei relativ hohen Spannungen eingesetzt werden.

In Tabelle 2 ist die Dicke des Dielektrikums bei Tantal- und MLCC-Kondensatoren im Vergleich dargestellt. MLCC benötigen aufgrund ihres dickeren Dielektrikums für hohe Kapazitäten eine größere Oberfläche und müssen größer sein.

# mpe



## NEU

## Kabelkonfektionen

- Konfektionierte Kabelsätze nach Ihren Anforderungen
- Individuell umspritzte Steckergehäuse
- Einzellitzen, Kabelsätze oder umfangreiche Kabelbäume
- 100% elektrische Endkontrolle auf Anforderung

## Batteriekontakte

- Fertigung nach Kundenvorgabe
- Hochfeste Federstähle sorgen für sichere Kontaktierung und hohe Kontaktkräfte
- T+R Verpackung zur automatisierten Bestückung

## Terminal Blocks

- Viele verschiedene Anschlusskarten wie z. B. Schraubklemmen, Federklemmen, IDC-Klemmen bis hin zu Steckklemmen
- Verfügbar als Einlötlöt-, SMD oder Pin in Paste Varianten
- Alle gängigen Rastermaße
- UL Zertifiziert

[www.mpe-connector.de](http://www.mpe-connector.de)



$V_R$	Dicke des Dielektrikums (nm)	
	Ta	MLCC
2	20,7	600
4	27,6	600
6	36,8	600

Tabelle 2: Vergleich der Dicke des Dielektrikums bei Tantal- (Ta) und MLCC-Kondensatoren

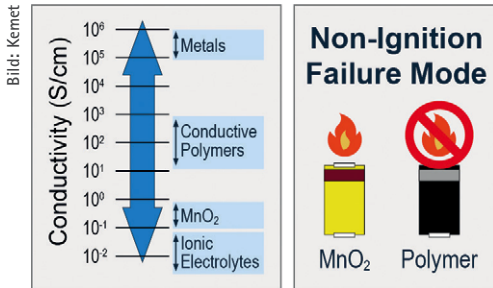


Bild 2: Vorteile von Ta-Polymer-Kondensatoren: Die Leitfähigkeit von Ta-Polymer ist höher als die von  $MnO_2$ ; darüber hinaus ist das Polymer nicht entflammbar.

### Leitfähiges Festpolymer

Seit Mitte der 1990er-Jahre wird das  $MnO_2$  in Tantal-Kondensatoren durch leitfähige Polymere ersetzt. Der Grund dafür ist die höhere Leitfähigkeit dieser Polymere, die zu einem deutlich geringeren äquivalenten Serienwiderstand (ESR) führt. Mit dem Wechsel von  $MnO_2$  zu leitfähigem Polymer sind einige bemerkenswerte Vorteile verbunden, darunter auch der Selbstheilungsmechanismus.

Tritt im laufenden Betrieb ein dielektrischer Durchschlag auf (und führt zu Kurzschluss bzw. Leckstrom), verursacht die hohe Stromdichte an der fehlerhaften Stelle eine lokale Erwärmung. Durch die Wärmeentwicklung oxidiert das Polymer, verliert seine Leitfähigkeit und dichtet die schadhafte Stelle wirksam ab. Mit der Oxidation wird die Isolierfähigkeit wie-

Schlüsselfaktoren	Tantal- $MnO_2$	Tantal-Polymer
Reduktionsspannung (Derating Voltage)	erfordert eine Verringerung der Spannung um ca. 50 %	10 % der anliegenden Spannung >10 V 20 % der anliegenden Spannung <10 V
Frequenzverhalten	unzureichende Leistung bei hohen Frequenzen; deutlicher Kapazitätsverlust bei 10 kHz	gute Eigenschaften bei hohen Frequenzen, vor allem im Bereich von 100 kHz; bei Frequenzen im Bereich von 1 MHz sind MLCC die bessere Wahl
Verschleiß/Lebensdauer	unbegrenzte Lebensdauer ohne Alterungserscheinungen	Verschleiß des Kathodenmaterials durch Feuchtigkeit und Oxidation. Daher zeigen die Bauteile über die Lebensdauer gesehen einen allmählichen Leistungsverlust. Die einzige Möglichkeit, diesen zu verhindern, ist eine hermetische Ummantelung.
Kapazität relativ zu Volumen und Energiedichte	Erhöhung der Kapazität im Verhältnis zu Volumen und Energiedichte; höhere Kapazität bei geringerem Volumen und bei höheren Spannungen als andere Technologien	
ESR, Ripple-Strom und Leckstrom	Das Polymer weist einen deutlich geringeren ESR auf als $MnO_2$ , sodass höhere Ripple-Ströme bewältigt werden können. Sowohl bei Tantal-Polymer als auch bei $MnO_2$ sind die Leckströme höher als bei anderen Technologien. Wenn ein geringer Leckstrom entscheidend für die maximale Leistungsausbeute einer Batterie ist, dann sind Tantal-Kondensatoren ungeeignet.	
Robustheit und Piezo-Geräusch	brechen nicht beim Biegen, nahezu kein Piezo-Geräusch	

Tabelle 3: Wesentliche Treiber unterschiedlicher Tantal-Kondensatoren

derhergestellt, sodass der Kondensator weiterhin funktionsfähig ist. Vor allem aber gelten diese Kondensatoren als sicherer, weil ihr Selbstheilungsprozess keinen Sauerstoff freisetzt und damit, wie in Bild 2 dargestellt, die Brandgefahr deutlich geringer ist. Haupteinsatzbereich sind Gleichspannungswandler.

Tantal-Polymer-Kondensatoren bieten im Vergleich zu herkömmlichen Elektrolytkondensatoren einige Vorteile, die sie für die verschiedensten Anwendungsbereiche auszeichnet. Sie weisen jedoch auch einige Nachteile auf und sind nicht in allen Einsatzszenarien verwendbar. Bei Frequenzen im Bereich von 1 MHz und darüber, Temperaturen über 150 °C sowie überall dort, wo die Lebensdauer der Batterie von einem geringen Leckstrom abhängt, wird von der Verwendung von Polymer-Kondensa-

toren abgeraten. Darüber hinaus sind Polymer-Kondensatoren ungeeignet für Gleichspannungen über 48 V sowie für Anwendungen, die einen sehr geringen ESR, eine geringe Kapazität oder Sperrvorspannung erfordern.

### Fazit

Polymer-Kondensatoren bieten einen geringen ESR, hohe Stabilität und Zuverlässigkeit, bewältigen hohe Ripple-Ströme, erhöhen die Sicherheit, kommen sehr gut mit geringen Spannungen zurecht und zeigen ein besseres Frequenzverhalten. Polymer-Kondensatoren verbessern Leistung, Zuverlässigkeit und Lebensdauer elektronischer Schaltkreise und erfreuen sich daher in der modernen Elektronik großer Beliebtheit. ■

Anzeige

**KGS** KITAGAWA GmbH

Your global provider of premium EMC solutions

www.kitagawa.de





Supply-Chain-Management

# Von A wie Allokation bis Z wie Zusammenarbeit

*Im Interview geben Patrick Krätz, Head of Supply Chain Management, und Roman Wolf, Team Leader Supply Chain Management, Einblicke in die Bereiche Supply Chain- und Logistik-Lösungen, Forecast-Management und die Prozessoptimierung mit einem Fokus auf elektronische, automatisierte Datenübertragung.*

## Welche Supply-Chain-Lösungen können Sie Kunden anbieten und was ist aktuell bei den Kunden besonders gefragt?

**Patrick Krätz:** Wir haben verschiedene Möglichkeiten, die Supply-Chain der Kunden zu unterstützen. Welches Modell wir wählen, hängt von vielen Faktoren ab, z. B. von Umschlagshäufigkeiten, Wertigkeit, Mengengerüst, Risikobetrachtung, Endkundenanforderungen, Effizienzpotenzialen und sonstigen Kundenanforderungen. Den Prozess erarbeiten und implementieren wir gemeinsam.

**Roman Wolf:** Konkret sprechen wir von Lieferplan-, Kanban- und Konsignationssystemen. Diese können miteinander kombiniert werden. Basis ist aber immer der elektronische Datenaustausch (EDI). Aktuell ist das Lieferplanverfahren besonders gefragt, da es sehr flexibel und leicht zu implementieren ist. Hinzukommen aber auch unterstützende Module wie Sicherheitslager oder ein C-Teile-Management. Wir automatisieren aber auch immer häufiger den normalen Bestellprozess ohne die bereits genannten Prozessvarianten. Der Optimierung der Supply-Chain sind also keine Grenzen gesetzt.

## Sie sprechen von einem 360-Grad-Einblick in den Materialfluss. Können Sie bitte kurz vorstellen, was es genau damit auf sich hat und worauf Sie hier mit den Kunden besonders schauen?

**Krätz:** Hier müssen wir beim Thema Big Data beginnen. Wir erhalten jeden Monat Millionen von Datensätzen aus den unterschiedlichsten Bereichen. Diese werden kontinuierlich aktualisiert. Die meisten dieser Daten betreffen die Supply-Chain. Als Beispiel können wir die Liefersicherheit und Lieferzuverlässigkeit analysieren. Dies erfolgt über Kundenaufträge oder Forecasts auf der einen Seite und Lieferantenbestellungen auf der anderen Seite. Kombiniert



Patrick Krätz,  
Head of Supply Chain Management

„ Mit unserem neuen Forecast-Monitoring können wir die Forecasts der Kunden nach jeder Einspielung miteinander vollautomatisiert abgleichen und plausibilieren. “



Roman Wolf,  
Team Leader Supply Chain Management

„ Vor allem im C-Teilebereich ist das Einsparpotenzial im Bereich der Materialflussoptimierung größer als im Einkauf über eine Preisverhandlung. “

man dies mit dem Wiederbeschaffungszeitenverlauf, unseren (Konsi-)Lagerbeständen sowie den historischen Daten wie Umsatz oder vergangene Forecast-Buchungsdaten, erhält man

ein Bild der Supply-Chain für einen Kunden über eine gewisse Zeitachse. Diese Analysen werden regelmäßig aktualisiert und spiegeln so die aktuelle Lage wider. Wir können so frühzeitig Störungen der Supply-Chain erkennen und proaktiv mit dem Kunden und den Lieferanten sprechen.

**Wolf:** Um die große Datenmenge verarbeiten und analysieren zu können, haben wir Tools, um die Supply-Chain zu visualisieren und verdichtet darzustellen. Auf einen Blick erkennt man so z. B. auch Störungen. Durch ein Drill-Down-Verfahren kommt man von einer hohen Ebene per Mausklick immer eine Stufe tiefer bis zum einzelnen Artikel. Der Einstieg ist kundenseitig oder lieferantenseitig möglich und erlaubt so, die unterschiedlichsten Fragestellungen agil und schnell zu analysieren.

## Und wie sieht es konkret bei kritischen Bauelementen aus? Wie identifizieren Sie diese zusammen mit den Kunden und welche Maßnahmen unternehmen Sie?

**Krätz:** Kritische Bauelemente identifizieren wir frühzeitig über unseren direkten Draht zu den Herstellern. Aber auch Lieferzeitenanalyse in Kombination mit steigenden Mengen je Produktgruppe können Indikatoren sein. Zusätzlich können wir durch den direkten Kontakt unseres Produktmarketings mit den Herstellern und Kunden neue Markttrends oder neue Technologien erkennen und mit den prognostizierten Mengen die damit verbundene Kapazität messen.

**Wolf:** Wenn dann der Fall eintritt und beispielsweise Ware nicht ausreichend verfügbar ist, helfen uns natürlich Sicherheitslager oder Konsignationslager sowie unsere Bevorratungsstrategie. Diese Bestände sind aber begrenzt. Bei länger anhaltenden Versorgungsengpässen suchen wir gemeinsam mit dem

Bilder: Uli Deck/picture alliance



Blick ins Hochregallager im Logistikzentrum Eisingen von Rutronik

Hersteller und dem Kunden nach Lösungen. Hierzu stimmen wir uns regelmäßig gemeinsam ab und erarbeiten u. a. Allokationspläne, alternative Produkte oder eine Verkürzung der Transportzeiten. Auch hier ist der elektronische Datenaustausch ein wichtiger Baustein, um Lieferzeiten automatisiert und regelmäßig unseren Kunden zum Upload in deren ERP-Systemen zur Verfügung zu stellen.

**Was sagt der Blick in Ihre Glaskugel: Wie steht es aktuell um den Forecast?**

*Wolf:* In den letzten ein bis zwei Jahren waren wir immer wieder mit sehr kurzfristigen Bedarfsreduzierungen aufgrund der dynamischen Marktlage konfrontiert. Mittlerweile hat sich die Bedarfsituation auf einem geringeren Niveau wieder stabilisiert. Dies kann sich aber schnell ändern und Bedarfe und auch die Lieferzeit können sich kurzfristig wieder erhöhen. Wir appellieren daher immer in Richtung unserer Kunden, die Bedarfe genau zu prüfen und zu hinterfragen.

**Können Sie die zentrale Idee und den Mehrwert des neuen Forecast-Monitor-Systems bei Rutronik vorstellen?**

*Krätz:* Wir haben ein neues Forecast-Monitoring installiert. Dies ermöglicht uns, die Forecasts der Kunden nach jeder Einspielung miteinander vollautomatisiert abzugleichen und zu plausibilisieren. Hierdurch erkennen wir Probleme mit der Datenschnittstelle oder Fehler in den übermittelten Daten. Diese werden dann automatisch korrigiert und angezeigt.

*Wolf:* Wir können auch eine Steuerung der Kundenbedarfe nach eigener Verfügbarkeit oder möglichen Verschiebezeitfenstern realisieren. Bei kritischen Bauteilen kann man den Datenbestand einfrieren und je nach Absprache mit den Kunden und Herstellern entsprechend liefern. Wir können so ein Allokationsmanagement gewährleisten.

**Sehen Sie aktuell Gefahren einer erneuten Allokation? Und wenn ja, was ist Ih-**

**ren Beobachtungen zufolge vor allem der Grund dafür?**

*Krätz:* Die Ursachen sind immer unterschiedlich. Man kann hier sämtliche Naturkatastrophen, aber auch Kriege, Terrorismus und havarierte Schiffe aufzählen. Dies bringt uns aber nicht weiter, da wir auch in Zukunft mit solchen Ereignissen rechnen müssen. Wichtig ist aber, wie man darauf reagiert und mit solchen Umständen umgeht. Und hier beobachten wir, dass häufig überstürzt gehandelt wird. Es wird dann z. B. mehr bestellt als tatsächlich benötigt, und das häufig auch gleich bei mehreren Bezugsquellen. Dies hatte in der Vergangenheit zur Folge, dass einige Hersteller als letztes Glied in der Lieferkette einen Book-to-Bill-Wert von 4 in ihren Büchern hatten. Kein OEM, Tier-1, EMS oder der Hersteller selbst kann diese Vervielfachung produzieren. Hinzu kommt, dass auch wir als Distributor diese Mengen nicht lagern können. Eine Allokation begründet sich also auch häufig durch menschliches Handeln und ist psychologisch getriggert durch Ausnahmesituationen.

*Wolf:* Aktuell sehen wir außerdem noch eine neue Ursache. Die Covid-Pandemie hat sehr viel Substanz gekostet und somit die Liquidität vieler Unternehmen reduziert. Direkt hierauf folgte der Konjunkturreinbruch und somit volle Läger im Jahr 2023, von welchen viele Firmen auch noch im konjunkturell schwachen Jahr 2024 zehren. Viele Unternehmen sind daher seit Monaten eher vorsichtig, wenn es um das langfristige Bestellen der Ware geht. Wenn aber alle Kunden gleichzeitig auf eine Konjunkturerholung reagieren, dann stehen wiederum die Hersteller vor der Herausforderung, in kürzester Zeit ihre Produktionskapazitäten zu erhöhen. Dann wäre die nächste Phase einer Verknappung von Ware die Folge. Man darf nicht vergessen: Elektronische Bauelemente sind sehr komplexe Produkte. Daher bedarf

Anzeige



Join us at **Electronica Munich 2024**

**| November 12 - 15**

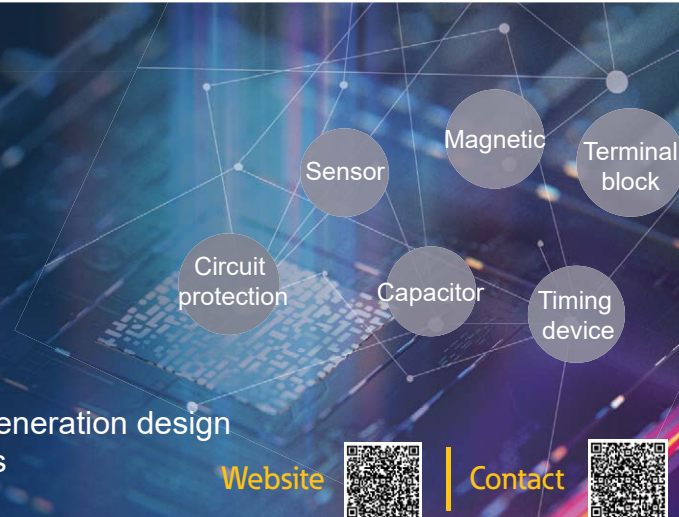
**Hall C5 Booth 331**

- Explore our broad range of high-reliable electronic component
- Leverage our industry solutions to help you succeed in the next-generation design
- Gain insights from our industry experts on the latest market trends

Website



Contact







auch deren Bestellung einer längerfristig ausgelegten Strategie und ist je nach Marktsituation mit mehrmonatigen Vorlaufzeiten verbunden.

**Welche Möglichkeiten zur automatisierten Prozessoptimierung (EDI) sind Ihren Erfahrungen zufolge besonders wichtig und womit haben Sie in den vergangenen Monaten dabei besonders gute Erfahrungen gemacht?**

*Krätz:* Die Prozessoptimierung unterteilt sich in Informationsfluss und Materialfluss. Der Informationsfluss wird hauptsächlich durch die Datenschnittstellen (EDI) optimiert. Zusätzlich kann man aber auch ganze Prozessschritte entfernen, wenn man über entsprechende Verträge verfügt. Das Ziel muss sein, nur die absolut notwendigen Informationen auszutauschen. Hier helfen unsere Forecast-basierten Logistiksysteme.

*Wolf:* Der Materialfluss wird vor allem über Mengenkonsolidierung und Verwendung der größtmöglichen Verpackungseinheit optimiert. Je seltener man ein Produkt bewegt, desto höher ist die Effizienz. Wichtig hierbei ist die Festlegung der optimalen Lieferlosgröße. Profitieren können hierbei viele Abteilungen wie das Lager, die Auftragsabwicklung oder die Finanzbuchhaltung, und zwar auf Kunden- wie auch Rutronik-Seite. Vor allem im C-Teilbereich ist das Einsparpotenzial im Bereich der Materialflussoptimierung größer als im Einkauf über eine Preisverhandlung.

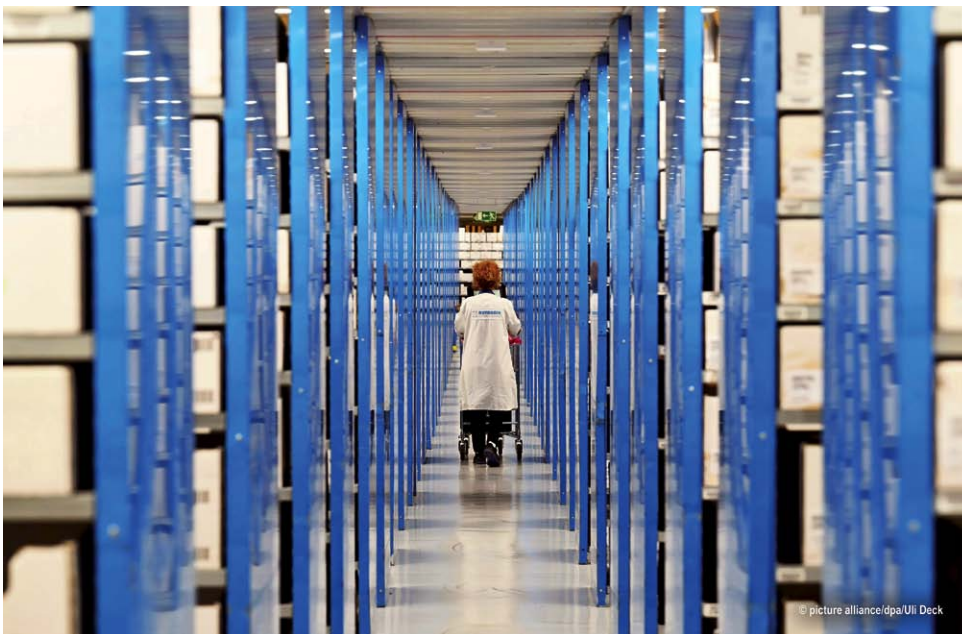
**Können Sie vorstellen, inwieweit das SCM-Team bei Rutronik die Kunden unterstützt, die optimale Lösung für de-**

**ren individuelle Prozessoptimierung zu identifizieren?**

*Wolf:* Der Best-Practice-Ansatz sieht vor, mit dem Kunden gemeinsam vor Ort den Prozess und die Artikel zu analysieren. Der Kunde fügt seine Schwachpunkte oder Bottlenecks hinzu, da er seine Prozesse besser kennt als wir. Zusätzlich können ggf. noch Anforderungen seitens der Endkunden oder andere branchenspezifische Besonderheiten hinzukommen. Wir führen dann all diese Ergebnisse zusammen und ergänzen noch unsere Erfahrungen und damit verbundenen Best-Practice-Lösungen. So erhalten wir ein effizientes und nachhaltiges Konzept. Nach erfolgreicher Implementierung erfolgen regelmäßige Reviews, um ein hohes Effizienz-Niveau halten zu können.

**Wie gelingt es Ihnen, die Perspektiven unterschiedlicher Parteien zusammenzutragen, z. B. Rutronik und neben dem Kunden noch die Sicht von Subcontractor und Endkunde? Haben Sie hier bereits erste Erfahrungen gesammelt und welche Vorgehensweise hat sich dabei als nachhaltig hilfreich herauskristallisiert?**

*Krätz:* Da es sich hierbei meistens um Partnerschaften von nicht legal verbundenen Unternehmen handelt, ist eine Systemunterstützung schwierig. Daher ist es wichtig, den Fokus auf die Kommunikation mit allen Beteiligten zu legen. Wichtig ist, dass jede Partei weiß, was ihre Rechte und Pflichten sind, und das Verständnis für Herausforderungen in der Zusammenarbeit zwischen den Parteien gefördert wird. Wenn dann außerdem eventuell auftretende Schwierigkeiten regelmäßig mit allen geteilt werden, dann sind diese Konstellationen auch effizient und nachhaltig abbildbar. ■



Blick in einen Fachboden im Logistikzentrum Eisingen von Rutronik

**Elevating Automotive Solutions Tailored to Your Vision**

Adam Tech innovates automotive solutions tailored to your needs, empowering confident navigation of complexities from concept to validation.



**OEM & ODM EXPERTISE AND CAPABILITY**

Precision & innovation turn needs into designs, fostering collaboration. Expertise ensures meticulous solutions. Patent research (WISPRO) delivers uniqueness and testing guarantees reliability, instilling confidence.

<p>Concept Design &amp; Advance Development</p>	<p>Product Design</p>	<p>Testing &amp; Validation</p>
---	-----------------------	---------------------------------

Customization & value engineering set us apart:

- **VA/VE:** Identifying cost reduction opportunities without compromising quality.
- **SI Team:** Collaborating with ITRI experts for unparalleled insight.
- **DFM & DFMEA:** Minimizing risks and streamlining production.
- **In-House Expertise:** Full control over stamping, injection molding, die casting, and more.
- **Production Line & Automation:** Ensuring optimal efficiency and reliability.

For inquiries and partnership opportunities, reach out to us today. Experience the transformative power of customized automotive solutions. Let's accelerate innovation and redefine the automotive landscape.



Neuester WLAN-Standard IEEE 802.11be für Anwendungen in Echtzeit

# WiFi 7 punktet mit 7 Features

*Durch die Nutzung effizienterer Frequenzbänder, Multi-Link-Operation und 320 MHz Kanalbreite bietet WiFi 7 höhere Geschwindigkeiten bis zu 46 Gbit/s, geringere Latenz und verbesserte Netzwerkzuverlässigkeit. Gerade Anwendungen mit Echtzeitanforderungen profitieren von den Leistungsverbesserungen.*

VON KERSTIN NASER,  
CORPORATE PRODUCT MANAGER WIRELESS  
BEI RUTRONIK

Nach dem zuletzt veröffentlichten Standard WiFi 6 bzw. WiFi 6E hat die Wi-Fi Alliance Anfang dieses Jahres mit dem neuesten Standard IEEE 802.11be alias WiFi 7 erneut nachgelegt: WiFi 7 bietet noch höhere Datenübertragungsraten und extrem niedrige Latenzzeiten. Der Standard erfüllt so Voraussetzungen für Applikationen wie Augmented, Virtual und Extended Reality.

Während viele Anwenderinnen und Anwender nach wie vor WiFi 5 nutzen, hat sich inzwischen auch WiFi 6 bzw. WiFi 6E am Markt durchgesetzt. Einige Hersteller bieten bereits WiFi-7-kompatible Produkte an. Die Wi-Fi Alliance erwartet, dass bis 2028 2,1 Milliarden WiFi-7-fähige Geräte auf dem Markt sein werden. Router, Smartphones, PCs und Tablets sind bereits die ersten erhältlichen Gerä-



Bild: Supatman/stock.adobe.com



te, die den neuen Standard unterstützen, aber auch für den Industriebereich bietet Rutronik bereits Produkte an – siehe WiFi-7-Katalog. Die Tabelle zeigt die Entwicklung und die Unterschiede der WiFi-Standards von WiFi 5 bis zum neuesten Standard WiFi 7.

Die Wi-Fi Alliance definiert als Schlüsselanwendungen für Wi-Fi Certified 7 Multi-User AR/VR/XR, 3D-Training, Gaming, ultra-hochauflösendes Video-Streaming, hybrides Arbeiten, Industrial IoT (IIoT) und Automotive. Aber auch hochpräzise Anwendungen wie Telediagnostik und Telechirurgie sind durch die hohe Zuverlässigkeit und Geschwindigkeit der Datenübertragung denkbar.

Die dafür notwendige Leistungssteigerung ergibt sich aus den folgenden sieben Merkmalen:

**320-MHz-Kanäle:** Verfügbar in Ländern, die das 6-GHz-Frequenzband für WiFi freigeben. Ultrabreitbandkanäle verdoppeln die derzeit breiteste Kanalgröße von 160 MHz bei

	WiFi 5	WiFi 6	WiFi 6E	WiFi 7
Veröffentlichung	2013	2019	2021	2024
IEEE-Standard	802.11 ac	802.11 ax	802.11 ax	802.11 be
Max. PC-Datenrate	~ 1.7 Gbit/s	~ 2.4 Gbit/s	~ 2.4 Gbit/s	~ 5.8 Gbit/s
Max. Datenrate für Zugangspunkte	~ 7 Gbit/s	~ 9.6 Gbit/s	~ 9.6 Gbit/s	~ 46 Gbit/s
Bänder	2,4 & 5 GHz	2,4 & 5 GHz	2,4 & 5 & 6 GHz	2,4 & 5 & 6 GHz
Kanalgröße	20, 40, 80, 160 MHz	20, 40, 80, 160 MHz	20, 40, 80, 160 MHz	20, 40, 80, 160, 320 MHz
Modulation	256-QAM-QFDMA	1024-QAM-QFDMA	1024-QAM-QFDMA	4096-QAM-QFDMA
MIMO	8x8 MIMO, DL MU-MIMO	8x8 UL/D/MU-MIMO	8x8 UL/D/MU-MIMO	16x16 MU-MIMO
Sicherheit	WPA 2	WPA 3	WPA 3	WPA 3

Tabelle 1: Entwicklung und Unterschiede der WiFi-Standards von WiFi 5 bis zu WiFi 7

WiFi 6/6E auf 320 MHz, wodurch sich auch die Datenübertragungsraten der einzelnen Geräte verdoppeln.

**Multi-Link Operation (MLO):** Bei den bisherigen WLAN-Standards wählen Router ein einziges Frequenzband für die Datenübertragung und wechseln das Frequenzband nur unter bestimmten Bedingungen. Bei WiFi 7 ist es durch MLO möglich, dass die Geräte gleichzeitig auf mehreren Frequenzbändern

Daten senden und empfangen (z. B. auf dem 5-GHz-Band und gleichzeitig auf dem 6-GHz-Band). Dies führt zu einem höheren Datendurchsatz, geringeren Verzögerungszeiten und einer höheren Zuverlässigkeit.

**4K-QAM:** WiFi 7 ermöglicht eine höhere Datenübertragungsraten. Diese Datenübertragungsraten werden durch die Modulationstechnik Quadratur-Amplituden-Modulation (QAM) erreicht. Im Vergleich zu 1024-QAM bei

Anzeige



graphene heatsink

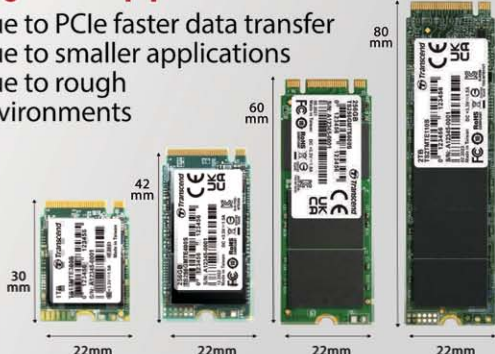


### Optional Graphene or Aluminum Heatsink

Transcend offers optional ultra-thin graphene or high performance aluminum heatsink options to improve heat dissipation.

### Is Heat a Problem in your application?

- Due to PCIe faster data transfer
- Due to smaller applications
- Due to rough environments



### Heatsink Test

Try your SSD with Transcend Heat Sink

TS1TMTE712A	Without Heat sink	With Graphene	With Metal
Thickness	3.5mm	3.77mm (+0.22mm)	9.2mm (+5.7mm)
Width	22.0mm	22.0mm	23.1mm (+1.1mm)
Test condition: Room temp. CDM Sequential test			
Normal MB	78°C	74°C (↓4°C)	67°C (↓11°C)



Bilder: Silex

WiFi-7-M.2-Karte  
SX-PCEBE von SilexWiFi-7-SMT-Version  
des SX-PCEBE von Silex

WiFi 6/6E und nur 256-QAM bei WiFi 5 ist bei WiFi 7 4096-QAM (oder 4K-QAM) möglich. 4K-QAM ermöglicht nun bis zu 20 Prozent höhere Datenraten (statt 10 bit nun 12 bit).

**512 Compressed Block Acknowledgment:** Bei WiFi 7 können bis zu 512 Datenpakete (MPDUs - MAC Protocol Data Units) gleichzeitig gesendet werden, während es bei WiFi 6 noch 256 Datenpakete waren. Dies reduziert den Overhead und verbessert somit die Effizienz.

**Multiple Resource Units (RU) to a Single Station (STA):** Verbessert die Flexibilität bei der Planung von Spektrum-Ressourcen, um die Spektrum-Effizienz zu erhöhen. Dies ist möglich, da bei WiFi 7 der Kanal in mehrere Subkanäle, die Resource-Units (RU), aufgeteilt wird. Dieses Verfahren ähnelt dem OFDMA-Verfahren von WiFi 6. Durch die Aufteilung der Kanäle behindern Störsignale nur noch einen Teil statt wie bei bisherigen WiFi-Standards den gesamten WLAN-Kanal. Der verbleibende Teil ist somit weiterhin für die Datenübertragung nutzbar.

**Triggered Uplink Access:** Optimiert den von WiFi 6 definierten Uplink-Zugang, um latenzempfindliche Streams zu berücksichtigen und QoS-Anforderungen (Quality of Service) zu erfüllen. Mit der Funktion Stream Classification Service (SCS) werden die Daten »klassifiziert«, sodass sensible Daten wie Spiele, Sprache und Video Vorrang vor Massenverkehr haben.

**Emergency Preparedness Communication Services (EPCS):** Bietet Nutzerinnen und Nutzern ein nahtloses NSEP-Serviceerlebnis (National Security & Emergency Preparedness) und behält gleichzeitig die Priorität und Qualität des Service (QoS) in WiFi-Zugangsnetzen bei. EPCS ermöglicht Access-Points (APs), mit autorisierten Nicht-AP-Stationen mit höherer Priorität zu kommunizieren.

Anwendungen mit Echtzeitanforderungen profitieren von der deutlich verbesserten Latenz. Um die theoretisch maximal mögliche Datenübertragungsrate von 46 Gbit/s zu erreichen, sind allerdings WLAN-Stationen mit 16 Datenströmen (Spatial Streams), also auch 16 Antennen, erforderlich. In der Praxis ist dies für kleine Geräte wie Mobiltelefone nicht geeignet, und auch für kleine Privathaushalte reichen sicherlich Router mit weniger Antennen aus. Für große Unternehmen, Smart Cities, Flughäfen, Hotels o. ä. mit vielen Endnutzerinnen und -nutzern macht das aber auf jeden Fall Sinn.

### Erste Produkte verfügbar

Produkte, die WiFi 7 unterstützen, müssen bestimmte Voraussetzungen erfüllen, um von der vollen Leistung und Effizienz des neuen Standards zu profitieren. Die Geräte müssen mit WiFi-7-kompatiblen Chipsätzen ausgestattet sein, die die neuen Funktionen und höheren Geschwindigkeiten unterstützen. Außerdem müssen die Produkte in der Lage sein, mehrere Frequenzbänder gleichzeitig zu nutzen, um die Netzwerkleistung zu verbessern. Darüber hinaus wird die Unterstützung von 4096-QAM für eine höhere Datendichte und Effizienz gefordert. Rutronik bietet bereits WiFi-7-fähige Router, Mainboards, Erweiterungskarten, Industriemodule und Laptops an.

Die Module BE200 und BE202 von Intel unterstützen alle Vorteile des neuen Funkstandards, allen voran geringe Latenzzeiten, hohe Zuverlässigkeit und hohe Geschwindigkeiten: Mit der BE202 sind 2,4 Gbit/s bei 2x2 TX/RX-Streams möglich, mit der BE200 sogar 5,8 Gbit/s. Beide Produkte unterstützen zudem den Bluetooth-Standard 5.4. Auch sind die Module weltweit vorzertifiziert, was für die Kunden eine erhebliche Kosteneinsparung bedeutet. VPRO-Unterstützung ist derzeit allerdings nur mit der BE200 möglich. Ebenso sind noch keine Versionen für den industriellen Temperaturbereich oder Embedded-Anwendungen verfügbar. Beide Karten sind in den Formfaktoren M.2 2230 und M.2 1216 erhältlich.

Auch Silex hat mit der SX-PCEBE eine WiFi-7-Plattform angekündigt. Wie die Produkte von Intel wird auch die Steckkarte SX-PCEBE in zwei Formfaktoren angeboten werden, einmal als M.2-2230-Plug-in-Board und einmal als SMD M.2 LGA Typ 1620. Das Modul unterstützt neben WiFi 7 auch Bluetooth 5.3, basiert auf dem Qualcomm-QCC2076-Chip-

setz und besitzt einen Betriebstemperaturbereich von -40 °C bis +85 °C. Erste Muster sind für Ende 2024, die Serienproduktion ist für das erste Quartal 2025 geplant.

Zusätzlich zu den genannten Steckkarten bietet Rutronik bereits komplette WiFi-7-Router und Mainboards von Asus an sowie spezielle Avionics-Router von Advantech. Für sehr erfahrene Entwicklerinnen und Entwickler sowie Projekte mit sehr hohen Stückzahlen stehen bereits WiFi-7-Chips des Herstellers MediaTek zur Verfügung. Passende WiFi-7-Antennen der Hersteller 2J und Kyocera AVX können ebenfalls über Rutronik bezogen werden.

### Fazit

WiFi 7 unterstützt wie WiFi 6E das 6-GHz-Frequenzband – ein Vorteil, da das 2,4-GHz-Frequenzband auch von anderen Technologien wie Bluetooth, ZigBee und Thread genutzt wird. Allerdings darf nicht außer Acht gelassen werden, dass eine höhere Frequenz auch eine geringere Reichweite bedeutet. Um eine flächendeckende Verfügbarkeit von WLAN zu erreichen, kann es daher notwendig sein, die Anzahl der Access-Points zu erhöhen.

Trotz der Abwärtskompatibilität von WiFi 7 zu den Vorgängerstandards ist zu beachten, dass nicht nur die Router, sondern auch die Endgeräte WiFi 7 unterstützen müssen, um alle Vorteile von WiFi 7 nutzen zu können. ■



Scannen Sie den QR-Code für mehr Infos zu WiFi 7 und den Produkten im [WiFi-7-Katalog von Rutronik](#)





5G RedCap – Ideale Kombination aus niedrigen Kosten und verbesserter Effizienz

# Mehr als nur ein 4G-LTE-Ersatz

*5G RedCap schlägt die Brücke zwischen energiesparenden und ultraschnellen Netzwerken und öffnet damit Tür und Tor für eine neue Generation von IoT-Geräten. Lernen Sie, wie diese Technologie das 5G-Ökosystem revolutioniert und IoT-Anwendungen auf ein neues Level hebt.*

VON LUISA LETZGUS,  
CORPORATE PRODUCT MANAGER WIRELESS  
BEI RUTRONIK

**L**TE (Long Term Evolution) ist ein etablierter Mobilfunkstandard, der für die meisten alltäglichen Anwendungen mit mittleren Datenraten eine zuverlässige Option darstellt. Wenn jedoch hohe Geschwindigkeiten erforderlich sind oder spezielle Anforderungen an die Anwendung gestellt werden, kann 5G die bessere Wahl sein. 5G bietet beispielsweise eine deutlich höhere Bandbreite und geringere Latenzzeiten, was eine schnellere Datenübertragung und eine Kommunikation nahezu in Echtzeit ermöglicht. Dies ist entscheidend, um Anwendungen wie Augmented Reality (AR), Virtual Reality (VR), autonomes Fahren und das Internet der Dinge (Internet of Things, IoT) zu unterstützen. 5G bietet einige Vorteile in Bezug auf Geschwindigkeit, Kapazität und Latenz, bringt aber auch ein hohes Maß an Komplexität mit sich.

5G RedCap, auch bekannt als 5G NR-Light (RedCap: Reduced Capability), wurde speziell für IoT-Breitbandgeräte wie Wearables, Videoüberwachungssysteme und Industriesensoren

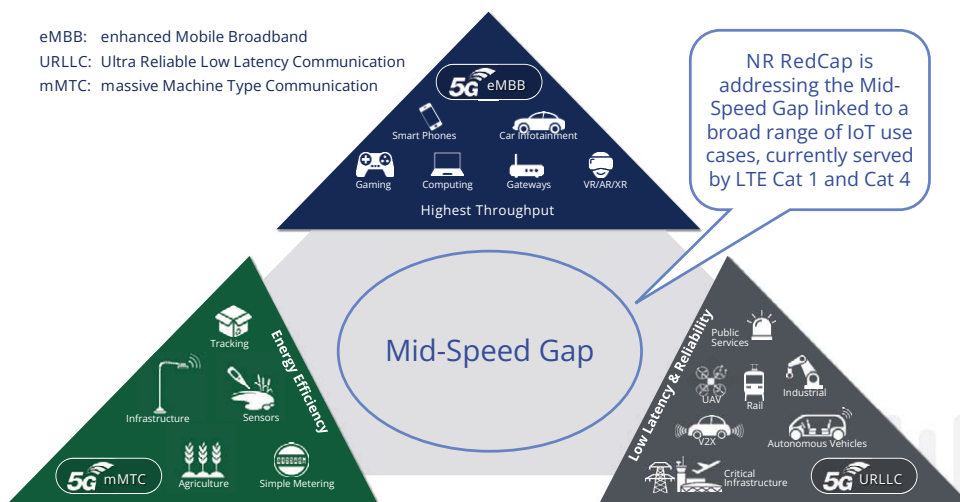
entwickelt, die einen höheren Durchsatz, einen höheren Datentransfer, aber eine geringere Latenz verlangen. Damit positioniert sich 5G RedCap leistungsmäßig zwischen den hochentwickelten 5G-Anwendungsprofilen (eMBB und uRLLC) und den energieeffizienten IoT-Technologien (LTE-M und NB-IoT). Optimal ist 5G RedCap für Anwendungen, die derzeit auf LTE Cat 1 oder Cat 4 basieren.

Laut Marktforschungsinstitut Omdia wird 5G RedCap bis 2030 etwa 18 Prozent der gesamten Lieferungen von Mobilfunk-Modulen ausmachen. Das trifft genau den Sweetspot für IoT-Anwendungen, die keine niedrige Latenz erfordern, jedoch einen angemessenen Datendurchsatz benötigen, indem die Technologie die optimale Balance aus Kosten, Leistung und Energieverbrauch bietet. Zudem ist 5G RedCap die erste 5G-Technologie, die Funktionen zur Energieeinsparung bietet (RRM-Relaxation, DRX). Die Tabelle zeigt die Spezifikationen und Unterschiede zwischen LTE, 5G und 5G RedCap auf.

## Vorteile der 5G-basierten Technologien

Die Zahl der vernetzten Geräte und das Datenvolumen in unserer digitalen Welt nehmen stetig zu. Die Netzkapazität wird daher immer wichtiger. Dank der höheren Netzkapazität von 5G und 5G RedCap können mehr Geräte gleichzeitig ohne Leistungseinbußen verbunden werden. Dies ermöglicht eine nahtlose Konnektivität in Umgebungen mit einer hohen Dichte an vernetzten Geräten, beispielsweise in Smart Cities, Industrie-4.0-Anwendungen oder bei Großveranstaltungen.

Die höheren Datenraten und die deutlich größere Bandbreite von 5G und 5G RedCap bieten Unternehmen und Endnutzern zahlreiche weitere Vorteile. So können beispielsweise große Dateien in Sekundenschnelle heruntergeladen



Die ersten 5G-IoT-Dienste haben eine Lücke im Bereich der mittleren Geschwindigkeiten hinterlassen. NR RedCap schließt diese Lücke in Verbindung mit einer Vielzahl von IoT-Anwendungsfällen, die derzeit von LTE Cat 1 und Cat 4 abgedeckt werden.



Eigenschaften	LTE Cat 1	LTE Cat 4	5G	5G RedCap Rel 17
Frequenz	B1, B3, B7, B8, B20, B28A	B1, B3, B7, B8, B20, B28A	5G FR1 and FR2	5G FR1
Bandbreite	bis zu 20 MHz	bis zu 20 MHz	20 MHz+, bis 120 MHz, 200 MHz	FR1 – 20 MHz
Datenrate	10 Mbit/s DL 5 Mbit/s UL	150 Mbit/s DL 50 Mbit/s UL	5G NSA: 4.9 Gbit/s DL, 0,55 Gbit/s UL 5G SA: 4.1 Gbit/s DL, 0,90 Gbit/s UL	150 Mbit/s DL 50Mbit/s UL bis 220/100 Mbit/s
Latenz	50–100 ms	50–100 ms	URLLC 1 ms	anwendungsabhängige Latenz
Energieverbrauch	niedriger (PSM und eDRX möglich)	höher	hoch	Power-Saving: PSM, RRM relaxation and eDRX support in idle and restricted to 10,24S
Netzwerkinfrastruktur	reines LTE-Netzwerk	reines LTE-Netzwerk	5G SA und NSA	5G Standalone (SA) (1st-gen RedCap modules also support LTE fallback)
Anwendungsbereiche	Sprach-, Daten- und mobile Anwendungen Sicherheitspaneele, Telematik, Anlagenverfolgung, intelligente Stromnetze, intelligente Stadtlösungen, Wearables zur Überwachung von Gesundheit und Fitness, intelligente Häuser und Gebäude, intelligente Abfallentsorgung	Mittelklasse-Router und -Gateways, Videokameras	Industrie-Gateways und Unternehmens-Router, SD-WAN, Fixed Wireless Access, professionelles 4K/8K-Video, Fabrikautomatisierung, Cloud-Gaming	Mid-Tier-Router und -Gateways, Videokameras, Wearables

Vergleich zwischen LTE, 5G und 5G RedCap

oder hochauflösende Videos ohne Verzögerung gestreamt werden. Dies ermöglicht ein reibungsloses Erlebnis bei Anwendungen wie AR, VR und Cloud-Gaming.

Durch geringere Latenzzeiten kann die Bandbreite effizienter genutzt und können Engpässe im Netz reduziert werden. Dies führt zu einer insgesamt stabileren und zuverlässigeren Datenübertragung. Auch die Übertragung von Informationen in Echtzeit wird möglich, was insbesondere für Anwendungen im Bereich des autonomen Fahrens, der Telemedizin oder der Industrieautomation wichtig ist.

5G RedCap bietet zusätzliche Funktionen, die speziell für industrielle Anwendungen entwickelt wurden. Dazu gehört Network-Slicing, das die Aufteilung des Netzes in mehrere virtuelle Netze ermöglicht, um verschiedene Anwendungen mit spezifischen Anforderungen zu unterstützen. Darüber hinaus bietet 5G RedCap verbesserte Sicherheitsfunktionen und eine bessere Integration von IoT-Geräten in das Netzwerk. Im Vergleich zu bestehenden LTE-Standards wird RedCap nicht nur die Leistung verbessern, insbesondere im Uplink, was zum Beispiel für Router-Gateway-Anwendungen wichtig ist, sondern auch die Effizienz steigern, was für batteriebetriebene Geräte wie Kameras und Telematikeinheiten entscheidend ist. RedCap-Geräte profitieren vom Umfang der 5G-Implementierungen, nutzen aber nur einen Teil der 5G-Funktionen, um ein optimales Verhältnis zwischen Funktionen, Kosten und Stromverbrauch zu erreichen. Typische RedCap-Geräte sind Wearables, Sen-

soren, Überwachungssysteme und andere IoT-Geräte.

*Vielfalt der Anwendungen von Wearables bis zu KI*

Das IoT bezieht sich auf die Vernetzung physischer Geräte und Objekte, die über das Internet miteinander kommunizieren können. 5G ermöglicht die Verbindung und Steuerung einer Vielzahl von IoT-Geräten in Echtzeit. So können intelligente Geräte wie Wearables oder vernetzte Fahrzeuge nahtlos in unseren Alltag integriert werden. Das 5G-RedCap-System ist dabei ein wichtiger Baustein. Es bietet eine Plattform für ein effizientes Ressourcen- und Energiemanagement in IoT-Netzwerken. IoT-Geräte können intelligenter gesteuert

werden, um den Energieverbrauch zu optimieren und die Batterielebensdauer zu verlängern.

Durch die Einführung von 5G-Netzen können nicht nur Smart Homes, sondern ganze Städte effizienter und nachhaltiger gestaltet werden. Sensoren und IoT-Geräte überwachen und optimieren verschiedene Aspekte des städtischen Lebens, darunter Verkehr, Energieverbrauch, Abfallwirtschaft und öffentliche Sicherheit. Das 5G-RedCap-System ermöglicht die Integration und Verwaltung verschiedener Dienste und Anwendungen auf einer gemeinsamen Plattform. So können Städte ihre Ressourcen effizienter nutzen und die Lebensqualität ihrer Bürgerinnen und Bürger durch fundierte Entscheidungen verbessern.



Das FE910C04 (links) und die M.2-Datenkarte FN920C04 (rechts) bieten 5G-Mid-Speed-Konnektivität auf Grundlage der neuesten RedCap-Technologie nach 3GPP Release 17 und sind industrietauglich, robust, für den weltweiten Einsatz geeignet, mit verbesserter Uplink-Performance, Energiesparfunktionen und LTE-Cat-4-Fallback für die optimale Netzabdeckung ausgestattet.



Industrial Automation bezeichnet die Automatisierung industrieller Prozesse und Anlagen mithilfe von Technologien wie Sensoren, Aktoren und Steuerungssystemen. Mit 5G können diese Prozesse noch effizienter und flexibler gestaltet werden. Durch die schnelle und zuverlässige Datenübertragung können große Datenmengen in Echtzeit übertragen werden, was eine genauere Steuerung und Überwachung von Maschinen und Anlagen ermöglicht. Durch den Einsatz von RedCap können Unternehmen ihre Produktionsprozesse weiter optimieren, den Energieverbrauch senken und die Betriebskosten reduzieren.

Auch in den immer wichtiger werdenden Bereichen Künstliche Intelligenz (KI) und Robotik ist das RedCap-System ein wichtiger Bestandteil der 5G-Infrastruktur. Hier bietet das System eine Plattform für ein effizientes Ressourcen- und Energiemanagement. Die zuverlässige Übertragung großer Datenmengen in Echtzeit verbessert die Reaktionszeiten von KI-Systemen und macht die Interaktion mit Robotern effizienter.

### Fazit

Durch die Kombination von 5G und 5G RedCap können Unternehmen innovative Lösungen für Industrie-4.0-Anwendungen entwickeln, die eine zuverlässige und leistungsstarke drahtlose Konnektivität erfordern. Diese Technologien ermöglichen es Unternehmen, ihre Produktionsprozesse zu optimieren, die Effizienz zu steigern und neue Geschäftsmöglichkeiten zu erschließen. Und es geht weiter: Eine weitere Version von 5G RedCap, eRedCap (enhanced RedCap), ist in Entwicklung und wird im 3GPP Release 18 veröffentlicht. Mit einem Datendurchsatz von 10 Mbit/s im Downlink und 5 Mbit/s im Uplink bietet es zusätzliches Energieeinsparungspotenzial. Die HF-Bandbreite bleibt bei 20 MHz. Die kommerzielle Verfügbarkeit wird für 2026 erwartet. Mit Innovationen im IoT-Segment ist davon auszugehen, dass 5G-eRedCap-Module bis 2030 acht Prozent der gesamten zellularen IoT-Modul-Lieferungen ausmachen werden. ■



Die M.2-Datenkarten FN990A40 und FN990A28 auf dem Stand der Sub-6-only-Technologie sind für zukunftsichere IoT-Anwendungen und Videos geeignet und bieten alle Vorteile von 5G und Gigabit-LTE.

Anzeige



## MX81 SERIES COMPACT CONNECTORS

- Tab size: 0.64mm
- Terminal pitch: 2.54mm
- Common terminal with MX80 series
- High current carrying capability
- Extensive wire range from 0.13 to 1.0sq
- Designed for small spaces with small panel feed-through holes
- One piece design with hinged TPA feature and competitive price





Präzise Ortung und Hochgeschwindigkeitsübertragung

# UWB heute und in Zukunft

*Die Ultrabreitbandtechnik hat sich zu einer wichtigen drahtlosen Kommunikationstechnologie mit einem breiten Anwendungsspektrum entwickelt. Mit fortschreitender Entwicklung und Verbreitung wird sie eine Schlüsselrolle in der nächsten Generation der drahtlosen Kommunikation und Positionierung spielen.*

VON TORSTEN KILLINGER,  
CORPORATE PRODUCT MANAGER WIRELESS  
BEI RUTRONIK

**U**ltra-Wideband (UWB) ist eine drahtlose Kommunikationstechnologie, die seit Anfang 2000 entwickelt wird und in den letzten Jahren erhebliche Fortschritte gemacht hat. Ursprünglich für militärische Anwendungen und die Entwicklung von Radargeräten eingesetzt, hat UWB aufgrund seiner Fähigkeit zur präzisen Lokalisierung und Hochgeschwindigkeitsübertragung auch den kommerziellen Markt erobert und sich zu einer wichtigen drahtlosen Kommunikationstechnologie mit einem breiten Anwendungsspektrum entwickelt.

Verschiedene Standards, die von der IEEE, der WiMedia Alliance oder der ECMA entwickelt wurden, definieren grundlegende Spezifikationen und Protokolle, die für den Betrieb von UWB in verschiedenen Anwendungen erforderlich sind. Sie stellen die Interoperabilität

zwischen verschiedenen UWB-Geräten sicher und ermöglichen die Entwicklung und Implementierung von drahtlosen Kommunikationssystemen mit hoher Leistung und Zuverlässigkeit.

## Abgrenzung zu anderen Methoden und Positionsmessung

Die Bandbreite für die Datenübertragung mittels UWB ist mit 500 MHz (oder 20 Prozent der mittleren Trägerfrequenz) um mindestens eine Größenordnung höher als bei anderen drahtlosen Übertragungstechnologien wie WiFi (20, 40, 80, 160 und 320 MHz) oder Bluetooth (1 bzw. 2 MHz). UWB nutzt einen sehr breiten Frequenzbereich, der typischerweise mehrere GHz umfasst (3,1 bis 10,6 GHz). Wie bei WiFi gibt es auch bei UWB



Bild: Murata



mehrere Kanäle, die sich überlappen. Ein weiterer wichtiger Unterschied zu anderen Funkübertragungsverfahren besteht darin, dass UWB-Systeme mit geringerer Leistung senden können. Dies wird durch die spektrale Dichte definiert, d. h. die übertragene Leistung pro MHz Bandbreite. Im Gegensatz zu schmalbandigen Funktechnologien sendet UWB mit Pegeln nahe der Rauschgrenze. Ein weiterer Unterschied besteht darin, dass UWB verschiedene Arten der Datencodierung verwenden kann (Bild 1).

Die genannten Eigenschaften ermöglichen es, mit UWB genaue und präzise Positionsinformationen zu erhalten. Typischerweise werden Time of Flight (ToF) und Angle of Arrival (AoA) zwischen Endgeräten, zum Beispiel UWB-fähige Smartphones oder industrielle UWB-Anker, und UWB-Tags als Positionierungsmethoden mittels drahtloser UWB-Kommunikation kombiniert.

Two-Way-Ranging (TWR) basiert auf der Messung der Zeit, die ein Signal von einem Sender (UWB-Tag) zu einem Empfänger (Anker) und zurück benötigt. Diese Methode ist besonders genau, da sie auf direkten Zeitmessungen basiert und Mehrwegeeffekte (Reflexionen) gut handhaben kann. Es gibt zwei TWR-Methoden: Single-Sided Two-Way-Ranging (SS-TWR) verwendet zwei Entfernungsmessungen, während Double-Sided Two-Way-Ranging (DS-TWR) drei Entfernungsmessungen verwendet. Durch die zusätzliche Messung beim DS-TWR ist die Messung genauer.

Time-Difference of Arrival (TDoA) nutzt die Zeitdifferenz, mit der ein Signal bei mehreren Empfängern eintrifft, um die Position des Senders zu bestimmen. TDoA ist besonders effektiv in Umgebungen mit vielen Empfangspunkten und ermöglicht die Positionsbestimmung bewegter Objekte in Echtzeit.

#### *Integrationsmöglichkeiten in bestehende Netzwerke*

Die Integration von UWB in bestehende Netzwerke wie WiFi oder andere drahtlose Netzwerke erfordert sorgfältige Planung und Koordination, um sicherzustellen, dass die verschiedenen Technologien nahtlos zusammenarbeiten. Die Einhaltung von Standards wie IEEE 802.15.4z stellt sicher, dass UWB-Geräte verschiedener Hersteller miteinander kompatibel sind und nahtlos in bestehende Netzwerke integriert werden können. UWB kann mit anderen drahtlosen Technologien wie WiFi und Bluetooth koexistieren, ohne diese zu stören.

Da UWB und WiFi im gleichen Frequenzbereich betrieben werden können, ist hier das Interferenzmanagement von entscheidender Bedeutung. Protokolle zur Vermeidung und Behandlung von Kollisionen müssen entwickelt werden, um sicherzustellen, dass beide Technologien effizient und zuverlässig funktionieren. Dies kann durch Zeitmultiplexing, Frequenzselektion oder andere Koexistenzmechanismen erreicht werden. UWB kann als Er-

gänzung zu bestehenden Lokalisierungstechnologien wie WiFi oder Bluetooth Low Energy eingesetzt werden. Durch die Integration von UWB mit diesen Technologien können hybride Ortungssysteme geschaffen werden, die eine höhere Genauigkeit und Zuverlässigkeit bieten. Beispielsweise kann UWB für die präzise Lokalisierung in Innenräumen verwendet werden, während WiFi oder Bluetooth Low Energy für die allgemeine Konnektivität und Lokalisierung im Freien eingesetzt werden. In Umgebungen, in denen eine Verkabelung schwierig oder teuer ist, können WiFi-Netzwerke einfach erweitert oder verbessert werden. Dazu wird UWB als drahtlose Backhaul-Verbindung verwendet, ohne dass eine zusätzliche Verkabelung erforderlich ist. In Mesh-Netzwerken, die aus mehreren miteinander verbundenen Knoten bestehen, kann UWB zur Verbesserung der Knotenlokalisierung und -verbindung eingesetzt werden. Dies kann die Zuverlässigkeit und die Gesamtleistung des Mesh-Netzwerks verbessern, insbesondere in Umgebungen mit vielen Hindernissen oder beweglichen Objekten.

#### *Indoor-Positionierung, Gesundheitswesen und Smart Home*

UWB bietet eine Vielzahl von Anwendungen und Use-Cases sowohl im kommerziellen als auch im industriellen Bereich. Gerade bei der Indoor-Positionierung hebt sich UWB von anderen Technologien ab. Die Gründe dafür sind die hohe Positionierungsgenauigkeit im Zen-

Anzeige

**RECOM: DER #1 HERSTELLER VON STROMVERSORGUNGEN FÜR RUTRONIK**  
**EINE ERFOLGREICHE PARTNERSCHAFT SEIT MEHR ALS 30 JAHREN**  
Gemeinsam garantieren wir Innovation und Exzellenz im Design von Stromversorgungen.

**ANNIVERSARY**  
CELEBRATION



**RECOM**  
www.recom-power.com

**RUTRONIK**  
ELECTRONICS WORLDWIDE

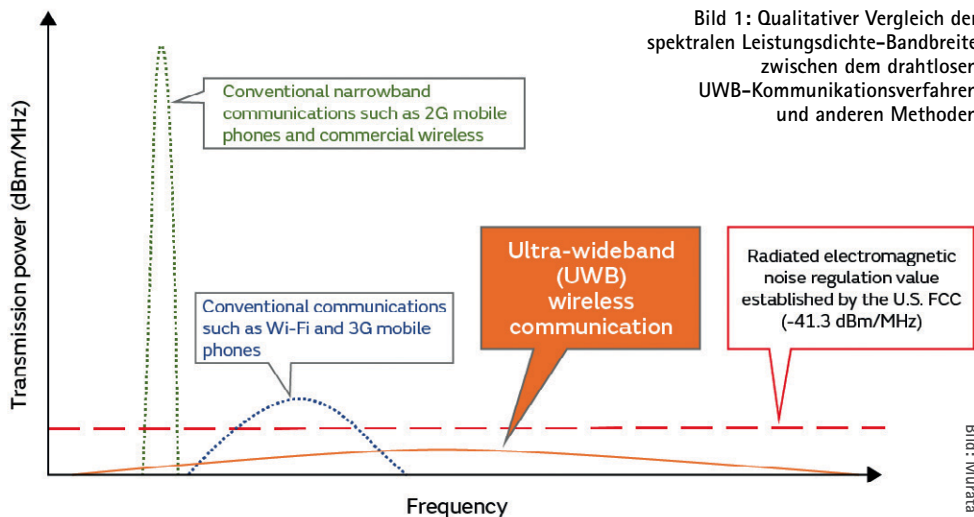


Bild: Murata

timeterbereich, die geringere Störanfälligkeit sowie die Fähigkeit von UWB, mit Mehrwegeeffekten durch Reflexionen in Innenräumen besser umzugehen. Beispiele für UWB-Produkte sind das Apple iPhone ab der 11. Serie oder Fahrzeuge verschiedener Automobilhersteller – VW, Audi, Cupra –, die ihre Fahrzeuge mit UWB ausstatten, um ein sichereres Keyless-Go-Verfahren zu schaffen.

Murata ist aktuell mit drei Ultra-Wideband(UWB)-Modulen auf dem Markt, drei weitere sind für 2024/2025 geplant. Das Type 2AB (Bild 2) ist ein kompaktes UWB+Bluetooth-Low-Energy-Modul, das sich für viele Anwendungen eignet, die eine präzise Erkennung erfordern. Mit dem integrierten Qorvo-IC QM33120W kann die Montagefläche im Vergleich zu Chip-on-Board-Designs um 75 Prozent reduziert werden. Darüber hinaus bietet das UWB-Modul mit einem Nordic Semiconductor nRF52840 eine verbesserte Designflexibilität und kürzere Produktentwicklungszeiten, da die Kunden auf einen Pool von Nordic-Quellcodes zurückgreifen und das Modul gleichzeitig für andere Funkaufgaben nutzen können. Zusätzlich besitzt das Modul einen Speicher mit 256 kB RAM und 1 MB Flash



Bild 2: Das Type 2AB von Murata ist ein kompaktes UWB+Bluetooth-Low-Energy-Modul, das sich für viele Anwendungen eignet, die eine präzise Erkennung erfordern.

sowie einen 3-Achsen-Sensor zur Bewegungserkennung. Bis zu drei Antennen können für das System-in-Package-Modul verwendet werden – zwei Antennen für UWB und eine für Bluetooth Low Energy.

Das Type 2DK basiert auf dem NXP Trimension SR040 & NXP QN9090 und ist eine Komplettlösung für batteriebetriebene Anwendungen mit niedrigem Stromverbrauch. Mit den integrierten 640 kB Flash und 152 kB SRAM verfügt der Type 2DK über ausreichende Ressourcen, um UWB-Funktionen zu hosten, was OEMs bei der Entwicklung von Anwendungen unterstützt. Durch die Kombination von UWB und Bluetooth Low Energy eignet es sich für UWB-Tags und Tracker-Geräte. Der gesamte PHY/MAC-Betrieb wird innerhalb des UWB-IC gemäß den Spezifikationen des FiRa-Konsortiums abgewickelt, um die Markteinführungszeit zu verkürzen.

Das Type 2BP eignet sich für die UWB-Aktivierung größerer Infrastrukturen wie Zugangskontrollen, Indoor-Positionierungsanker und Zahlungsterminals sowie für Verbraucherprodukte wie Fernseher und Spielekonsolen. Die Technologie ermöglicht eine verbesserte und sichere Entfernungsmessung und 3D-AoA (Angle of Arrival) mit verschiedenen Antennenkonfigurationen. Die integrierten PHYs und MACs entsprechen den FiRa-Spezifikationen und gewährleisten die Interoperabilität mit einer wachsenden Zahl von UWB-Geräten.

Das ISP3080 von Insight SiP (Bild 3) ist ein hochminiaturisiertes LGA-Modul (12 × 12 × 1,5 mm<sup>3</sup>), basierend auf dem UWB-Transceiver QM33110 von Qorvo und dem Bluetooth-Low-Energy-Chip nRF52833 von Nordic Semiconductor. Mit einer einfachen Benutzeroberfläche über die SPI-Schnittstelle und der Integration einer Cortex-M4-CPU, Flash- und RAM-Speicher in Kombination mit optimier-

ten Antennen bietet das ISP3080 ein Standalone-Produkt für RTLS-, Zugangskontroll- und Indoor-Positionierungsanwendungen. Das Modul verfügt außerdem über einen 3D-Beschleunigungssensor, um Energiesparmodi mit bewegungsabhängigem Aufwachen zu ermöglichen. Das ISP3080 unterscheidet sich von anderen Modulen durch die Integration einer Multiband-Antenne in das Paket, um sowohl das Bluetooth-Low-Energy-Frequenzband bei 2,4 GHz als auch das UWB-Frequenzband bei 6,5/8,0 GHz zu unterstützen. Dies ist ein neues Konzept, das von Insight SiP innerhalb eines SiP-Pakets entwickelt wurde. Die UWB-Kommunikation ist konform mit IEEE 802.15.4. Mithilfe einer einfachen Benutzeroberfläche, die drahtlos über Bluetooth gesteuert wird, bietet das ISP3080 eine präzise Lokalisierung. Für Langstrecken Anwendungen, typischerweise einige hundert Meter, kann das ISP3080 in Verbindung mit einer externen UWB-Antenne verwendet werden. Die Bluetooth-Low-Energy-Konnektivität ist mit Bluetooth 5.1 kompatibel und ermöglicht die Peilung und Funktionen für große Entfernungen über Bluetooth.

UWB-Sensoren und -Tags können in industrielle Netzwerke integriert werden, um Echtzeit-Tracking und Automatisierung zu ermöglichen. Das MS01SF1 (Bild 4) von MinewSemi ist ein Ultra-Wideband(UWB)- und ein Bluetooth-Low-Energy-5.2-Modul, das mit dem neuesten Qorvo-SoC DW3120 für die Indoor-Positionierung und dem Nordic-Semiconductor-SoC nRF52833 als Zentralprozessor ausgestattet ist. Es unterstützt Bluetooth-Low-Energy- und NFC-Konnektivität sowie andere Protokolle einschließlich Thread, ZigBee und IEEE 802.15.4. Dieses Modul kann in einer Vielzahl von UWB-Anwendungen eingesetzt werden, z. B. in der Lagerhaltung und Logistik oder in den Bereichen Sicherheit und Zutrittskontrolle. Es bietet eine Zwei-Wege-Abstandsmessung (TWR) und Ortungssysteme (TDoA) zur Lokalisierung von Assets mit einer Genauigkeit

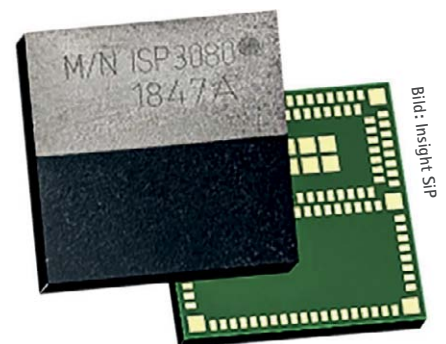


Bild 3: Das ISP3080 von Insight SiP ist ein Standalone-Modul für RTLS-, Zugangskontroll- und Indoor-Positionierungsanwendungen.



von 10 Zentimetern mit gleichzeitiger Unterstützung von Datenraten von bis zu 6,8 Mbit/s.

Fazit

UWB ist eine Zukunftstechnologie, die aufgrund ihrer präzisen Lokalisierungsmöglichkeiten und hohen Datenübertragungsraten eine Vielzahl von Anwendungen verändern wird. Die Integration in bestehende Netze wird durch standardisierte Protokolle, kompatible Hardware und unterstützende Software erleichtert. Mit fortschreitender Entwicklung und Verbreitung wird UWB eine Schlüsselrolle in der nächsten Generation der drahtlosen Kommunikation und Positionierung spielen. ■

Bild: Minew



Bild 4: Das MS01SF1 kann in einer Vielzahl von UWB-Anwendungen eingesetzt werden, z. B. in der Lagerhaltung und Logistik oder in den Bereichen Sicherheit und Zutrittskontrolle. Es bietet TWR und TDoA zur Lokalisierung von Assets mit einer Genauigkeit von 10 cm mit gleichzeitiger Unterstützung von Datenraten von bis zu 6,8 Mbit/s.

Anzeige

YAGEO Group stands at the forefront, embedded in the very fabric of AI technology. Our components are not just parts; they are the backbone of the AI revolution, enhancing the power density and operational efficiency of the critical infrastructure that powers AI.

CAPACITORS

INDUCTORS

RESISTORS

CIRCUIT PROTECTION

SENSORS

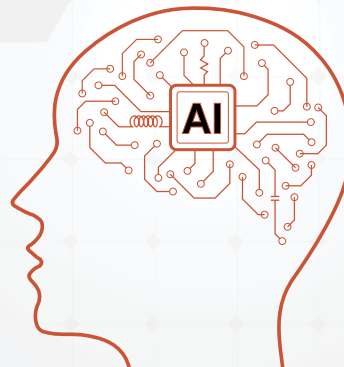
CONNECTORS & ICMS

ANTENNAS & RF COMPONENTS

EMC

MOSFETS

PIEZOELECTRIC DEVICES



**YAGEO** GROUP

Built into Tomorrow, Built into AI.



DECT NR+ – weltweit erster nichtzellulärer 5G-Standard

# Das fehlende Puzzleteil im IoT

*DECT NR+ schließt eine echte Lücke in der Funkwelt, indem es ein zuverlässiges und standardisiertes Funkkommunikationsprotokoll mit einer Kombination aus niedriger Latenz, hoher Reichweite bei gleichzeitig hohen Datenraten, keine Duty-Cycle-Limitierungen und nahezu weltweiter Frequenzabdeckung zu geringen Kosten bietet – und damit eine echte Alternative zu anderen Funktechnologien darstellt.*



Bild: metamorworks/Shutterstock

VON JULIAN CLAUSS,  
CORPORATE PRODUCT MANAGER WIRELESS  
BEI RUTRONIK

**B**ereits heute sind Millionen von Geräten, Maschinen, Sensoren oder Fahrzeuge aller Art über das Internet der Dinge (Internet of Things, IoT) miteinander verbunden. Trotz der mittlerweile vielen verschiedenen Funktechnologien waren bis dato jedoch einige Netzwerkszenarien aufgrund hoher Kosten und Störanfälligkeiten mit bestehenden Funkstandards nicht möglich gewesen. Mit der Einführung von DECT NR+ (New Radio Plus) wird diese Lücke im IoT-Ökosystem nun geschlossen. DECT NR+ ist der weltweit erste und einzige nichtzellulare 5G-Technologiestandard.

1992 wurde DECT (Digital Enhanced Cordless Telecommunications) erstmals vorgestellt und ein Jahr später eingeführt. DECT ist bisher nur als Standard für schnurlose Telefonie und Smart-Home-Geräte bekannt, der vom ETSI

(European Telecommunications Standards Institute), einer unabhängigen, gemeinnützigen Normungsorganisation im Bereich Information und Kommunikation, verwaltet wird. Nun wird die Frequenz auch für ganz andere Anwendungen interessant.

*Von der Schnurlostelefonie  
zur Industrieautomation*

DECT hat seinen Ursprung in Europa und ist heute der am weitesten verbreitete Standard für Funktelefone, der frühere Analogfunktelefone der Bänder CT1 und CT2 abgelöst hat, deren Betrieb heute auch für Endanwender verboten ist. Außerhalb Europas wurde DECT in verschiedenen Versionen auch in Australien, den meisten Ländern Asiens, Südamerika und später auch in Nordamerika eingeführt.



DECT wurde ursprünglich für schnelles Roaming zwischen vernetzten Basisstationen entwickelt. Neben schnurlosen Telefonen, die mit einer Festnetz-Basisstation kommunizieren, finden dank ULE (Ultra-Low Energy) mit HAN-FUN (Home Area Network Functional Protocol) auf Basis der DECT-Technologie auch Heizungsventile, Steckdosen oder Lichtschalter eine Funkverbindung zu manchem Router.

Im Laufe der Jahre wurde DECT mit mehreren neuen Varianten und neuen Audiocodern weiterentwickelt. Knapp 30 Jahre später wurde DECT-2020 NR von der ITU (International Telecommunication Union) als Variante für den IMT-2020 (= 5G) genehmigt. Das neue Protokoll wird inzwischen vom DECT-Forum als NR+ (New Radio Plus) bezeichnet.

Was ist 5G und welche Rolle spielt DECT NR+?

In der Telekommunikation ist 5G der Technologiestandard der fünften Generation für Mobilfunknetze, bei dem das Versorgungsgebiet

durch Sendemasten in kleine geografische Bereiche, sogenannte Zellen, unterteilt wird. Die Vorteile von 5G gegenüber den Vorgängerversionen sind schnellere Datenraten, geringere Latenzzeiten, Echtzeitfähigkeit und mehr gleichzeitig im Netz ansprechbare Endgeräte. Dazu wird 5G in drei verschiedene Dienstkatégorien unterteilt, die unterschiedliche Eigenschaften erfordern:

**eMBB-Anwendungen (Extreme Mobile Broadband)** erfordern in erster Linie hohe Bandbreiten und bieten festen drahtlosen Zugang, z. B. mobiles UHD-Videostreaming, Hochgeschwindigkeits-Downloads und Anwendungen im Bereich der Augmented Reality (AR) oder Virtual Reality (VR).

**Massive Machine-Type-Communications (mMTC)** unterstützt die massenhafte Konnektivität von Geräten in IoT-Anwendungen. Dieser Bereich soll möglichst viele Verbindungen mit eher geringen Datenraten und niedrigem Energieverbrauch gewährleisten. Durch die hohe Anzahl an Verbindungen in einem Netzwerk muss eine kollisionsfreie Übertragung ermöglicht werden. Typische Anwendungsfäl-

le sind gefüllte Fußballstadien und Großveranstaltungen mit mehreren tausend Endgeräten, für die man dank 5G nur noch einen Mobilfunkmast benötigt.

**Ultra-Reliable Low-Latency-Communication (URLLC)** ist die dritte 5G-Schlüsselfunktion, die zuverlässige Verbindungen bei geringer Latenz ermöglicht. Gerade in kritischen Anwendungen muss eine robuste und ausfallsichere Kommunikation mit minimaler Verzögerung sichergestellt werden. URLLC ist beispielsweise für Anwendungen wie autonomes Fahren, präzise Agrarbearbeitung, zeitkritische Industrieautomatisierung oder kritische Infrastrukturen bei Versorgungsunternehmen unerlässlich.

DECT NR+ deckt im 5G-Spektrum die Bereiche von mMTC und URLLC als hochskalierbare und zuverlässige Kommunikation mit niedriger Latenz und hoher Reichweite ab. Dies macht DECT NR+ besonders attraktiv für Anwendungen, die mMTC und/oder URLLC erfordern (Bild 1). Dass die Adressierung mittels IPv6 umgesetzt wird, macht jeden Teilnehmer potenziell weltweit erreichbar.

Anzeige

**Littelfuse**  
Expertise Applied | Answers Delivered

# Circuit Protection Solutions for Battery Energy Storage

Scan To Know More



## The 5G triangle (IMT-2020)

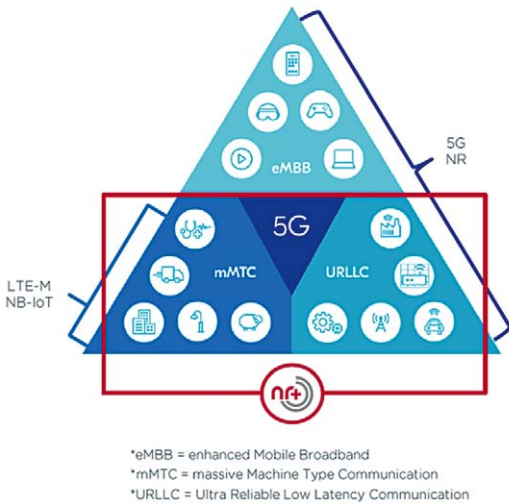


Bild 1: Schaubild des 5G Dreiecks. DECT NR+ ergänzt mMTC und URLLC als kostengünstige, energieeffiziente und flexible Alternative in lizenzfreien Frequenzbändern.

### Wie funktioniert DECT NR+ und was sind seine Besonderheiten?

Im Gegensatz zu vielen anderen Funkstandards ist DECT NR+ speziell für den industriellen Einsatz konzipiert. Seine Einzigartigkeit liegt in der Kombination erprobter Technologien für die Anforderungen von Industrie 4.0 wie Skalierbarkeit, Robustheit, Standardisierung und der Nutzung lizenzfreier Frequenzbänder.

DECT NR+ unterstützt die drei Netztopologien Point to Point, Star und Mesh und ist damit ein flexibler Standard für unterschiedliche Anwendungsanforderungen. Ein Hauptmerkmal des NR+-Mesh-Netzwerks sind sei-

Bild 2: Die ersten Produkte, die das DECT-NR+-Protokoll unterstützen



**nRF9161 SiP**  
 Low power SiP for cellular IoT and DECT NR+  
 Multimode LTE-M/NB-IoT with GNSS and DECT NR+ modem  
 700-2200 MHz LTE band support  
 1,9 GHz NR+ band support  
 Certified for global operation  
 Dedicated application processor and memory  
 64 MHz Arm Cortex-M33  
 1 MB flash + 256 KB RAM  
 Arm TrustZone + Arm CryptoCell



**nRF9151 SiP**  
 Low power SiP for cellular IoT and DECT NR+  
 Multimode LTE-M/NB-IoT with GNSS and DECT NR+ modem  
 700-2200 MHz LTE band support  
 1,9 GHz NR+ band support  
 Certified for global operation  
 Dedicated application processor and memory  
 64 MHz Arm Cortex-M33  
 1 MB flash + 256 KB RAM  
 Arm TrustZone + Arm CryptoCell



**nRF9131 mini SiP**  
 Low power mini SiP for cellular IoT and DECT NR+  
 Multimode LTE-M/NB-IoT with GNSS and DECT NR+ modem  
 700-2200 MHz LTE band support  
 1,9 GHz NR+ band support  
 Certified for global operation  
 Dedicated application processor and memory  
 64 MHz Arm Cortex-M33  
 1 MB flash + 256 KB RAM  
 Arm TrustZone + Arm CryptoCell

Bilder: Nordic Semiconductor

ne selbstheilenden und selbstorganisierenden Eigenschaften. Jeder Knoten kann als Zugangspunkt mit direkter Verbindung zum Internet fungieren: Sollte ein Knoten im Mesh-Netzwerk ausfallen, werden die Daten automatisch über Nachbarknoten geroutet. Diese Eigenschaft eliminiert einzelne Fehlerpunkte im Netzwerk und löst Problemsituationen wie Geräteausfälle durch Defekt, Wartung oder Umstrukturierung, die in dichten IoT-Netzwerken häufig auftreten, automatisch ohne menschliches Eingreifen oder einen zentralen Operator.

NR+ bietet die gleiche niedrige Latenz und hohe Zuverlässigkeit, die bisher nur drahtgebundenen Verbindungen oder von Drittanbietern kostenpflichtig gemanagten Mobilfunk-

netzwerken vorbehalten war. Zum ersten Mal können Systeme mit niedriger Latenz auch über mehrere Kilometer hinweg drahtlos mit mehreren Megabits pro Sekunde betrieben werden. Gleichzeitig ist die Technologie extrem hoch skalierbar und unterstützt eine Anzahl von Endgeräten von bis zu 1 Million Knoten innerhalb eines Quadratkilometers in einem Netzwerk.

DECT NR+ funkt im global (fast) überall nutzbaren 1,9-GHz-Band. Es ist nicht nur weniger stör anfällig als übliche ISM- und SRD-Frequenzbänder, sondern zudem ebenfalls lizenz- und gebührenfrei nutzbar im Gegensatz zu Mobilfunkfrequenzen, welche von den Mobilfunknetzbetreibern (MNOs) teuer ersteigert wurden. Mit NR+ lässt sich ein eigenes priva-

Eigenschaft	DECT NR+	LoRa	Mioty	SigFox	LTE-M	NB-IoT
Frequenz	1,9 GHz	868 MHz (EU) 915 MHz (US)	868 MHz (EU) 915 MHz (US)	868 MHz (EU) 915 MHz (US)	700–2200 MHz	700–2200 MHz
Reichweite	3 bis 10 km	bis zu 15 km	bis zu 15 km	bis zu 10 km	bis zu 11 km	bis zu 15 km
Datenrate	hoch (3 Mbit/s – 9 Gbit/s)*	langsam (50 kbit/s)	sehr langsam (500 bit/s)	sehr langsam (600 bit/s)	mittel (1 Mbit/s)	langsam (250 kbit/s)
Latenz	sehr niedrig (< 1 ms)	hoch (ca. 1 s)	hoch (ca. 1 s)	hoch (ca. 2 s)	niedrig (10–30 ms)	hoch (1,5–10 s)
Energieverbrauch	sehr energieeffizient	sehr energieeffizient	sehr energieeffizient	sehr energieeffizient	sehr energieeffizient	sehr energieeffizient
Skalierbarkeit	extrem hoch (bis zu 1 Million Knoten pro km <sup>2</sup> )	hoch	hoch	niedrig	mittel	mittel
Topologie	Point to Point, Stern, Mesh	Stern	Stern	Stern	Stern	Stern
Anwendungsbereiche	Industrial IoT Smart City Smart Metering Professionell Audio	Smart City Smart Farming Smart Environment	Smart Metering Gebäudemanagement Industrial IoT Smart City	Anwendungen nur für kleinste Datenmengen: Smart Cities Smart Building	Wearables Smart Cities Gesundheitswesen	Smart Metering Umweltüberwachung Gebäudemanagement

Übersicht über die Unterschiede und Einsatzmöglichkeiten der sechs Technologien in verschiedenen Anwendungsbereichen. \*) für Low-Power-Betrieb 3 Mbit/s, aber technisch bis zu 9 Gbit/s möglich



tes Netzwerk aufbauen, frei von zellularen Mobilfunknetzen oder SIM-Karten. Somit können erhebliche Lizenzkosten oder regulatorische Hürden vermieden werden. Sicherheitskritische Umgebungen profitieren von einem vollständig unabhängigen und lokal kontrollierbaren Netzwerk.

Ebenso wurde der Standard unter dem Gesichtspunkt der Energieeffizienz entwickelt, was gerade für batteriebetriebene IoT-Geräte besonders wichtig ist: Durch effiziente Send- und Empfangsprotokolle sowie Komprimierungsalgorithmen können die Geräte lange Betriebszeiten von mehreren Jahren je nach Batterie und Kommunikationsaufkommen erreichen.

.....  
*DECT NR+ im Vergleich zu anderen vergleichbaren Technologien*  
.....

DECT NR+, LoRa, Sigfox, Mioty, LTE-M oder NB-IoT: Jede Technologie ist mit eigenen Eigenschaften, Vorteilen und Anwendungsbereichen verbunden.

SigFox, Mioty und LoRa gehören zum Bereich des Low-Power-Wide-Area-Network (LPWAN). In diesem Bereich können Daten mit geringem Energieverbrauch, aber auch mit geringer Datenübertragungsrate über mehrere Kilometer übertragen werden. Sowohl SigFox, Mioty als auch LoRa sind bereits seit einigen Jahren am Markt und entsprechend für ihre Limitierungen bekannt. Während SigFox es nie geschafft hat, eine flächendeckende Infrastruktur aufzubauen und inzwischen kaum noch Beachtung findet, müssen Mioty und LoRa-Nutzer ihr eigenes Netz selbst aufbauen. Beispielsweise haben einige Städte bereits ihr eigenes LoRaWAN-Netz aufgebaut, um datensparsame Sensoren ins Internet zu bringen. Alle drei LPWANs nutzen den öffentlich verfügbaren und lizenzfreien Sub-GHz-Frequenzbereich. Da die freien Frequenzen aber jedem zur Verfügung stehen und von unberechenbar vielen weiteren Funkanwendungen verwendet werden, kann eine große Anzahl von Signalen zu Störungen führen. Außerdem gibt es starke Beschränkungen bei der Nutzung: Jedes Gerät darf nicht mehr als 1 Prozent der Zeit senden, was für Router zum Problem werden

kann, wenn Acknowledge-Mitteilungen an tausende Sensoren in kürzerer Zeit versendet werden sollen. Auch die Übertragung von Firmware-Updates wird somit praktisch kaum umsetzbar.

Ein weiterer Nachteil der Technologien auf Basis des Sub-GHz-Bandes besteht in der regionalen Einschränkung. Für Europa produzierte Geräte sollten das 868-MHz-SRD-Band nutzen, während in USA dafür 915 MHz zur Verfügung steht und in Japan oder anderen Teilen der Welt wieder andere Frequenzbereiche vorgesehen sind. Mit NR+ produzierte Geräte verwenden jedoch überall die gleiche Frequenz und müssen somit nur einmal zertifiziert werden, die Antennen-Performance nur einmal abgestimmt werden und auch die Bauteillogistik vereinfacht sich unter Umständen.

Im Gegensatz zu den lizenzfreien LPWANs nutzen LTE-M und NB-IoT das lizenzierte Funkspektrum der MNOs. Die beiden standardisierten Mobilfunktechniken profitieren von der bereits global weit ausgebauten Netzabdeckung. Im Vergleich zu LTE-M punktet NB-

Anzeige

## G9KC PCB-LEISTUNGSRELAIS

### ÜBERDENKEN SIE DIE EFFIZIENZ IHRER WALLBOX-PRODUKTE

Unser G9KC-Relais revolutioniert die AC-Wallbox mit neuen Maßstäben für Energieeffizienz und Langlebigkeit. Dieses 480VAC 40A 4-polige Hochleistungsrelais bietet einen niedrigen und stabilen Kontakt und eignet sich damit perfekt für Ihre anspruchsvollsten Wallbox-Designs.

- Mechanisch gekoppelter 4a-Hauptkontakt mit Doppelunterbrechung
- Niedriger Kontaktwiderstand
- 1b Hilfskontaktoption entspricht IEC 60947-4-1
- Hohe Kurzschlussfestigkeit (IEC62955:2018)
- Entwickelt nach den höchsten japanischen Designstandards



Scannen Sie den QR-Code für weitere Informationen

[www.components.omron.com/eu](http://www.components.omron.com/eu)



OMRON





IoT beim Energieverbrauch und der Gebäudedurchdringung, allerdings bei deutlich geringerer Datenrate, Latenz und keiner Möglichkeit des Zellwechsels während einer aktiven Übertragung. LTE-M hingegen schlägt die Brücke zwischen LTE und NB-IoT: LTE-M wurde speziell für IoT-Anwendungen entwickelt, die für LTE zu überdimensioniert und damit zu energiehungrig wären und bei NB-IoT wiederum nicht die erforderliche Mobilität und Bandbreite hätten.

Der Trend zu immer mehr vernetzten IoT-Geräten weltweit stellt nicht nur hohe Anforderungen an die Infrastruktur, sondern erhöht auch die Nachfrage nach kostengünstigen und zuverlässigen Technologien mit möglichst geringem Energieverbrauch. Im Vergleich zu anderen LPWAN-Funktechnologien überzeugt DECT NR+ durch den Kompromiss aus Reichweite und Latenz bei gleichzeitig niedrigem Energieverbrauch. Insbesondere die extrem hohe Skalierbarkeit, die hohe Datenrate des lizenzfreien 1,9-GHz-Frequenzbandes sowie die Unabhängigkeit von Mobilfunkbetreibern und SIM-Karten und die daraus resultierende Kostenersparnis machen DECT NR+ zu einer neuen interessanten Alternative.

Die Tabelle gibt einen Überblick über die verschiedenen Technologien.

### Anwendungsbeispiele

DECT NR+ kann sowohl als kostengünstige Alternative zu bereits bestehenden Standards als auch für noch nicht realisierte Anwendungen interessant werden. So eignet sich NR+ insbesondere für industrielle IoT-Anwendungen, intelligente Zähler (Smart Metering), intelligente Städte (Smart Cities) und professionelle Audioanwendungen.

DECT NR+ verfügt über einzigartige Funktionen, die heutzutage eine Schlüsselrolle für industrielles IoT sowie Industrie 4.0 spielen. Die dichte Netzwerktopologie von NR+ unterstützt eine extrem hohe Anzahl von Knoten, die für große Betriebe erforderlich sind. Echtzeitkommunikation zwischen verschiedenen Geräten und Maschinen sowie eine selbstorganisierende und selbstheilende Mesh-Topologie sind für die Automatisierung und Optimierung von Produktionsprozessen von entscheidender Bedeutung.

Smart Cities werden durch eine Reihe von Anwendungen wie Verkehrsmanagement, Parkplatzsuche, Optimierung der Müllabfuhr und der Straßenbeleuchtung, intelligente

Energiespeicherung usw. zur Verringerung der Kohlendioxidemissionen beitragen. All diese Anwendungen erfordern Lösungen zur Fernüberwachung und -steuerung, die über ein Netzwerk mit Kontrollzentren verbunden sind. NR+ wurde entwickelt, um hochzuverlässige und leistungsfähige drahtlose Maschennetze zu integrieren, die den Einsatz dieser extrem hochskalierbaren Kommunikation möglich und praktikabel machen und zudem weitere Anwendungen ermöglichen, etwa Audioübertragungen im Stadtgebiet oder die Anbindung von stationären Überwachungskameras oder gar mobilen Überwachungskameras in öffentlichen Nahverkehrsfahrzeugen. Gerade kleine Ballungszentren – wie Flughäfen, Campusgeländen oder Einkaufszentren – mit einer hohen Konzentration unterschiedlichster Anwendungsfälle, die ein Netzwerk mit geringer Latenz, hohem Datenverkehr und zuverlässigem Netzwerk benötigen, wären bestens geeignet für ein privates und kostengünstiges DECT-NR+-Netzwerk.

Der Smart-Energy-Markt ist bereits gut etabliert und wird mit absoluter Sicherheit weiter wachsen. Ein wesentlicher Vorteil von NR+ besteht darin, dass es eine standardisierte Alternative zu bereits eingesetzten, proprietären Technologien bietet. Seine Mesh-Netzwerktopologie ermöglicht zudem die Verbindung verschiedener lokaler Cluster und erhöht so die Gesamtreichweite. Durch die Nutzung des lizenzfreien globalen 1,9-GHz-Frequenzbandes ermöglicht DECT NR+ den weltweiten Einsatz eines einheitlichen Standards zu optimierten niedrigen Kosten. DECT NR+ kann somit in intelligenten Zählern eingesetzt werden, um beispielsweise Energie- und Wasserverbrauchsdaten in Echtzeit zu erfassen und an die Versorgungsunternehmen zu übermitteln. Die bidirektionale Kommunikation ermöglicht neben der Übertragung von Verbrauchsdaten auch die Fernsteuerung von Zählern und Geräten, z. B. für ferngesteuerte Abschaltungen von smarten Waschmaschinen oder zur Übermittlung von Tarifänderungen an Haushaltsverbraucher.

Auch drahtlose Mikrofone und Audioübertragungssysteme profitieren von der neuen Technologie. DECT NR+ bietet stabile, störungsfreie Übertragungen mit geringer Latenzzeit, was in Live-Umgebungen von entscheidender Bedeutung ist. Speziell bei Großveranstaltungen in größeren Arealen wie beispielsweise bei Konzerten, Festivals oder Fußballstadien kann ungestört auf dem 1,9-GHz-Frequenzband, unabhängig von vielen 2,4-GHz-Störern (Bluetooth, WiFi), gesendet werden.

### Erste Produkte mit DECT NR+ verfügbar

Nordic Semiconductor ist derzeit der einzige Hersteller auf dem Markt, der das DECT-NR+-Protokoll unterstützt und bereits eigene DECT-NR+-kompatible Module anbietet. Die Mesh-Software kommt vom finnischen Drittanbieter Wirepas, die Audio-Software von Lynq.

Nordic Semiconductor bietet mit der nRF91 Serie aktuell drei DECT-NR+-fähige Produkte an: das nRF9161 SiP, das nRF9151 SiP und das nRF9131 mini SiP.

Der nRF9151 ist ein hochintegriertes und kompaktes System-in-Package (SiP), das speziell für Mobilfunk-IoT- und DECT-NR+-Anwendungen entwickelt wurde. Durch die Nutzung der stromsparenden LTE-Technologie, fortschrittlicher Verarbeitungsfunktionen und robuster Sicherheitsfunktionen bietet der nRF9151 eine hohe Leistung und Vielseitigkeit und unterstützt 3GPP Release 14 LTE-M/NB-IoT und DECT NR+.

Alle drei Module sind mit einem leistungsstarken Arm-Cortex-M33-Prozessor ausgestattet, der die Verarbeitung des Kommunikationsprotokolls und der Kundenanwendung übernimmt und somit keine weitere Mikrocontroller in den Endgeräten benötigt. Um für seine Anwendung die bestmögliche und energieeffizienteste Kommunikation zu wählen, unterstützen alle Module zusätzlich zu DECT NR+ LTE-M, NB-IoT und GNSS-Ortung. Alle drei Varianten sind in ihrer Funktionalität nahezu identisch. Kleine Unterschiede gibt es allerdings zwischen den Modulen: Im Vergleich zu seinem Vorgänger (nRF9161) kommt der nRF9151 mit einer 20 Prozent kleineren Grundfläche aus. Er unterstützt weiterhin die Leistungsklasse 5 mit 20 dBm Ausgangsleistung. Der nRF9131 hingegen eignet sich eher entweder für hochvolumige zellulare IoT-Anwendungen, die vom Kunden individuell und recht kostspielig zertifiziert gelassen werden müssen oder speziell nur für DECT-NR+-Anwendungen, die sowieso lizenzfrei und komplett ohne zellulare Netzwerke auskommen. Für ein mögliches Fallback-Szenario auf Mobilfunk, wenn kein NR+-Gateway in Reichweite vorhanden ist, verwendet man also eher einen nRF9151 oder nRF9161. Der nRF9131 ist durch Weglassen des PMIC (Power-Management-IC) noch einmal deutlich kleiner als der nRF9151. ■





Zeitersparnis beim Testen von Echtzeitkinematik mit dem RAB4

# Tracking-Lösungen für Bereiche wie Sicherheit und Arbeitsschutz

*Codium Electronique verbindet Ingenieurwissen mit bahnbrechender Technologie.*

*Die Mission des französischen Unternehmens: Revolutionierung der Sicherheitslage auf Baustellen durch die Integration moderner Tracking- und Sensortechnik. Codium steht mit seiner patentierten Software und dem Adapter Board RAB4 von Rutronik System Solutions bei Innovationen im Bereich Echtzeitkinematik (RTK) in der ersten Reihe.*

VON STEPHAN MENZE,  
HEAD OF GLOBAL INNOVATION  
MANAGEMENT BEI RUTRONIK

Codium Electronique ist ein Elektronikunternehmen mit Konstruktionsbüro und Produktionslinie, das in Langres im französischen Département Haute-Marne beheimatet ist. Die Ingenieure und Techniker arbeiten gemeinsam an Entwicklungsprojekten für Geschäftspartner. Diese Projekte dienen dazu, eine Vorstellung von zukünftigen Technologien und Anwendungen von Kunden in den Bereichen Industrie, Landwirtschaft und Ge-

sundheitswesen zu gewinnen sowie diese zu entwickeln und umzusetzen.

Codium arbeitet an der Entwicklung einer hochpräzisen Tracking-Lösung für Baustellen in aller Welt. Ziel dieser Lösung ist es, Sicherheit und Arbeitsschutz in dieser gefährlichen Umgebung durch die einfache Integration der neuesten Tracking- und Sensortechnik zu verbessern. Dazu nutzt das Unternehmen eine



Bild: Suwings6/shutterstock.com

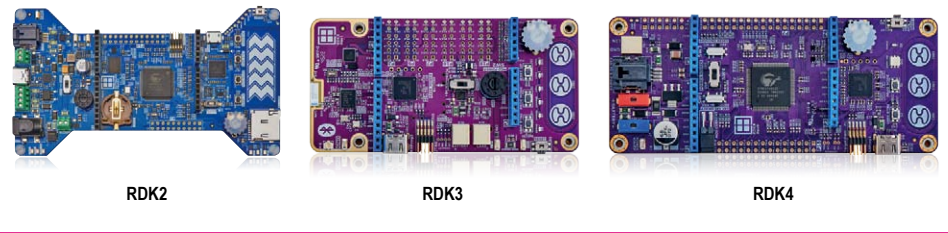


patentierte Softwarelösung, die alle Sensoren automatisch korrigiert und neu kalibriert.

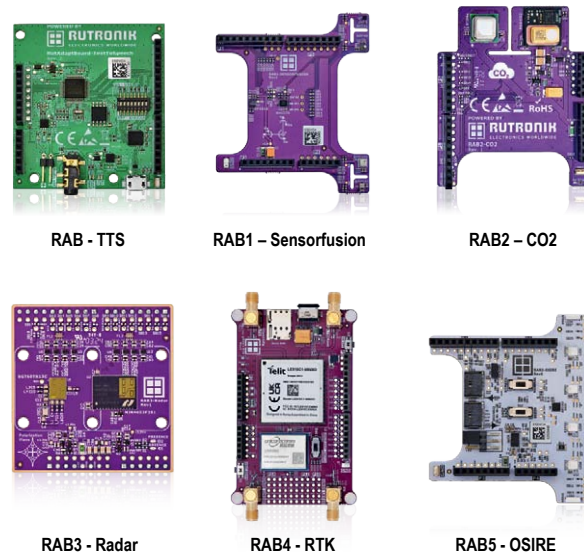
Zwischenzeitlich kommt auch Echtzeitkinematik (RTK) zum Einsatz. Diese gewährleistet die Sicherheit der Bauarbeiter und bietet auf der Grundlage der erhaltenen Daten eine Optimierung der Arbeitsabläufe an. Mit dem Adapter Board RAB4 von Rutronik System Solutions war Codium in der Lage, die RTK-Lösung von Unicore Communications zu testen.

Der präzisen Positionierung kommt in vielen Einsatzbereichen eine Schlüsselrolle zu. Beispielsweise ist sie beim autonomen Fahren

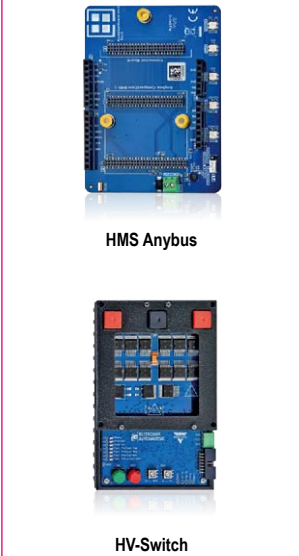
Rutronik Development Kits - RDK



Rutronik Adapter Boards - RAB



Rutronik Cooperation Boards



# Übersicht der Adapter Boards

## Rutronik Adapter Board – Text To Speech

- Sprachsteuerung für HMI-Applikationen
- Ausgabe in bis zu 12 Sprachen
- Zielanwendungen: Verkaufsautomaten, Zutrittskontrolle und Produkte für das Gesundheitswesen

## Rutronik Adapter Board – HMS Anybus

- Sicherer Einstieg in IIoT-Applikationen
- Alle wichtige Feldbusse und Schnittstellen für eine industrielle Umgebung wie EtherCAT, Profinet, Modbus, Powerlink, CC-Link und Profibus
- Schneller Einstieg in industrielles Ethernet/Feldbus, der per Software konfiguriert werden kann

## Rutronik Adapter Board – RAB1 – Sensorfusion

- Hochmoderne Sensorfusion
- Kombination aus extrem leistungsfähigen Sensoren von Infineon, Bosch SE und Sensirion
- Intelligente Kombination von Sensorwerten ermöglicht Applikationen im Bereich Sensorfusion, z. B. Messung der Luftreinheit oder Rauch- und Gasmelder

## Rutronik Adapter Board – RAB2 – CO<sub>2</sub>

- Test von CO<sub>2</sub>-Sensoren für ein breites Anwendungsspektrum

Überblick über die Base Boards und Adapter Boards von Rutronik System Solutions

- Kombination aus extrem leistungsfähigen Sensoren von Infineon und Sensirion
- Optimierung der Sensorfunktion zur Messung von CO<sub>2</sub>-Gehalt, relativer Luftfeuchtigkeit und Temperatur

## Rutronik Adapter Board – RAB3 für Radar

- Entfernungsmessung, Präsenz- bzw. Hinderniserkennung
- Nisshinbo 60 GHz Smart Sensor Micro-Modul zur Radarerfassung mit 60 GHz
- Infineon-Xensiv-60-GHz-Radar-Sensor, diskreter Radar-IC mit der neuesten Radartechnik

## Rutronik Adapter Board – RAB4 für RTK

- Schneller Zugriff auf RTK für autonome und automatisierte Applikationen im Freien
- Hochmoderne GNSS-Module von Unicore Communications und Telit Cinterion sowie verschiedene Antennen von 2J

- Hochpräzise Positionierung bis auf ca. 2 Zentimeter genau

## Rutronik Adapter Board – RAB5 – OSIRE

- Hochpräzise optische Kalibrierdaten für alle LEDs inklusive
- Dynamische Farbsteuerung und Animationen, flimmerfrei bis 1 kHz PWM
- Nach AEC-Q-Standard für Automobilanwendungen zugelassen

## Rutronik ABU Reference Board – bidirektionaler Smart-HV-Switch 800 V für die Automotive-Industrie

- Sicheres Schalten elektronischer Lasten im Hochspannungs-Schaltkreis
- eFuse kombiniert die Funktionen herkömmlicher Sicherungen und Schalter
- Geringe Leitungsverluste und geringe Verlustleistung durch hochmoderne Siliziumkarbid-MOSFETs





Vorderansicht des Adapter Board RAB4



Rückansicht des Adapter Board RAB4

und in der Robotik sowie der erhöhten Interaktion zwischen Mensch und Maschine von wachsender Bedeutung. Echtzeitkinematik ist eine Technologie, die sehr viel genauer arbeitet als die herkömmliche Satellitennavigation (GNSS) und auch wirtschaftlich zunehmend attraktiv wird. Mit dem Adapter Board RAB4 kann die Leistung der RTK in Bereichen wie Landwirtschaft, Präzisionslandwirtschaft (Pre-

cision Farming), autonomes Fahren, Drohnen und Mähroboter getestet werden.

Technische Daten des RAB4 auf einen Blick:

- Das UM980 von Unicore ist ein hochpräzises RTK-Positionierungsmodul und basiert auf dem GNSS-SoC der neuen Generation NebulasIV. Damit kann eine hohe Positio-

nierungsrate von 50 Hz erreicht werden. Unterstützt werden alle verfügbaren GNSS-Frequenzen.

- Zur Analyse der absoluten Position verfügt das RAB4 über ein 4G-LTE-Modul mit integriertem Standardempfänger für GNSS-Signale, das aus der Baureihe LE910 von Telit Cinterion stammt.

Anzeige

## Green Line



**SCHURTER**  
ELECTRONIC COMPONENTS

- > Qualitativ hochwertige, rezyklierbare Produkte
- > CO<sub>2</sub>-neutrales Rohmaterial über den gesamten Lebenszyklus
- > Reduktion von bis zu 68% CO<sub>2</sub> im Vergleich zu herkömmlichen Kunststoffen

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

Komponenten mit Rohstoffen aus pflanzlichen Kunststoffen



- Das RAB4 verfügt zudem über eine Prepaid-SIM-Karte mit 100 MB an Daten. Dank dieser Kombination können die NTRIP-Korrekturdaten aus dem Internet heruntergeladen werden (je nach Anbieter fallen hier möglicherweise Gebühren an).

*Zentimetergenaue Präzision in Echtzeit*

Mit dem RAB4 haben die Experten von Rutronik System Solutions in Zusammenarbeit mit dem Rutronik Wireless Competence Center ein Adapter Board entwickelt, mit dem die Leistung von RTK schnell getestet und mit einem führenden GNSS-Empfänger verglichen werden kann, ohne dass eigene Hardware entwickelt werden muss.

RTK ist eine Technologie, mit der satellitengestützte Positionierungssysteme noch genauer arbeiten können. Dazu werden über eine Basisstation Korrekturdaten an einen mobilen Empfänger übermittelt. Die Korrekturdaten können von einer lokalen Basisstation, z. B. über Wi-Fi, Bluetooth oder NR+ bzw. über eine Internetverbindung von einem externen Korrekturdienst über Networked Transport of RTCM via Internet Protocol (NTRIP) bereitgestellt werden. Ein Beispiel ist das Netzwerk des Satellitenpositionierungsdienstes der deutschen Landesvermessung (SAPOS), das in 14 der 16 Bundesländer kostenlos genutzt werden kann. Private Anbieter von Korrekturdaten ermöglichen eine grenzüberschreitende Abdeckung und eine noch bessere technische Leistungsfähigkeit. Im Gegensatz zu her-

kömmlichen GNSS-Empfängern, die häufig lediglich eine Position pro Sekunde definieren, sind mit dem UM980 von Unicore bis zu 50 fix/s möglich. Damit kann auch die Position schnellfahrender Fahrzeuge auf ein bis zwei Zentimeter genau bestimmt werden.

*RTK als Zukunftstechnologie für die Positionierung*

Das RAB4 unterstützt Codium bei Forschungen im Bereich RTK sowie bei der Bewertung der Technologie für die Überwachungs- und Arbeitsschutzlösungen des Unternehmens.

Axel Moinet, Electronic Engineer und Doctor of Computer Science bei Codium Electronique: »Wir sind sehr dankbar für die umfassende Unterstützung durch die Applikationsingenieure von Rutronik. Ihre Beratung war für die Entwicklung eines Konzepts für unsere Firmware von entscheidender Bedeutung. Wir waren tief beeindruckt davon, wie weit die Entwicklung der RTK-Lösung bereits fortgeschritten war.«

Das Expertenteam von Rutronik Wireless arbeiten schon seit mehreren Jahren mit Unicore Communications, einem der führenden Anbieter von RTK-Bauteilen, zusammen. Daher profitiert Rutronik von dem tiefgreifenden Wissen um die Entwicklung der Positionierungstechnik. Zudem ist das Potenzial der RTK-Technologie in der Landwirtschaft seit Langem bekannt: Es gibt bereits Mähroboter, bei denen diese Technologie zum Einsatz kommt. Diese

kosten jedoch das Fünffache eines herkömmlichen Geräts und sind damit extrem teuer.

Jordan Rose, Field Application Engineer bei Rutronik, erläutert: »Nun, da die Preise der benötigten Bauteile zunehmend wirtschaftlich interessant werden, erwarten wir auf diesem Markt für die nächsten drei Jahre umfassende Änderungen zugunsten der RTK-Technologie.«

Als Beleg für die Leistungsfähigkeit der RTK-Technologie und des RAB4 haben die Entwickler von Rutronik System Solutions unter Leitung von Jordan Rose einen eigenen Rover entwickelt. Dieser lässt sich über eine App ganz bequem und zentimetergenau steuern. Dazu wird das RAB4 mittels Arduino-Schnittstelle mit dem RDK3 von Rutronik System Solutions kombiniert. Das RDK3 ermöglicht eine Wireless-Verbindung mittels Bluetooth Low Energy. Die Referenzstation sendet über Bluetooth die gemessene GNSS-Position in einem Echtzeitprotokoll an den Rover. So kann der Rover im Garten zentimetergenau navigieren. Daher braucht auch kein Draht als Begrenzung im Garten verlegt zu werden. ■



Hier gelangen Sie zum Demovideo des Rover

Anzeige

Apacer

Enterprise Series SSD

Targeting edge servers, cloud servers, and mid-size data centers

- ✓ Support advanced CorePower (power loss protection) technology to ensure data integrity under abnormal power supply conditions.
- ✓ Support AES 256-bit hardware encryption and Signed Firmware technology to provide the security of data storage.
- ✓ Support SATA and PCIe Interface in **2.5", U.3, 2280, 22110, and E1.S form factors from 240 GB to 30 TB.**

Apacer Technology [www.apacer.com](http://www.apacer.com) [sales@apacer.nl](mailto:sales@apacer.nl)



electronica 2024

Visit us at **Hall B4 Stand 419**



File Server

Proxy Server

DNS Server

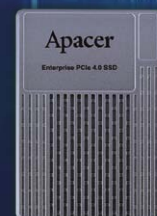
Application Server

Database Server

Mail Server

FTP Server

Web Server







Referenzdesign für On-Board-Charger

# Miniaturisierung im Fokus

*Der Schaltungsentwurf eines kompakten Ladegerätes mit dreiphasigem Netzanschluss, hoher Leistungsdichte und hohem Wirkungsgrad unterstützt Entwicklerinnen und Entwickler bei der Umsetzung neuer Designs.*

VON EDGAR SCHÄFER, FIELD APPLICATION ENGINEER IN DER AUTOMOTIVE BUSINESS UNIT (ABU) BEI RUTRONIK

**E**in dreiphasiger Netzanschluss für On-Board-Charger bietet bedeutende Vorteile, einschließlich Ladegeschwindigkeit und -effizienz sowie eine geringere Strombelastung pro Phase. Er bringt jedoch auch zusätzliche technische und infrastrukturelle Herausforderungen wie Komplexität und Kosten, Wärmemanagement, Netzkompatibilität und regulatorische Anforderungen mit sich. Die Entwicklung solcher Systeme erfordert eine sorgfältige Planung und Ausle-

gung, um die genannten Vorteile zu realisieren und gleichzeitig die Herausforderungen zu meistern – gerade jetzt, wo On-Board-Charger (OBC) weiter an Bedeutung gewinnen.

Aus diesem Grund hat die Automotive Business Unit (ABU) von Rutronik gemeinsam mit den Partnern Vishay und Bosch Automotive Electronics (Bosch AE) im Rahmen der Initiative »Referenzdesigns für Automotive-Anwen-



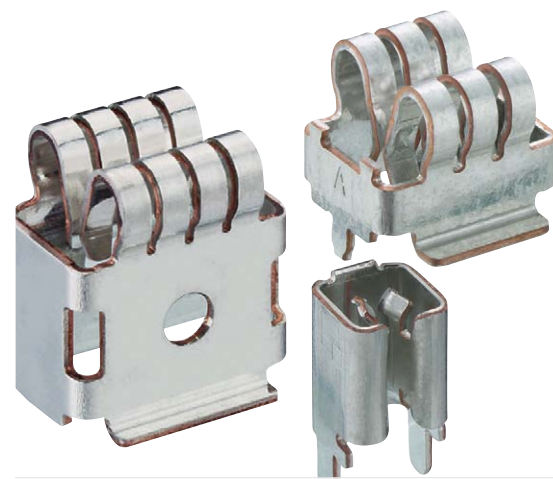
## Über die Rutronik Automotive Business Unit

Die Automotive Business Unit (ABU) ist ein speziell auf das Segment Automotive ausgerichtetes Geschäftsfeld mit ausgewählten Top-Herstellern aus dem Automotive-Bereich. Das Team der ABU versteht sich als Berater und Mittler mit dem Ziel, die Herausforderungen der Kunden zu verstehen und sie mit passenden Informationen und Komponentenvorschlägen zu versorgen.

Die Automotive Business Unit feiert in diesem Jahr zehnjähriges Bestehen und veranstaltete im Oktober 2024 erstmals eine Rutronik Automotive Convention in den USA.



of success stories

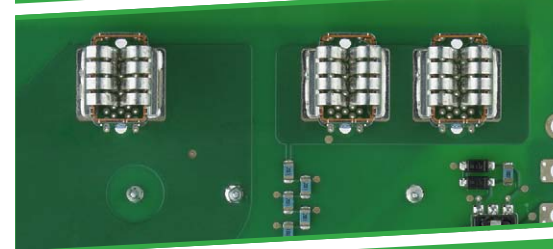


## Hochstrom-Kontaktelemente

vielfältige Einsatzmöglichkeiten in Leistungsanwendungen und kompakten Steuergeräten

Kontaktierung mit Flachmessern – steckbar von oben, seitlich, oder von unten

SMT und THT, auch für Laserschweißen geeignet

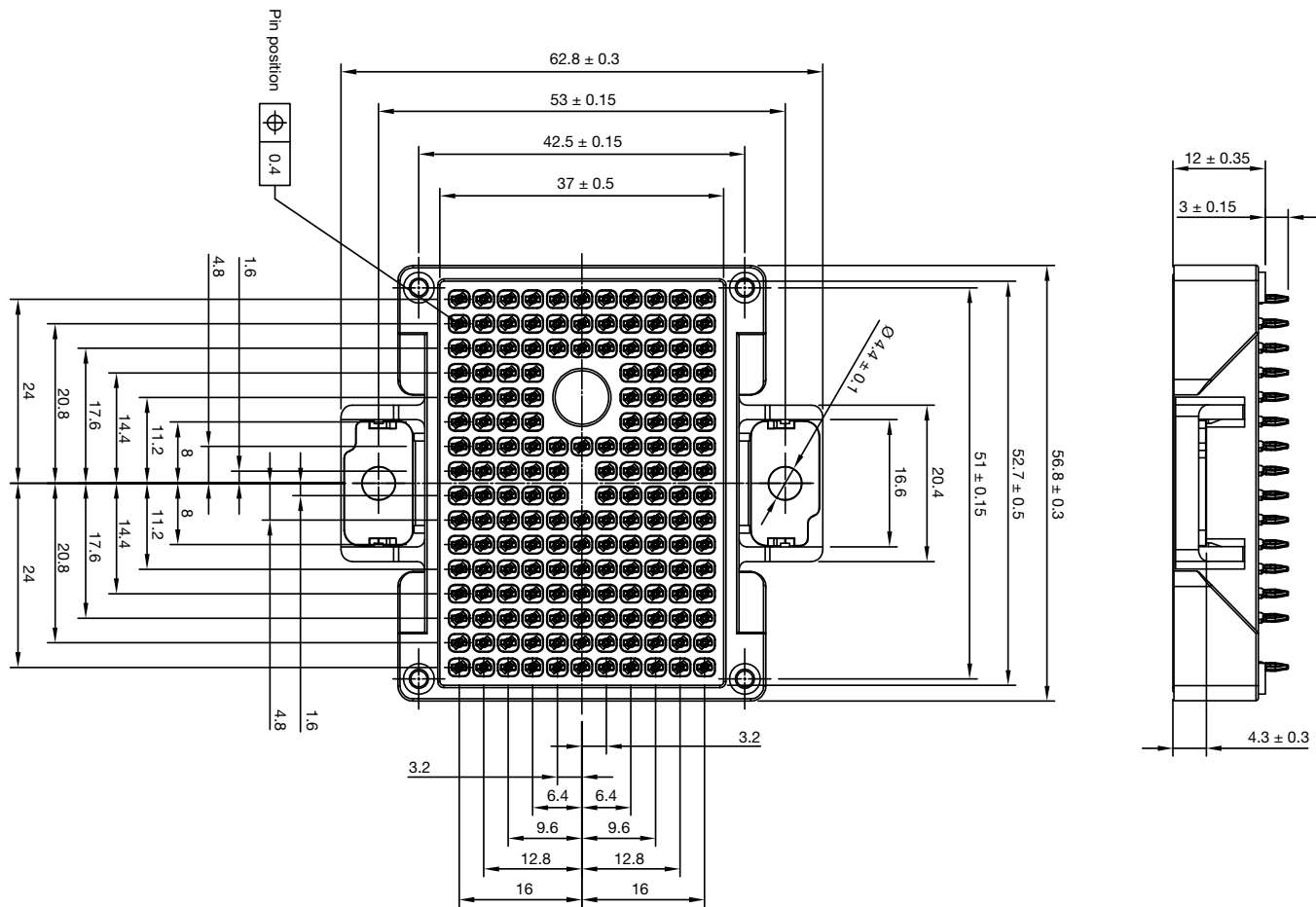


bis 75 A



Bild: Vishay

**DIMENSIONS** in millimeters



Vorteile der Siliziumkarbid-Leistungs-MOSFETs im Emipak-2B-Gehäuse: Dank der PressFit-Pins sind sie einfach zu montieren, das freiliegende Substrat bietet eine verbesserte thermische Leistung und das optimierte Layout trägt zur Minimierung der Streuparameter bei, was eine bessere EMI-Leistung ermöglicht.

dungen« ein Referenzdesign für einen On-Board-Charger mit dreiphasigem Netzanschluss für 400 V und einer Anschlussleistung von 11 kW entwickelt.

Bei der seriennahen Entwicklung wird besonderer Wert auf die Miniaturisierung gelegt. Schaltungstechnisch besteht der OBC aus einem Wien-Gleichrichter mit Leistungsfaktorkorrektur sowie einem nachgeschalteten DC/DC-Wandler und einer Gleichrichtung.

Das Konzept wird mit modernen Hochleistungsbauelementen und neuester Siliziumkarbid(SiC)-Technologie realisiert. Diskrete Hochleistungsbauelemente und die Gehäusetechnik der Leistungsmodule kommen von Vishay. Ungehäuste MOSFETs auf Siliziumkarbid-Basis steuert Bosch AE bei. Das Ergebnis ist ein kompaktes Ladegerät mit hoher Leistungsdichte und Effizienz. Der Gleichrichter mit Leistungsfaktorkorrektur ist für einen weiten

Eingangsspannungsbereich geeignet. Sein Einsatz erleichtert auch die Einhaltung von Netzrückwirkungsanforderungen wie EMV und Blindleistung.

Der DC/DC-Wandler ist als galvanisch getrennter Resonanzwandler mit 500 V Sekundärspannung und Schaltfrequenzen im Bereich von 150 kHz bis 250 kHz ausgeführt. Schlüsselkomponenten sind hierbei sowohl die Übertrager als auch die Resonanzkondensatoren. Die Verluste beider Bauelemente beeinflussen maßgeblich den Gesamtwirkungsgrad des Wandlers.

*Neue Bauelemente ermöglichen Miniaturisierung*

Das Design verwendet die neuen SiC-MOSFETs der 750-V-Spannungsklasse von Bosch AE. Vishay integriert die Dies aus Siliziumkarbid

in seine Leistungsmodule der Bauform Emipak 2B (Bild). Die SiC-MOSFETs besitzen niedrige Einschaltwiderstände und ermöglichen hohe Schaltfrequenzen. Gleichzeitig sind ihre Schaltverluste gering. Aufgrund der hohen Arbeitsfrequenz können kleine Induktivitäten und Kapazitäten verwendet werden. Dies ermöglicht kleinere Drosseln, kleinere Übertrager und kleinere Kondensatoren, wie sie im Netzfilter oder im Resonanzkreis benötigt werden. Damit tragen die MOSFETs wesentlich zur Reduzierung des benötigten Bauvolumens bei.

Die Leistungsmodule im Emipak-2B-Gehäuse unterstützen die Miniaturisierung weiter. Sie bieten eine hohe Leistungsdichte, sind robust und felderprobt. Ihre Einpresskontakte gewährleisten eine sichere und langlebige Verbindung zur Leiterplatte. Zudem lassen sie sich im Fertigungsprozess des Endprodukts einfach und kostengünstig verarbeiten.



Die Integration der Leistungshalbleiter in ein Gehäuse sorgt für geringen Platzbedarf bei hervorragender Wärmeableitung. Die Grundplatte des Emipak 2B kann einfach, z. B. mit einer wassergekühlten Wärmesenke, im Fahrzeug verbunden werden.

Nach der DC/DC-Wandlung sorgt ein asynchroner Gleichrichter aus SiC-Dioden für die Gleichrichtung der Spannung. Infineon ist ein weiterer Partner und liefert den Mikrocontroller und die Gate-Treiber.

*In kürzerer Zeit  
zur Neuentwicklung*

Die Automotive Business Unit von Rutronik und ihre Partner freuen sich über einen Schaltungsentwurf, der neue Ideen liefert und den Wissenstransfer erleichtert. Der Entwicklungsprozess des Kunden wird durch die umfangreiche Dokumentation und den Support von Rutronik erleichtert und beschleunigt. Dazu gehören Schaltpläne und Stücklisten (BOM), die kostenlos zur Verfügung gestellt werden. Darüber hinaus kann der Kunde das Design an seine Bedürfnisse anpassen. So können Entwicklerinnen und Entwickler maßgeschneiderte Produkte für unterschiedliche Anwendungen erstellen. ■



- For Electric and Hybrid Electric Vehicle Applications:
- Brushless DC (BLDC) and permanent-magnet synchronous motor (PMSM) commutation in a safety-relevant environment
  - Electric brake booster
  - Electromechanical brake (EMB)
  - Clutch and transmission actuators
  - Starter/generator systems
  - Electric pumps
  - Electric valves



## HAL 302x

### Fast 2D Hall-Effect Position Sensor Family

The HAL 302x hall-effect position sensor family was designed to excel in demanding automotive and industrial environments. Engineered with precision and reliability at the forefront, these sensors offer a dependable solution for precise motor position sensing. HAL 3020 and HAL 3021 feature:

- ◆ High-speed 360° angle measurement
- ◆ Robustness against magnetic stray-fields
- ◆ ASIL C ready for ISO 26262 compliance
- ◆ EMC robust analog output signals
- ◆ On-chip calibration and safety monitoring
- ◆ Wide magnetic-field range

Want to know more on our position sensor solutions for Automotive and Industrial applications?

Explore [www.micronas.tdk.com](http://www.micronas.tdk.com) for more details.





Referenzdesign für Mikromobilität mit 48-V-Traktionsumrichter

# Für die Mobilität von morgen

*Traktionswechselrichter sind entscheidend für die Leistungsfähigkeit und Effizienz moderner elektrischer und hybrider Antriebsstränge.*

*Gerade für den immer populärer werdenden Markt der Mikromobilität müssen sie besondere Anforderungen hinsichtlich Größe, Gewicht, Effizienz und Kosten erfüllen.*

VON RAHUL NAIK, FIELD APPLICATION ENGINEER IN DER AUTOMOTIVE BUSINESS UNIT (ABU) BEI RUTRONIK

**M**ikromobilität bezieht sich auf leichte, oft elektrisch betriebene Verkehrsmittel, die für kurze Strecken im städtischen Umfeld konzipiert sind. Beispiele hierfür sind Elektroroller, Elektrofahräder und Elektro-Skateboards. Aufgrund ihrer Effizienz, ihres Komforts und ihrer Umweltfreundlichkeit haben diese Mobilitätsvarianten an Beliebtheit gewonnen – insbesondere für Strecken, die zu kurz sind, um mit herkömmlichen Fahrzeugen zurückgelegt zu werden, aber zu lang, um bequem zu Fuß zu gehen. Eine Schlüsselkomponente im Antriebssystem von Elektrofahrzeugen ist der Traktionswechselrichter. Er wandelt den Gleichstrom (DC) aus der Fahrzeugbatterie in Wechselstrom (AC) um, der den Elektromotor zum Antrieb der Räder versorgt. Weiterhin steuert der Traktionswechselrichter den Stromfluss von der Batterie zum Motor und regelt Geschwindigkeit, Drehmoment und regeneratives Bremsen. Er ist entscheidend für die Gesamtleistung, den Wirkungsgrad und das Ansprechverhalten des Fahrzeugs.

müssen kompakt und leicht sein und den Leistungsbedarf der kleinen Elektromotoren effizient steuern. Technologische Fortschritte haben die Entwicklung von Traktionswechselrichtern vorangetrieben und zu kleineren, leichteren und effizienteren Designs geführt. Traditionell werden für die Leistungsumwandlung bipolare Traktionsumrichter mit isolierter Steuerelektrode (IGBTs) auf Si-Basis verwendet. Der Einsatz von Halbleitern mit breiter Bandlücke bietet Verbesserungen in Bezug auf Wirkungsgrad und thermisches Verhalten: Moderne Materialien wie Siliziumkarbid (SiC) und Galliumnitrid (GaN) ermöglichen höhere Schaltfrequenzen, geringere Leistungsverluste und eine höhere Leistungsdichte. Darüber hinaus sind effiziente Kühlmethoden erforderlich, um eine optimale Leistung und Zuverlässigkeit unter den anspruchsvollen Betriebsbedingungen zu gewährleisten. Die Herausforderung, die im Betrieb entstehende Wärme abzuführen, wurde durch Fortschritte im Wärmemanagement gelöst.

*Leicht, kompakt und kosteneffizient*

*Im Team zum Referenzdesign*

Die Mikromobilität stellt besondere Anforderungen an die Traktionswechselrichter – sie

Gemeinsam mit dem Partner Vishay hat die Automotive Business Unit von Rutronik einen

Bilder: Vishay



Bild 1: Prototyp des Traktionswechselrichters

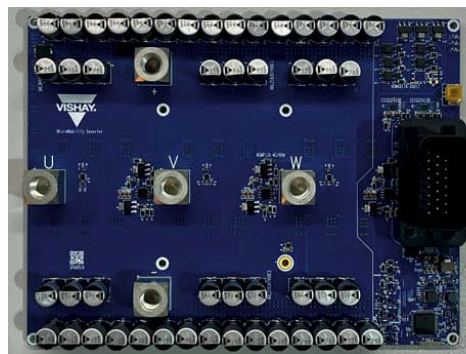
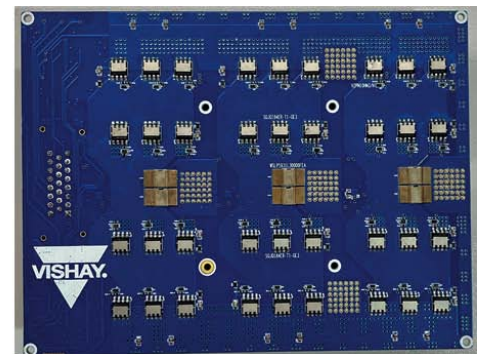


Bild 2: Leiterplatte des Traktionswechselrichters. Oberseite mit den Zwischenkreiskondensatoren vom Typ MAL218397998E3 (links). Die oberflächengekühlten MOSFETs befinden sich auf der Unterseite der Platine. In der Mitte befinden sich die Stromshunt-Widerstände vom Typ WSLP5931 (rechts).





Typ / Serie	Beschreibung	Eigenschaften	Vorteile
SQJQ184ER	TrenchFET Automotive-N-Kanal-MOSFET	80 V, niedriger $R_{DS(on)}$ , niedriger $R_{th(jc)}$ , Top-Side-Kühlung, AEC-Q101	Automotive-Qualität, geringe Verlustleistung, direkte Entwärmung von der Oberseite, keine Wärmeableitung durch die PCB erforderlich, einfaches Leiterplattenmaterial, weniger Vias
WSLP5931, Power Metal Strip	Shunt-Widerstand	AEC-Q200, niedriger TCR (Temperature Coefficient of Resistance), niedrige Thermospannung	Automotive-Qualität, direktes Messprinzip mit linearer Übertragungsfunktion, unempfindlich gegen magnetische Streufelder, keine Sättigungseffekte bei/nach Überstrom
SiPQ32433B	eFuse-IC mit einstellbarer und präziser Überstrombegrenzung	AEC-Q100, kurze Ansprechzeit, einstellbare Einschaltflanke	Automotive-Qualität, rücksetzbare Sicherung, schnelle Auslösecharakteristik schützt Spannungsquelle und elektronische Lasten
183CPHT	Hybrid-Polymer-Aluminium-Kondensator	AEC-Q, 125 °C, Vibrationsfestigkeit bis 30 G, niedriger ESR	Automotive-Qualität, geeignet für raue Umgebungen, geringe Eigenerwärmung, SMD-bestückbar
VOMA617A	Optokoppler mit Phototransistorausgang	AEC-Q101, hohe Strombelastbarkeit, kleines Flachgehäuse, 3750 V RMS Isolationsspannung	Automotive-Qualität, direkte Ansteuerung durch Mikrocontroller möglich, geringer Platzbedarf auf der Leiterplatte

Eigenschaften und Vorteile der für das Referenzdesign verwendeten Komponenten

Traktionsumrichter entwickelt, der den Anforderungen der 48-V-Mikromobilität gerecht wird (Bild 1). Ein entscheidender Schritt war dabei die Auswahl der richtigen Komponenten. Neben den aktuellen Marktanforderungen impliziert der Begriff »Mikro« auch Anforderungen an die Baugröße. Neben dem Parameter Bauraum wurden bei der Auswahl der Bauteile unter anderem die Parameter Kompatibilität, Wärmeableitung, mechanische Belastung sowie der Lebenszyklus der Komponenten berücksichtigt.

Das Ergebnis ist die beispielhafte Realisierung eines universellen Traktionsumrichters für 48-V-Bordnetze für Antriebsstränge in leichten Elektrofahrzeugen der Klassen L7e (vierrädrige Fahrzeuge mit einer maximalen Nutzleistung von 15 kW und einer Höchstgeschwindigkeit von mehr als 45 km/h) und darunter.

Das Referenzdesign basiert auf modernsten Hochleistungsbauelementen wie Leistungs-MOSFETs, TVS-Dioden, Schaltdioden und

Gleichrichtern, Kondensatoren, Widerständen, NTC- und PTC-Thermistoren sowie Eingangsfiltern (Induktivitäten und EMI-Filter). Der 48-V-Traktionsumrichter hat eine Dauerleistung von 10 kW und eine Spitzenleistung von 15 kW. Das Single-PCB-Design reduziert die Komplexität des Systems.

Das Referenzdesign demonstriert den Schaltungsaufbau (Bild 2) und die Eignung der ausgewählten Komponenten für die Anwendung (Tabelle). Auf diese Weise bietet es einen Leit-

Anzeige



## Conductive Polymer Hybrid Aluminum Electrolytic Capacitor

### Features

- Excellent ripple characteristics
- Very low ESR
- Excellent low temperature characteristics (-55°C)
- Resolving the risk of short (dielectric self-restore function)

### Applications

- Automotive
  - Engine Control Unit
  - HVAC
  - Electric pump controller
  - DC-DC converter
- Communication equipment
  - 5G repeaters
- Household appliances
  - Vacuum cleaner (BLDC motor)
  - TV SMPS
- Medical devices



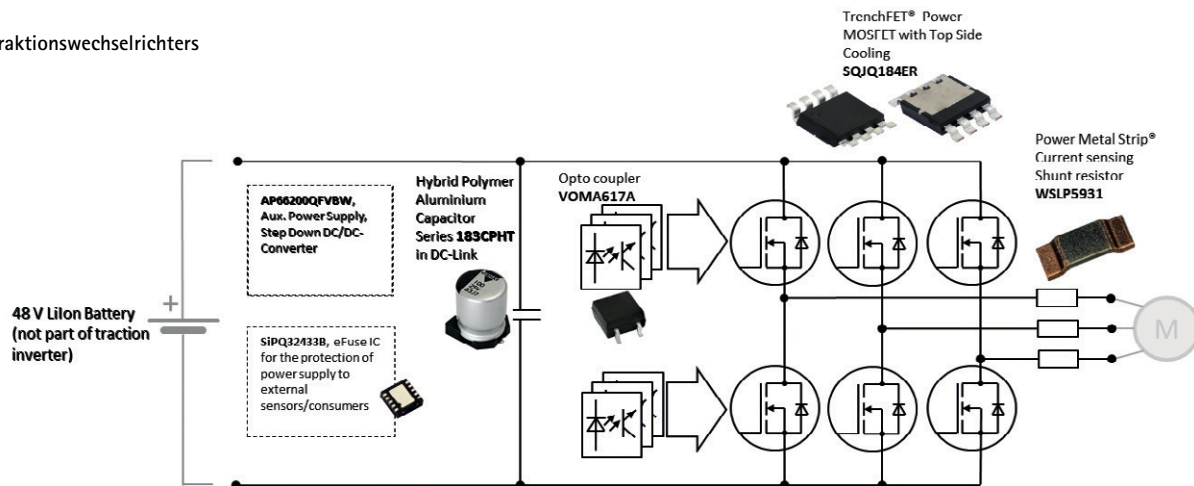
Please scan this QR Code for more information.

[www.samwha.co.kr/electric\\_eng](http://www.samwha.co.kr/electric_eng) | [europe@samwha.com](mailto:europe@samwha.com)





Bild 3:  
Aufbau des Traktionswechselrichters



faden für die Auswahl von Komponenten bei der Entwicklung eines ähnlichen Ladegeräts durch den Kunden.

*Traktionswechselrichter  
bietet neue Chancen*

Die Auswirkungen der Technologie der Traktionswechselrichter gehen über das einzelne Fahrzeug hinaus und beeinflussen die gesamt-

te Landschaft der Elektromobilität. Mit zunehmender Verbreitung von Elektrofahrzeugen werden Skaleneffekte und technologische Innovationen die Kosten für Traktionsumrichter senken und den Zugang zu elektrischen Antrieben für Verbraucherinnen und Verbraucher erleichtern. Gleichzeitig steigt die Nachfrage nach spezialisierten Traktionsumrichtern, die den spezifischen Anforderungen von Mikromobilitätsfahrzeugen in Bezug auf Größe, Gewicht, Effizienz und Kosten gerecht werden

und die für den Stadtverkehr erforderliche Leistung und Zuverlässigkeit bieten. Darüber hinaus hält die Elektrifizierung des Verkehrs Möglichkeiten für die Netzintegration und das Nachfragemanagement offen. Mithilfe bidirektionaler Ladefunktionen, die durch Traktionsumrichter ermöglicht werden, können Elektrofahrzeuge als mobile Energiespeicher dienen, die in Zeiten der Spitzenlast in das Netz zurückspeisen oder in Notfällen als Reservequelle für Energie dienen können. ■

**Impressum**

Redaktion:  
Andreas Mangler – Rutronik, Director Strategic Marketing und Prokurist (Redaktionsleitung, verantwortlich für den Inhalt), Tel. +49 7231 801 0  
Markus Krieg – Rutronik, Chief Marketing Officer  
Dr. Anna-Lena Gutberlet – freie Fachjournalistin  
Dr. Alena Kirchenbauer – Rutronik, Team Leader International Communication

Anzeigenleitung: Ipek Baskurt – Rutronik, Communication Designer  
Schlussredaktion: Achim Grolman, Markt&Technik  
Layout und Design: Wolfgang Bachmaier, Markt&Technik; Alexander Zach, Markt&Technik

Druck: Vogel Druck und Medienservice GmbH, Leibnizstr 5, 97204 Höchberg

Herausgeber und Anschrift: Rutronik Elektronische Bauelemente GmbH, Industriestr. 2, 75228 Ispringen, Tel. +49 7231 801 0, Fax +49 7231 82282

Urheberrecht: Alle in „Rutroniker, powered by Markt&Technik“ erschienenen Beiträge sind urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte, auch an 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 beschriebenen Lösungen oder verwendeten Bezeichnungen 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: 21.000 (deutsch) + 5.000 (englisch)

Besonderer Dank:  
Alexander Marder – Rutronik, Junior International Content Marketing Manager  
Achim Grolman, Markt&Technik  
Christian Stadler, Markt&Technik

**Inserentenverzeichnis**

Adam Tech .....	57
Apacer Technology B.V. ....	76
Eaton Electrical Products Ltd .....	56
FCL Components Europe B.V. ....	51
Gowin .....	41
INFINEON Technologies AG .....	84
INTEL Corporation (UK) LTD .....	42–43
JAE Europe Ltd. ....	37, 63
Kioxia Europe GmbH .....	83
Kitagawa .....	54
Kontron Europe GmbH .....	9, 45
Littelfuse Europe GmbH .....	69
Lumberg Connect GmbH .....	77
Molex Interconnect GmbH .....	3, 7, 11
MPE Garry .....	53
Nordic Semiconductor ASA .....	2
Omron Electronic Components Europe B.V. ....	71
Powertip .....	29
RECOM Power GmbH .....	65
ROHM Semiconductor GmbH .....	28
Samwha .....	81
Sauro .....	33
Schurter .....	75
Su'scon .....	49
TDK - Micronas GmbH .....	79
Transcend Information Trading GmbH .....	59
TRUH GmbH .....	23
Vishay Europe Sales GmbH .....	31
Yageo Corporation .....	67





# KIOXIA

## KIOXIA – Memory Maker

Making Industrial Data storage more Reliable



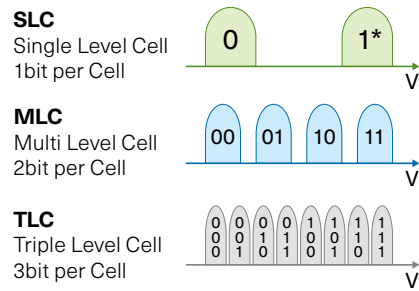
### SLC NAND – High Endurance

KIOXIA's SLC NAND flash memory provides best in class endurance and data retention for sensitive or frequently used data, especially for long lasting products or systems working with extremely high data throughput between the host and the memory.

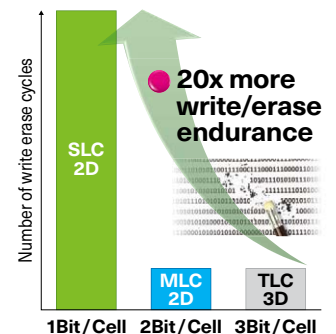
**Applications:**

- Industrial Applications
- Consumer Electronics
- Multimedia Applications
- Smart Metering & Intelligent Lighting
- Smart Applications

Based on the „one bit per cell“-structure, SLC NAND can resist a significant higher number of write erase stress during lifetime than any MLC/TLC based product. This enables the system designer to develop a long lasting and extreme reliable storage solution even in challenging environments or use case scenarios.



\* The binary assignment is individual set by each vendor



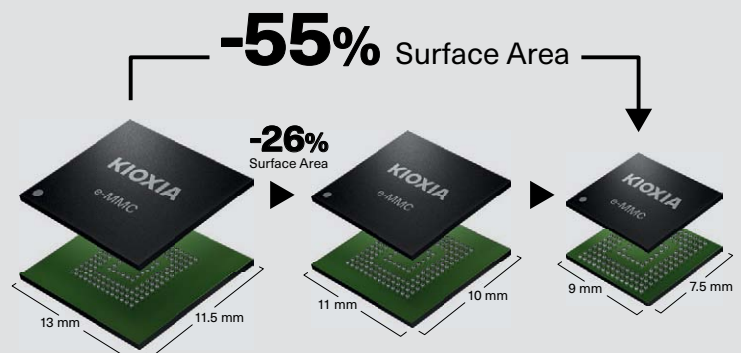
### e-MMC – High Efficiency

KIOXIA's e-MMC is a highly efficient NAND flash memory with an integrated controller for enhanced memory management. Based on an interface standardized by JEDEC, KIOXIA e-MMC offers the optimal solution for applications where higher data volumes need to be stored in an efficient way. Standard and extended temperature range of up to 105°C.

**Applications:**

- Industrial Applications
- Consumer Electronics
- Multimedia Applications
- Smart Metering & Intelligent Lighting
- Smart Applications

**4GB e-MMC available in 3 package sizes with same ball arrangement**



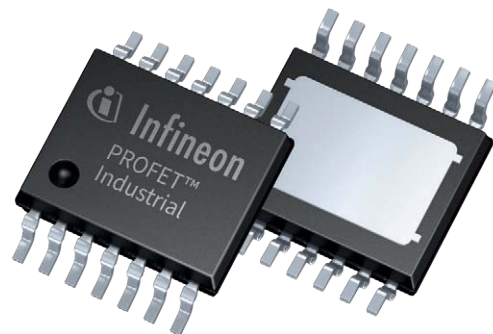


# Choose the correct High-Side Switch for your Industrial application

Smart Switches play a critical role in designing an industrial application, serving as fundamental components for controlling, monitoring, and safeguarding equipment and processes.

**Infineon Industrial PROFET™ smart high-side switches are according to JEDEC JESD47J and were designed for all types of resistive, inductive, and capacitive loads.**

- Supply voltage up to 60 V
- Adjustable current limitation with external resistor
- Discharge functionality for faster load discharge
- Digital Diagnostic via status pin
- Broad portfolio to cover wide output current range
- Single/dual/quad channel



Feature set varies with product type.



Learn more  
[www.rutronik.com/Infineon/ee-architecture](http://www.rutronik.com/Infineon/ee-architecture)

