

01/2018  
www.iot-design.de

TeDo Verlag GmbH  
Januar  
€ 7,80

Sicher vom Sensor in die Cloud

# IoT DESIGN

Smarte Systeme für das Internet of Things

Was kann  
der Raspi?



 Portwell

## Zuverlässige Hardware

Passend für Ihre Cloud

[www.portwell.eu](http://www.portwell.eu)



## Embedded World 2018

Vorbericht und  
Neuheiten

## Sicherer Code

Mit diesen  
fünf Tipps sichere  
Software entwickeln

**LPWAN**  
Sigfox  
Device  
Engineering

## Design-Trick

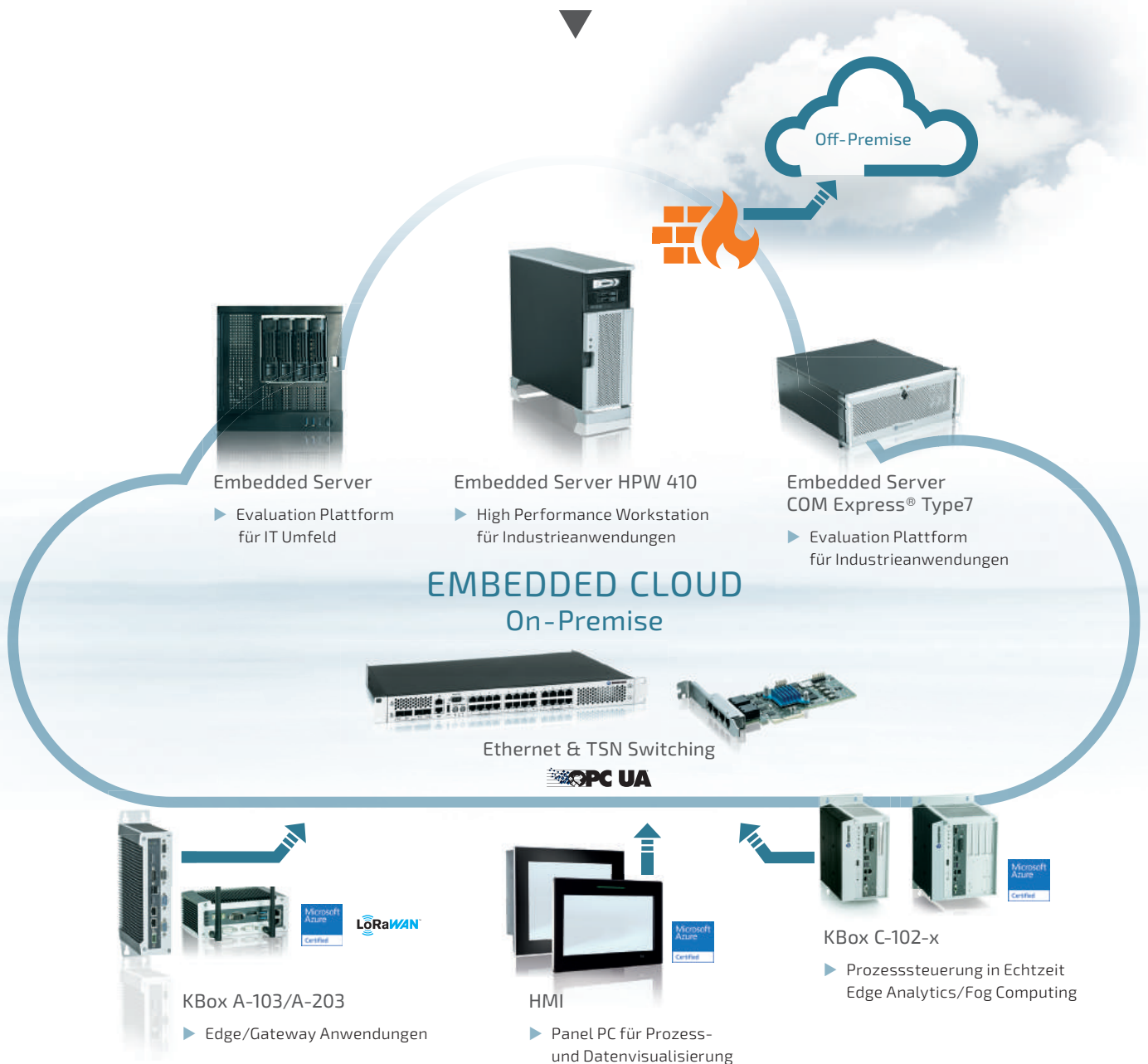
Wie man Leistungsbudgets in  
SoC-Designs einhält

## Robuste Gehäuselösung für 5G-Antennen



# INDUSTRIE 4.0 / IIOT EDGE TO FOG TO CLOUD

TSN & OPC UA ENABLED



Embedded Cloud

Embedded Software

Embedded Systems

Embedded Boards & Modules

Embedded ODM Services

Embedded World 2018, Nürnberg  
Besuchen Sie uns in Halle 1, Stand 478

# Embedded Goes Autonomous

Die Leistungsfähigkeit von Prozessoren ist so stark angewachsen, dass neue Technologien wie maschinelles Lernen und künstliche Intelligenz möglich werden. So entstehen völlig neue Systeme, die eigenständig die Umgebung wahrnehmen, daraus Schlüsse ziehen und Entscheidungen treffen. Die embedded world Conference im Rahmen der embedded world 2018 (27.2. bis 1.3.) reflektiert diesen Trend mit dem Motto 'Embedded Goes Autonomous'. Neben einem eigenen Konferenzschwerpunkt zu diesem Thema ist auch Embedded Vision stark mit Autonomieanwendungen verknüpft: Man denke nur an autonomes Fahren oder die bildgebende Diagnostik in der Medizin. Insgesamt gliedert sich das Programm in sieben Konferenzcluster: Internet of Things, Embedded Vision, Autonomous Systems, Security & Safety, Embedded OS, Hardware Engineering und Software & Systems Engineering.

Höhepunkte des Tages sind die beiden Keynotes am ersten und zweiten Konferenztag. Hierfür konnten zwei renommierte Branchenexperten gewonnen werden: Mark Papermaster, CTO von AMD, und Andrea Martin, IBM DACH CTO & IBM Global Markets Technical Executive. Mark Papermaster spricht am ersten Tag, den 27. Februar, über 'Evolving embedded systems in a self-directed world'. Dabei wird er aufzeigen, welche Technologien schon bald wirklich intelligente Systeme ermöglichen werden. Dadurch ändert sich die Art, wie Embedded-Systeme entwickelt und aufgesetzt werden. Hierbei kommt es auf die passende Wahl der Prozessorarchitektur und der Programmiermodelle an, um erfolgreiche Lösungen für intelligente Systeme zu generieren. Andrea Martin hält am zweiten Konferenztag die Keynote 'Industry Solutions with the Internet of Things'. Sie wird darstellen, wie das IoT die IT- und Industrielandschaften verän-

dert und dies mit Anwendungsbeispielen veranschaulichen. In solchen Lösungen wirken Edge Computing, die Cloud und populäre APIs zusammen. Aus ihren Einblicken in das Watson IoT Center von IBM wird sie verraten, welche Entwicklungen in naher Zukunft zu erwarten sind.



Mit unserem Vorbericht ab Seite 9 wollen wir Sie auf eine erfolgreiche embedded world 2018 einstimmen.

Ich wünsche Ihnen eine informative Lektüre,

Clara L. Josuttis  
Redakteurin IoT-Design

Anzeige



embedded world Halle 3 Stand 247



**REDEXPERT.** Die einzigartige Online-Plattform von Würth Elektronik zur Auswahl elektronischer und elektromechanischer Bauelemente.  
[www.we-online.de/redexpert](http://www.we-online.de/redexpert)

- Weltweit genauestes AC-Verlustmodell für Speicherinduktivitäten
- Filtermöglichkeit für über 20 elektrische und mechanische Merkmale
- Simulation der Induktivität im DC/DC-Wandler
- Vergleichbarkeit anhand interaktiver Messkurven (Induktivität/Strom und Erwärmung/DC-Strom)
- Verfügbar in sieben Sprachen
- Messwertbasierte Online-Plattform
- Kein Login notwendig
- Integrierte kostenlose Musterbestellung
- Direkter Zugriff auf Produktdatenblatt

**#REDEXPERT**  
*WE speed up  
the future*

Bild: Real-Time Innovations Inc.



## Neuheiten

**6** Die IoT-Highlights zur embedded world 2018 als Vorbereitung für Ihren Messe-Besuch.



Bild: Siemens PLM Software

## PLM-Software

**28** Denstply Sirona nutzt eine Software, um alle Phasen in der Produktentwicklung miteinander zu verbinden.



Bild: psmtec GmbH

## IPCs in Spielautomaten

**18** Wie kundenspezifische IPCs für zuverlässigen Gamingspaß sorgen

Bild: Bopla Gehäuse Systeme GmbH



## Antennengehäuse

**36** 5G findet Einsatz im Bergbau. Wie lassen sich die Antennen unter Tage schützen?



# IoT MUST HAVES



## 10" Panel-PC

Mit dem Modell IOBA-10F-AD bietet Comp-Mall einen leistungsstarken 10" Panel-PC mit modernen Kommunikationsfunktionen, elegantem Design und robuster Bauweise. Der Panel-PC basiert auf der Freescale i.MX6 Cortex-A9 CPU und Android 5.1. Eine Besonderheit sind die sechs 4-poligen IoT Sensor Stecker an der Rückseite. Diese bieten eine kostengünstige und einfache Lösung ohne Design-Risiken zum Anschluß externer Signalgeber. Es ergeben sich dadurch kürzere Realisierungszeiten mit ausgereiften Lösungen zu geringen Kosten. Das 10.1" 1280x800LCD, 300cd/m2 Helligkeit, PCAP Touchscreen ist eben und nahezu rahmenlos. Das Display lässt sich einfach reinigen, ist lüfterlos und besitzt eine kratzfeste Oberfläche.

[www.comp-mall.de](http://www.comp-mall.de)

 Halle 1  
Stand 402

## Bis 2030 verfügbar

Die efus COM Produktfamilie von F&S Elektronik Systeme wird mit der efus A7UL erweitert. Verwendet wird eine NXP i.MX 6ULL ARM Cortex-A7 CPU mit bis zu 900MHz. Es stehen bis zu 1GB DDR3L RAM, 512MB SLC NAND Flash und 32GB eMMC, sowie 2xEthernet (10/100Mbit), 2xUSB, 2xCAN und bis zu 4xI2C, 4xSPI, 6xUART, 2xSD-Card und I2S für Audio zur Verfügung. Als Displayschnittstelle steht die digitale RGB Schnittstelle (18/24Bit) oder auch optional eine LVDS Schnittstelle (18Bit) zur Verfügung. Ein resistiver bzw. PCAP Touchpanel wird über I2C angeschlossen. Beim efus Standard wurde die Pinbelegung des Steckverbinders so gewählt, dass sich auf dem Basisboard keine Signalleitungen zu den nach außen führenden Steckverbindern kreuzen und eine vierlagige Leiterplatte ausreicht (EasyLayout). Damit sind die Kosten für das Baseboard gering und es werden sehr gute EMV Werte erreicht. Die Spannungsversorgung der efus erfolgt über 5V, die Leistungsaufnahme der efus A7UL liegt bei etwa 1W.

[www.fs-net.de](http://www.fs-net.de)

 Halle 3A  
Stand 338

## Embedded Power

Hy-Line Power Components zeigt galvanisch getrennte, bidirektionale Schnittstellenbausteine mit über 8mm Kriechstrecke, bis zu 6kV Isolationsspannung und VDE-Zertifizierung sowie auch im QSOP-SMD-Gehäuse für hohe Datenraten bis zu 150MBit/s sowie unterschiedlichen Bussen wie CAN, RS485, RS422 oder Profibus. Neue, besonders sparsame Modelle kommen mit wenigen mA Versorgungsstrom bei 3,3 bzw. 5V aus. Weitere Schwerpunkte sind Stromversorgungslösungen speziell für Embedded-Anwendungen wie AC/DC- und DC/DC-Wandler von 0,25 bis 2400W, auch bidirektional und in SMD-Ausführung, SMD-MOSFETs und SMD-LDOs, Ultrakondensatoren für wartungsfreie Speichersicherung mit bis zu 3V pro Zelle oder als Module für höhere Spannungen. Hinzu kommen On-Board-USVs sowie moderne Induktivitäten auch in SMD-Ausführung.

[www.hy-line.de/power](http://www.hy-line.de/power)

 Halle 1  
Stand 170

Bild: Hy-Line Computer Components  
Vertriebs GmbH



28. Februar 2018  
10:00 Uhr  
Aussteller-Forum, Halle 4, Stand 4-428

# 'Safe for the Future'

Bei der **Podiumsdiskussion** 'Safe for the Future' im Rahmen der **embedded world**, dreht sich alles rund um die Security von Embedded-Systemen und der Absicherung von Rechnern und Kommunikationskanälen. Zentrales Thema ist der **Schutz vernetzter eingebetteter Systeme im Internet der Dinge**. Im Fokus stehen dieses Mal die Maßnahmen für den Schutz **kritischer Infrastrukturen**, was kritische Infrastrukturen und Anwendungen sind, und welche Maßnahmen für vermeintlich unkritische Anwendungen übernommen werden können.

„**S**afe for the Future hat sich bereits als festes Element innerhalb der embedded world etabliert. Wir freuen uns sehr, dass wir auch für 2018 bei der dritten Ausgabe erneut eine mit renommierten Experten besetzte Diskussionsrunde bieten können. Es wird sicherlich wieder spannend sein, die Statements der Experten rund um das Thema Sicherheit von Embedded-Systemen zu hören.“, so Benedikt Weyerer, Executive Director embedded world, Nürnberg Messe.

„Schwerpunkt der Veranstaltung ist der Schutz vernetzter eingebetteter Systeme in das Internet der Dinge“, so Weyerer weiter. Fest zugesagt haben bereits:

- Thomas Rosteck, Division President Chip Card & Security, Infineon. Rosteck ist seit 2016 Leiter des Geschäftsbereichs Embedded Security Solutions der Infineon Technologies AG,
- Prof. Dr. Michael Waidner, Leiter des Fraunhofer-Instituts für Sichere Informationstechno-

logie (SIT) in Darmstadt und Birlinghoven und Prof. Dr.-Ing. Axel Sikora, Mitglied des Steering Board der embedded world Conference und wissenschaftlicher Leiter des Instituts für verlässliche Embedded Systems und Kommunikationselektronik an der Hochschule Offenburg. Sikora wird die Veranstaltung moderieren.

Für die Veranstaltung ist eine Anmeldung erforderlich: [www.embedded-world.de/safe-forthe-future](http://www.embedded-world.de/safe-forthe-future). (clj) ■

— Anzeige —



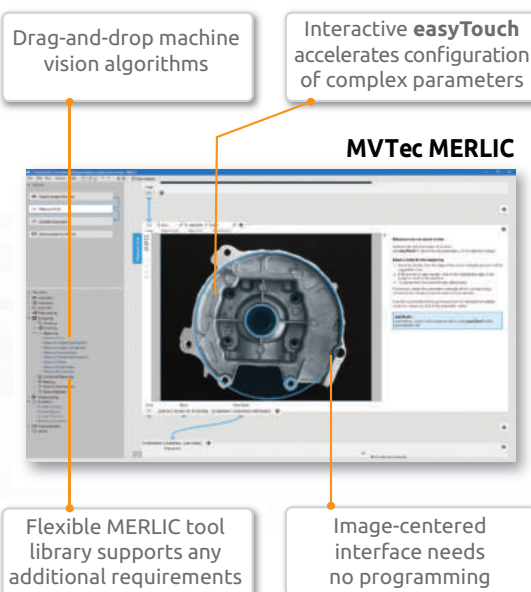
## 3-Minute Vision Application Development With Ready-to-go Smart Camera



### Ready-to-Go Smart Camera

#### NEON-1021-M

- Quad core Intel® Atom™ E3845 1.9 GHz processor
- MERLIC Inside from MVtec which requires no dongle or other software
- DI/O control by MERLIC
- 2MP 60 fps monochrome global shutter CMOS sensors
- Superior EMVA 1288-verified image quality



# Sicher vernetzen

Infoteam Software zeigt das ganzheitliche und komponentenweise vor-zertifizierte iFSC-Konzept (Infoteam Functional Safety Control Concept) für die Entwicklung funktional sicherer IoT-Systeme. Es fördert eine schnellere Time-to-Market bei gleichzeitiger Investitionssicherheit und setzt sich u.a. zusammen aus dem nach IEC61508:SIL3 TÜV-zertifizierten Prozessleitfaden iFSM (Infoteam Functional Safety Management), sicheren Systemkomponenten sowie FlexiSafe, einem IEC61131-3-Entwicklungswerkzeug. Gleichzeitig erlaubt es unter Berücksichtigung der IEC61508, komplexe Softwareentwicklungen auf definierte agile Einzelprojekte aufzuteilen. Für den Einsatz funktional sicherer Systeme im IoT-Umfeld ermöglicht das konzeptionelle Vorgehen bereits während der Entwicklung die effiziente Betrachtung der IT-Security nach ISO27043. So lassen sich alle Sicherheitsprozesse für Software in einer frühen Phase im Projekt steuern und effizient umsetzen.

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

 Halle 4  
Stand 549

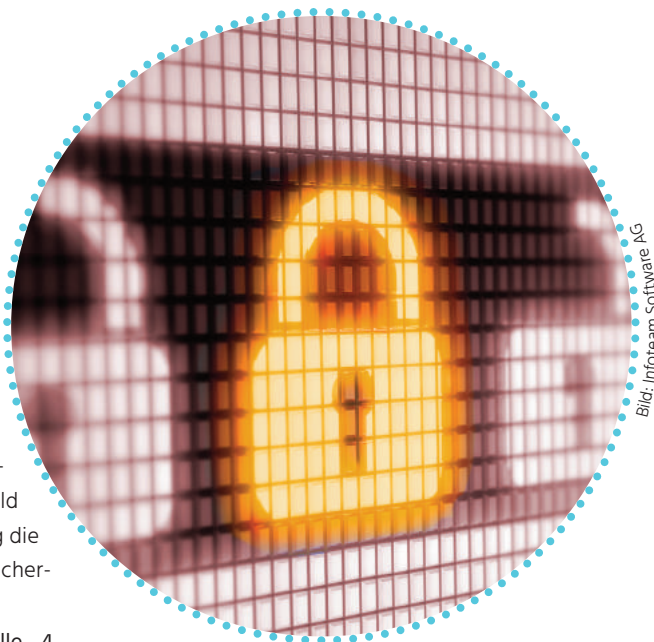


Bild: Infoteam Software AG



Bild: Demmel Products gmbh

## Java Display Computing

Demmel Products zeigt seine iLCD-Produktlinie mit den in Java programmierbaren intelligenten Displays. Features wie die on-board Java Virtual Machine (Java VM), kapazitive Module für vandalensichere Designs und die intuitive Entwicklungsumgebung iLCD Manager XE sorgen für eine umfassende Einsetzbarkeit der iLCDs als Mensch-Maschine-Schnittstelle.

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

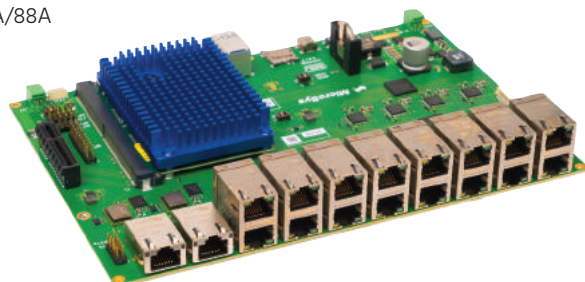
 Halle 1  
Stand 371

## Embedded Systeme mit TSN und Highspeed

Für die vielfältigen und zunehmenden Kommunikationsanforderungen industrieller Systemlösungen stellt Microsys eine komplette Familie Single Board Computer und Development Kits vor. Die Systeme unterstützen den Time Sensitive Networking-Standard für die zuverlässige Datenübertragung in Echtzeit über Ethernet. Zahlreiche high-speed Ethernet Interfaces stehen für die Anbindung traditioneller Netzwerke zur Verfügung. Auf den Boards sind dafür unter anderem 2x10Gbit, bis zu 5 konfigurierbare 1Gbit, 1xPCIe x4 Ports und 8x1Gbit TSN Interfaces vorgesehen. Die weitere I/O-Infrastruktur umfasst 2xUSB3.0, 1xSD-Card, UART, GPIO, I2C/SPI Schnittstellen und einen JTAG-Port für das Debugging. Die Basisboards entsprechen dem MicroSys MPX-2 System on Module Standard und sind damit für MPX SoMs mit NXP's QorIQ LS1043A/46A/88A und T1042 CPUs ausgelegt. Das breite I/O-Spektrum der Layerscape Architektur wurde auf Boardebene umgesetzt und bietet damit flexible Anbindung an die Peripherie gepaart mit hohem Datendurchsatz. Das Error Correction RAM Interface der LS10xx ARM CPUs ermöglicht auf Systemebene sichere Speicherdesigns, deshalb eignen sich die LSxxx ARM-basierten SoCs, gerade für sicherheitsgerichtete Anwendungsdomänen.

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

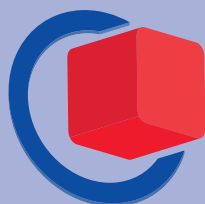
 Halle 4  
Stand 340



**2ew18P**  
E-Code für freien Eintritt  
➤ [embedded-world.de/gutschein](http://embedded-world.de/gutschein)

Nürnberg, Germany

**27.2. – 1.3.2018**



**embeddedworld**

Exhibition & Conference

... it's a smarter world

**INNOVATIONEN ENTDECKEN**

Tauchen Sie ein in die Welt der Embedded Systeme  
und entdecken Sie Innovationen für Ihren Erfolg.

➤ [embedded-world.de](http://embedded-world.de)

Medienpartner

**Markt & Technik**  
DIE UNABHÄNGIGE WOCHENZEITUNG FÜR ELEKTRONIK

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

**Elektronik**  
elektroniknet.de  
Fachmedium für industrielle Anwender und Entwickler

**Elektronik  
automotive**  
Fachmedium für professionelle Automobilelektronik

**Computer &  
AUTOMATION**  
Fachmedium der Automatisierungstechnik

**SmarterWorld**  
Solutions for a Smarter World

**MEDIZIN+elektronik**  
Fachmedium für Elektronik in der Medizintechnik

[computer-automation.de](http://computer-automation.de)

[elektroniknet.de](http://elektroniknet.de)

**MEDIZIN+UND-elektronik.DE**

Veranstalter Fachmesse

NürnbergMesse GmbH

T +49 9 11 86 06 - 49 12

F +49 9 11 86 06 - 49 13

[besucherservice@nuernbergmesse.de](mailto:besucherservice@nuernbergmesse.de)

Veranstalter Konferenzen

WEKA FACHMEDIEN GmbH

T +49 89 2 55 56 - 13 49

F +49 89 2 55 56 - 03 49

[info@embedded-world.eu](mailto:info@embedded-world.eu)

NÜRNBERG MESSE

# Von Funk bis Displays

Im Bereich Funk zeigt Endrich Bauelemente verschiedene Anwendungen zur Datenübertragung an die IBM Cloud Watson IoT über WiFi Module von Panasonic und LTE Module von Fibocom. Die Weiterleitung von Messdaten steht bei der Entwicklungsumgebung der LoRa Technologie von Aurel im Mittelpunkt. Außerdem wird im Bereich Bluetooth Low Energy eine Beacon Applikation, basierend auf den mandatory features von Bluetooth5.0, gezeigt. Zur Visualisierung von Messdaten werden bei den Displays und Embedded Systemen verschiedene Touch-Displays bis 32" sowie deren schnelle und sichere Integration mittels Embedded Boards zu sehen sein. Zudem werden neue i.MX6 basierende Touch-Display-Computer vorgestellt. Bei den  $\mu$ Controllern werden erstmals Motor Controller des neuen Partners PMD präsentiert. Ergänzt wird der Ausstellungsbereich durch Neu- und Weiterentwicklungen von Cortex-M4 und Cortex M3 Serien von GigaDevice.

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



Halle 1  
Stand 259



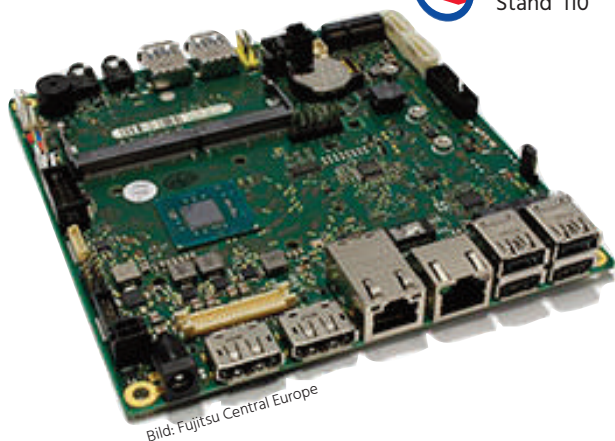
## Mainboards für 'Gemini Lake'

Fujitsu erweitert die Palette seiner Mainboards der Industrial Series um die zwei Modellreihen D3543-S und D3544-S. Beide sind für die neuen Low-Power-Prozessoren der 'Gemini Lake'-Plattform von Intel ausgelegt. Diese CPUs mit einer Thema Design Power von 10W sind als System on Chip (SoC) ausgelegt. Sie verfügen über eine integrierte Grafikeinheit mit einer Auflösung im UHD-Format (Ultra-High Definition). Beide Mainboard-Linien sind für anspruchsvolle Anwendungsbereiche konzipiert, in denen kompakte, leistungsstarke und hoch zuverlässige Komponenten gefragt sind. Dazu zählen beispielsweise Industrie-PCs, Digital-Signage-Komponenten und Systeme in der Medizintechnik. Für Systeme, die Mainboards im Format Mini-ITX (170x170mm) benötigen, ist die Reihe Fujitsu D3543-S ausgelegt. Zur Wahl stehen die Celeron-CPU's J4005 mit zwei Rechenkernen und bis zu 2,7GHz Taktfrequenz sowie der J4105 (vier Cores; bis 2,5GHz).

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



Halle 2  
Stand 110



## Konnektivitäts- und Securitysoftware

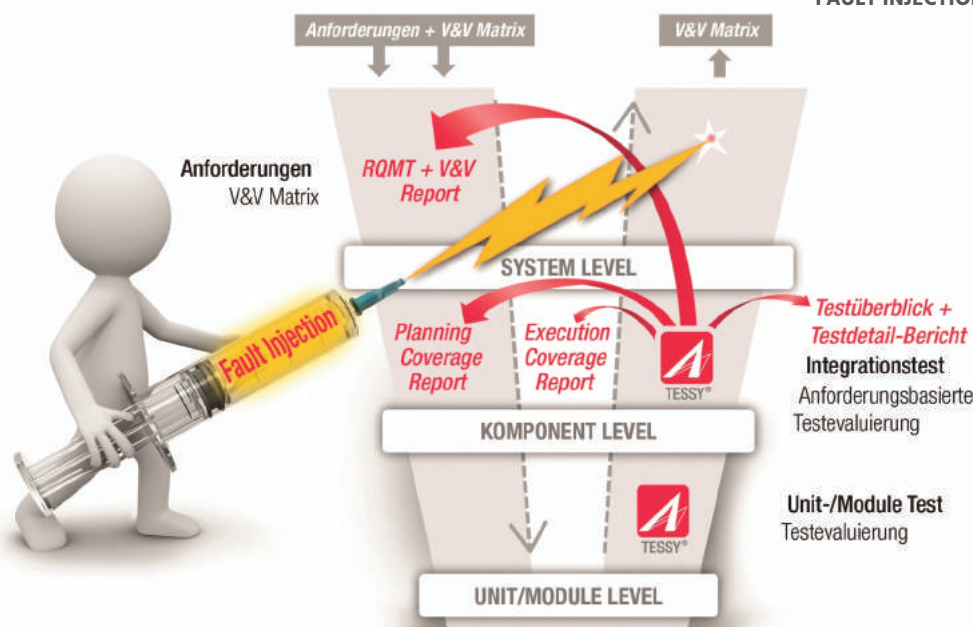
Real-Time Innovations (RTI) legt seinen Messefokus auf die neue Version der Konnektivitätsplattform für Echtzeitanwendungen, Connex DDS 5.3, sowie auf die Security-Erweiterung Connex DDS Secure. Anwendungen von RTI Connex DDS 5.3 umfassen das Industrielle Internet der Dinge, unter anderem vernetzte Medizingeräte und Krankenhäuser im Gesundheitswesen, autonome Fahrzeuge im Transportwesen sowie Wasserkraft- und Microgrid-Systeme im Energiemarkt. All diese Systeme erfordern das Teilen von Daten über mehrere Netzwerke, von Edge über Fog bis zur Cloud. Damit Systemarchitekten diese Herausforderungen bewältigen können, hat RTI eine Konnektivitätssoftware entwickelt, die eine geschichtete Datenbus-Struktur implementiert und zugleich Interoperabilität sowie eine offene Architektur unterstützt.

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



Halle 4  
Stand 471





Halle 4  
Stand 434

THOMAS DIRSCH, Razorcat Development GmbH

tionen auch die internen Sicherheitsvorkehrungen in der Software testen. Durch Anwenden von normgerechten Messmethoden wird bereits ein hohes Maß an Testqualität und damit eine hohe Statement Coverage der getesteten Funktion erreicht. Bei hoch-sicherheitskritischem Code lässt sich damit aber immer noch keine 100-prozentige Anweisungsüberdeckung erzielen. Denn Sicherheitsfunktionen wie Diversität und Anwendung von defensiven Programmiertechniken können nur durch Herbeiführen einer entsprechenden Fehlersituation vollständig getestet werden. Ferner wird bei schweren Fehlersituationen der sichere Zustand des Systems nur dadurch erreicht, dass das Programm in eine Endlosschleife läuft und darauf wartet, dass ein Watchdog anschlägt und das System in einen sicheren Modus überführt. Wird der Test auf dem Mikrocontroller ausgeführt, kann die Hardware nicht so einfach in jeden beliebigen Fehlerzustand versetzt werden, denn die Register der Peripherieeinheiten können nur entsprechend ihrer Hardware-Implementierung eingestellt werden. Folglich lassen sich auch in der Software nicht alle Fehlerzustände herstellen. Beim Einsatz eines Simulators wird je nach Leistungsumfang die Peripherie ebenso simuliert und es ergibt sich dieselbe Schwierigkeit wie beim Mikrocontroller-Test. Die Simulation der Peripherie kann zwar zu meist konfiguriert oder abgestellt werden, allerdings geht dann das Verhalten der Hardware verloren. So wird z.B. nach einem Schreibbefehl an die Peripherie ein Registerbit durch die Hardware gesetzt. Ohne Simulation liegen die Register der Peripherie in einem RAM-Speicher und verhalten sich nur noch wie eine Variable.

Abhilfe schaffen an dieser Stelle Techniken wie die Fehlerinjektion (Fault Injection): Dazu werden im Quellcode, z.B. mithilfe von Makros, Fehler in die Anwendung eingeschleust, um ihr Verhalten in diesem Fall zu testen.

In der Entwicklung wird die Fault Injection mit Sicht auf das System und die Systemanforderungen durchgeführt und ohne Berücksichtigung der inneren Sicherheitsvorkehrungen der Software. Eine unvollständige Anweisungsüberdeckung tritt damit erst bei der Entwicklung der Unit Tests auf. Diesen Mangel kann der Testingenieur erkennen und dann entsprechend die notwendigen Fehlerinjektionen implementieren. Die manuelle Fault Injection, z.B. mit Makros, hat den entscheidenden Nachteil, dass sie von Hand durchgeführt und verwaltet wird – und anschließend im produktiven Quellcode verbleibt. Das stellt beim Test von hoch-sicherheitskritischen Anwendungen ein Problem dar, denn in einem normgerechten Entwicklungsprozess sollte eine Quellcodeveränderung wieder alle Instanzen durchlaufen. Das bedeutet, die Änderungen für die Fault Injection werden freigegeben, in das Versionskontrollsystem übertragen und durchlaufen einen Codereview. Dieser Umweg bedeutet einen häufig unerwünschten zusätzlichen Zeit- und Kostenaufwand. Aus diesem Grund kommt die Analyse der Anweisungsüberdeckung bei professionellen Unit-Test-Werkzeugen ohne Quellcodeänderung aus. Dabei wird die Rate der Anweisungsüberdeckung ebenfalls mithilfe des Quellcodes gemessen, aber die Implementierung ist dynamisch für die Testdurchführung und verbleibt nicht dauerhaft im produktiven Quellcode. Durch das Abschalten der Messung der Anweisungsüberdeckung ist darüber hinaus bei einem erneuten Testlauf durch das gleiche Ergebnis beider Testdurchführungen gewährleistet, dass diese Instrumentierung keinen Einfluss auf den Ablauf der Funktion nimmt.

## Fault Injection: Ein Beispiel

Beleuchten wir eine oft genutzte Funktionalität eines sehr einfachen Handlers einer Zustandsmaschine. Hierbei verhindern Sicherheitsmaßnahmen, dass der default-Pfad eines switch-Statements erreicht werden kann. Nur mit einer Fault Injection, die z.B. einen undefinierten Zustand einstellt, ist es möglich, diesen default-Pfad zu erreichen. Im Systemtest ist eine derartige Fehlerinjektion nicht möglich, da keine Software-Fault-Injections mehr vorhanden sind. Im HiL-Test werden zumeist Fault Injections für spezifizierte Fehlersituationen eingesetzt, die in den seltensten Fällen derartige oder alle default-Pfade abdecken. Nur während Unit-Test-Phase können Fehler-

injektionen sinnvoll für die Abdeckungsanalyse eingesetzt werden, was zudem eine sehr gute Ausgangsbasis für folgende Testphasen wie Integrations-, HiL- und Systemtest ist. Betrachten wir das Beispiel genauer: Das einhüllende if-Statement in Zeile 7 fasst alle vorherigen Sicherheitsabfragen über den gültigen Zustand der Zustandsmaschine zusammen. Ist der Zustand undefiniert, erfolgt bereits nach dieser Sicherheitsabfrage der Aufruf des Error Handlers und die Funktion wird beendet. Durch solche oder ähnliche vorherige Überprüfungen des Zustandes können nicht alle default-Pfade in der Software erreicht werden, so wie im vorliegenden Beispiel in Zeile 20 der default-Pfad des switch-Statements nicht erreicht werden kann.

```

4  /* Handling states after security query */
5  void stateHandler (void)
6  {
7      if ((eState > STATE_INIT) && (eState < NUMBER_OF_STATES))
8      {
9          switch (eState)
10         {
11             case STATE_A:
12                 evalStateA();
13                 break;
14             case STATE_B:
15                 evalStateB();
16                 break;
17             case STATE_C:
18                 evalStateC();
19                 break;
20             default:
21                 errorHandler();
22                 break;
23         }
24     } else {
25         errorHandler();
26     }
27 }
```

Eine Fehlerinjektion, gesteuert über ein Define FAULTINJECTION für den C-Präprozessor, kann z.B. ab Zeile 9 des obigen Beispiels wie folgt aussehen:

```

7      if ((eState > STATE_INIT) && (eState < NUMBER_OF_STATES))
8      {
9          #ifdef FAULTINJECTION
10             if (tstFaultInjection != 0)
11             {
12                 eState = tstFaultInjection;
13             }
14             #endif
15             switch (eState)
```

Wird das Define FAULTINJECTION gesetzt, so kann auch diese Fehlersituation getestet und die Anweisungsüberdeckung zu 100 Prozent erfüllt werden. Die zusätzliche Testvariable tstFaultInjection steuert, ob die Fehlersituation für einen Testfall eintritt oder nicht, und wird gleichzeitig als Wert für den undefinierten Zustand genutzt. Bei der Erzeugung des binären Codes für das Endprodukt ist das Define FAULTINJECTION nicht gesetzt und die Fault Injection sollte nicht vorhanden sein. Da nicht immer alle Fault Injections aktiv sein können, werden diese für das System weiter unterteilt und über verschiedene Defines und Testvariablen gesteuert. Je nach Umfang des Systems steigt die Anzahl der Fault Injections, was wiederum eine entsprechende Verwaltung notwendig macht.

## Automatische Fault Injection in Tessy 4.1

Razorcat schließt diese Lücke mit einer neuen Funktion für die Verwaltung und Implementierung von automatisierten Fault Injections, integriert in der neuen Version 4.1 des zertifizierten

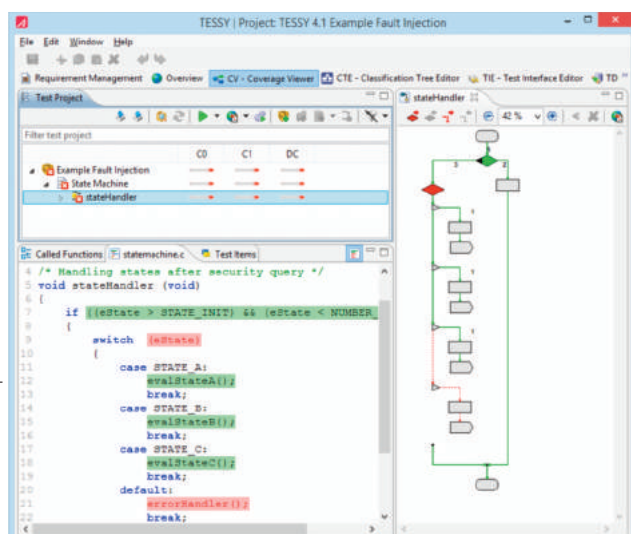


Bild 1: TESSY Coverage-Viewer-Perspektive

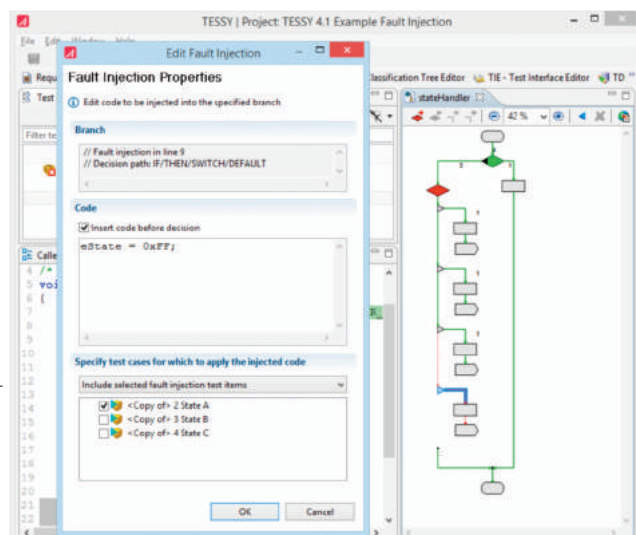


Bild 2: Dialog Edit Fault Injection

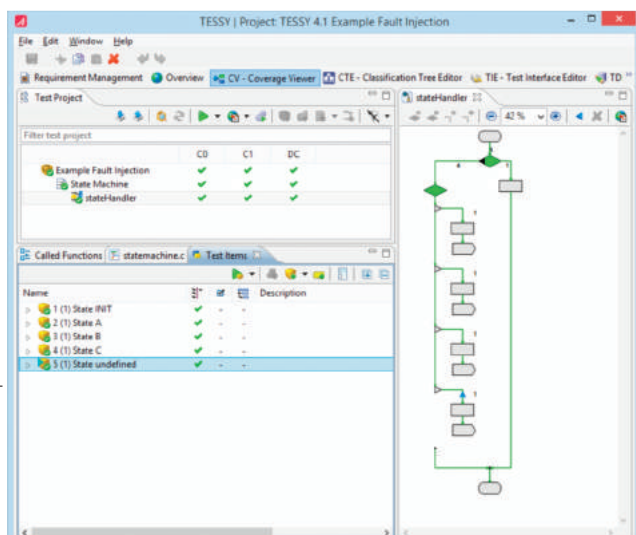


Bild 3: Mit der Fault Injection ist die 100-prozentige Anweisungsüberdeckung erfüllt.

Unit- und Integrationstestwerkzeugs TESSY. Die neue Fault-Injection-Funktion verwaltet komfortabel alle Fehlerinjektionen und instrumentiert den Quellcode automatisch. Der Testingenieur kann innerhalb von TESSY flexibel bestimmen, ob Testfälle mit einer Fault Injection durchgeführt werden oder nicht. Die Instrumentierung kann jederzeit abgeschaltet werden, somit ist die gleiche Sicherheit wie bei der Analyse der Anweisungsüberdeckung über die Testergebnisse gewährleistet. Die Positionen der Fault Injection werden von TESSY bei einer Quellcodeänderung berücksichtigt und in einer Analyse der Programmstruktur automatisch an die entsprechenden Stellen im Quellcode dynamisch gesetzt. Die TESSY-Coverage-Viewer-Perspektive zeigt das Flow Chart der Funktion und markiert die Programmablaufpfade in den Farben rot und grün. Noch nicht durchlaufene Codebereiche erhalten eine rote Markierung und sind so einfach zu identifizieren. Parallel dazu wird für eine schnelle Analyse der korrespondierende Quellcode angezeigt. Wurde ein Programmpfad nicht ausgeführt, kann der Testingenieur am entsprechenden Pfad des Flow Charts einen Code von TESSY automatisch instrumentieren und so für den Test eine Fehlersituation herbeiführen. **Bild 1** zeigt die Analyse der Anweisungsüberdeckung in der Coverage-Viewer-Perspektive von TESSY für das obige Beispiel. Bei diesem Handler einer Zustandsmaschine hat der Testingenieur die Möglichkeit im Flow Chart, am default case des switch-Statements einen benutzerdefinierten Code von TESSY automatisch instrumentieren zu lassen, z.B. um den Wert der Zustandsvariable eState zu verändern. Der zu instrumentierende Code wird in einem Dialogfeld eingegeben. Die Fault Injection schreibt im vorliegenden Beispiel den ungültigen Wert 0xFF in die Zustandsvariable eState, sodass der default-Pfad in Zeile 20 ausgeführt und der Aufruf des Error Handlers in Zeile 21 erfolgt. Im Dialogfenster Edit Fault Injection (**Bild 2**) wird der zu instrumentierende Code eingegeben. TESSY analysiert, welche vorhandenen und ausgeführten Testfälle das betroffene switch-Statement erreichen und schlägt diese Testfälle für die Anwendung der Fehlerinjektion vor. Im vorliegenden Beispiel wurde Testfall 2 ausgewählt. TESSY erstellt nun mit der eingegeben Fault Injection eine Kopie des Testfalls 2 und erzeugt Testfall 5. Der neue Testfall 5 bekommt die Eigenschaft Fault Injection und wird hervorgehoben. Nachdem der Name des Testfalls 5 angepasst und der Test erneut durchgeführt wurde, wird die Anweisungsüberdeckung zu 100 Prozent erreicht. Da nach der erneuten Testdurchführung alle Pfade erreicht wurden, sind ebenso alle Pfade im Flow Chart der Coverage-Viewer-Perspektive grün dargestellt; der für die Fault Injection ausgehende default-Pfad erhält als Kennzeichen ein blaues Dreieck. In der Test-Items-Ansicht erhalten die Icons der Testfälle mit der Eigenschaft Fault Injection zusätzlich das gleiche Dreieck, in unserem Beispiel ist dies der Testfall 5. Weitere Fehlersituationen, wie Sicherheitsüberprüfungen z.B. Read after Write oder das Beenden von Endlosschleifen, sind mit der Fault-Injection-Funktionalität nun einfach zu realisieren. TESSY verwaltet alle Fehlerinjektionen und trägt diese bei einer Testdurchführung automatisiert ein. Liegt eine neue Version des Quellcodes vor, analysiert TESSY diese neue Version und setzt die Fault Injection automatisch an die richtige Stelle. Dabei verbleibt die Instrumentierung, wie bei der Anweisungsüberdeckung, nicht im Quellcode und kann bei der Testdurchführung eingestellt werden. Die automatisch generierten Testergebnisberichte enthalten zusätzliche Informationen über die Verwendung von Fault Injections. Eine weitere Iteration durch den Entwicklungsprozess ist somit nicht mehr notwendig und die Unit Tests lassen sich in einem Arbeitsprozess vollständig erstellen, um – ohne weiteren Zeit- und Kostenaufwand – eine 100-prozentige Anweisungsüberdeckung zu erreichen.

# Unter vier Monaten



Renesas  
Halle 1  
Stand 310



Emtrion  
Halle 4A  
Stand 101

Die **Ethernet-Technologie** ersetzt zunehmend die herkömmliche Feldbus-Kommunikation. Dabei zeigt sich, dass industrielle Kommunikation nicht länger ein Differenzierungsfaktor, sondern eine zwingend notwendige Anforderung ist. Die einfache **Implementation** der verschiedenen **Industrial-Ethernet-Protokolle mit einer vereinheitlichten API** für die Anwendung zählt zu den **wichtigsten Kundenanforderungen**. Diese wollen sich auf das konzentrieren, was sie am besten beherrschen – die Erstellung der Anwendung.

RAMONA MAURER, CEO, Emtrion GmbH

ANDREAS SCHWOPE, Senior Staff Engineer, Industrial Solution Business Unit, Renesas Electronics Europe

Das Wachstum der Industrial-Ethernet-Technologien in den letzten Jahren hat den Embedded-Entwicklungsdienstleister Emtrion dazu veranlasst, die Geschäftsmöglichkeiten in diesem Bereich genauer zu eruieren. Basierend auf dem Know-how des Unternehmens im Bereich der Single-Board-Computer-Entwicklung suchte Emtrion eine Hardware-Plattform mit ausreichend Rechenleistung und Speicher für

eine Linux-basierte Entwicklung. Diese sollte gleichzeitig auch Industrial-Ethernet-Funktionen und Kompatibilität zu den gängigsten Industrial-Ethernet-Protokollen wie Ethercat, CANopen und Profinet bieten. Da Emtrion jedoch nicht über hausinternes Industrial-Ethernet-Know-how verfügte, war ein Partner für die Auslagerung dieser Aufgabe gefragt. Weitere Anforderungen waren kleine Gehäuseabmessungen, geringer Stromverbrauch, flexible Netzwerk-Anbindungen und natürlich ein erschwinglicher Preis. Die auf dem Markt verfügbaren Multiprotokoll-SoCs



Bild: Renesas Electronics Europe GmbH

haben sehr komplexe Software-Umgebungen, die nicht kompatibel zu den verschiedenen industriellen Ethernet-Protokollen sind. Zudem gibt es begrenzte oder gar keine Entwicklungsunterstützung, was erhebliche Auswirkungen auf die Entwicklungszeit hat.

## Die Lösung

Renesas zählt zu den Experten im Bereich des industriellen Ethernets und bie-

tet ein breites Portfolio an Halbleiterlösungen. Mit dem leistungsfähigen RZ/N1D, einem Dual Arm Cortex-A7-Core-Derivat mit Linux-Unterstützung, eignet sich die Renesas RZ/N1-Familie als Basis für die Single-Board-Computer-Entwicklung. Der Baustein verfügt über einen integrierten LCD-Controller zum einfachen Anschluss eines Displays sowie einen integrierten 5-Port Gigabit-Switch mit Unterstützung für mehrere Industrial-Ethernet-Protokolle. Der DDR2/3-Controller ermöglicht mit bis zu 16Gb einen für diese Anwendung mehr als ausreichenden Adressraum.

Renesas ist für langfristige Verfügbarkeit bekannt, was das Vertrauen von Emtrion in den RZ/N1D bestärkte. Durch die persönliche und direkte Unterstützung von Renesas konnte Emtrion die Entwicklung im Zeitplan halten. Die Entwicklung der Kommunikationsschnittstelle vergab Emtrion an das Unternehmen Port. Port verfügt über langjährige Erfahrung mit industriellem Ethernet und kennt die verschiedenen R-IN-Engine-basierten Renesas-Plattformen für Anwendungen der industriellen Kommunikation bis ins Detail. Die persönliche und direkte Kommunikation mit Renesas und Port war so zielgerichtet, dass Emtrion die RZ/N1D-Lösung in weniger als vier Monaten entwickeln konnte.

[www.emtrion.de](http://www.emtrion.de) | [www.renesas.com](http://www.renesas.com) ■

## RZ/N1-Funktionsumfang

- Hohe Rechenleistung: Durch die Arm-basierte Multicore-Architektur lassen sich anspruchsvolle Anwendungen auf dem Cortex-A7-Core ausführen, während der Cortex-M3-Core die gesamte Echtzeit-Kommunikation übernimmt.
- Flexible Softwareumgebung: Aktuell gibt es zwei Betriebssysteme für den RZ/N1x Cortex-A7-Core.

1. Linux mit entsprechenden Yocto-Anleitungen zum Aufbau von U-Boot und dem Root-Dateisystem.

2. ThreadX Echtzeit-Betriebssystem (RTOS) von Express Logic, das speziell für tief eingebettete Echtzeit- und IoT-Anwendungen entwickelt wurde.

- Codesys ist das führende Hardware-unabhängige IEC 61131-3 Entwicklungssystem zur Programmierung und Erstellung von Controller-Anwendungen. Es unterstützt

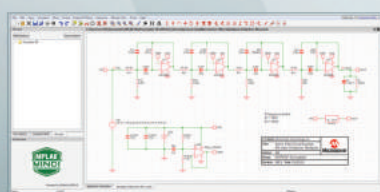
unter anderem Industrial-Ethernet-Master-Stacks für EtherCAT, EtherNet/IP, Sercos, CANOpen und Profinet und ist in einer Beispielapplikation für den RZ/N1D verfügbar.

- Flexibilität bei der Ethernet-Kommunikation: Der Managed-Switch mit fünf Ports unterstützt alle wichtigen Industrial-Ethernet-Protokolle sowie komplexe Funktionen wie QoS, IEEE 1588-2008, VLAN Frames, Cut-Through usw. Verschiedene Protokolle wurden bereits auf einer einheitlichen Abstraktionsebene (OSAL) portiert. Dies ermöglicht eine einfache Implementation und einfaches Umschalten zwischen diesen Protokollen bei nur minimalem Einfluss auf die Anwendung sowie eine einfache Migrationsmöglichkeit zwischen den auf der R-IN-Engine basierenden Bausteinen von Renesas.

- Anzeige -

## MPLAB® Mindi™ Analogsimulator

Microchips kostenlose Software für das Schaltungsdesign



Der MPLAB® Mindi™ Analogsimulator verkürzt die Schaltungsentwurfszeit und das Designrisiko, indem es Analogschaltungen vor dem Hardware-Prototyping simulieren kann. Das Tool verwendet eine SIMetrix/SIMPLIS-Simulationsumgebung mit der Möglichkeit sowohl SPICE als auch stückweise lineare Modellierung zu verwenden. Damit werden sehr vielfältige Simulationsanforderungen abgedeckt. Diese leistungsfähige Simulationsschnittstelle wird durch proprietären Modelldateien von Microchip ergänzt, um neben allgemeinen Bauelementen auch Analogkomponenten von Microchip zu modellieren. Das Simulationstool wird lokal auf Ihrem eigenen PC installiert und ausgeführt. Nach der Installation ist keine Internetverbindung erforderlich, die Simulationslaufzeit hängt nicht von der Anbindung an einen Server ab. Dadurch lassen sich präzise Simulationen für Analogschaltungen sehr schnell durchführen.

### Vorteile

- ▶ Erlaubt die AC-, DC- und Transientenanalyse
- ▶ Validierung von Systemverhalten, -steuerung und -stabilität
- ▶ Probleme vor dem Erstellen der Hardware erkennen

**microchip**  
**DIRECT**  
[www.microchipdirect.com](http://www.microchipdirect.com)

**MICROCHIP**  
[www.microchip.com/mindi](http://www.microchip.com/mindi)



Bild: Mass GmbH

# Auf Erfolgskurs

Dies ist eine Entwicklung der englischen 'Raspberry Pi Foundation': Es handelt sich um ein scheckkartengroßes **Computerboard**, auf dem das Betriebssystem **Raspbian / Linux** läuft. Diese Software ist ein **offenes System**, das kostenlos angeboten wird. Ziel des Raspi ist es, Schülern, Studenten und Bastlern ein **preisgünstiges Arbeitsmittel** zur Verfügung zu stellen, um sie zur Entwicklung von Computersoftware zu motivieren.

JENS DABBERDT, Geschäftsführer, Mass GmbH

Der ARM-Prozessor Cortex A53 arbeitet mit vier Cores bei 1,2GHz Taktfrequenz und ist mit 1GB RAM und einer steckbaren Mikro-SD-Karte (min. 8GB) für Betriebssystem und Anwendersoftware ausgestattet. Es sind viele Schnittstellen onboard. Standardmäßig stehen 4xUSB2.0 und 1xEthernet zur Verfügung; dazu sind Anschlüsse für HDMI-Monitor, CSI-Kamera, Video/Audio, WIFI, Bluetooth und digitale sowie analoge I/O-Pins vorhanden. Alle Signale sind auf Steckverbinder herausgeführt, so dass auf den 'Raspi' kabellos eine Erweiterungsplatine gesteckt werden kann. Solche Zusatzkarten werden für die jeweils gewünschten Funktionen ausgelegt und können z.B. mit Echtzeituhr/Batterie, RS232/RS485, optoentkoppelten DIO oder Steckplatz für CAN- oder andere Module bestückt werden. Die Raspberry-Pi Version 3B ist inzwischen so leistungsfähig, dass sie für viele industrielle Anwendungen infrage kommt; zumal das Preisniveau am unteren Ende der Computerboards liegt. Das hat inzwischen einige IPC-Hersteller bewogen,

die Boards aus der 'Bastelecke' zu holen und mit professionellen Komponenten auszustatten, um sie für Industrieinsätze zu 'härten'. Hierfür werden z.B. störungssichere robuste Metallgehäuse mit standardisierten Steckverbindern, stabilen Industrienetzteilen, optoentkoppelten I/Os und modernen Touchscreen Displays mit 7- oder 10" Diagonale eingesetzt. Die Erweiterungsboards enthalten keine kostenträchtigen Komponenten, die nicht wirklich benötigt werden. Insgesamt müssen die Lösungen aber CE-konform sein und je nach Aufgabe den geforderten Zertifizierungen entsprechen. Da auf der 'Raspi'-Plattform inzwischen viele Betriebssysteme laufen und Unmengen von Tools, Programmiersprachen und Anwenderprogramme mit sogar Echtzeiteigenschaften verfügbar sind, wird aus der "Maker-Szene" eine professionelle Programmierergemeinschaft. Die Digitalisierung greift auf alle Bereiche unseres Lebens über und die Computerisierung hat höchste Wachstumsraten. Nur einige Trends zum Einsatz des 'Raspi' seien hier genannt:

- Das IoT (Internet of things) oder die Entwicklung hin zur Industrie 4.0. Dahinter verbirgt sich die Notwendigkeit, in Produktionsbetrieben alle Maschinen miteinander zu vernetzen, um eine optimale und fehlerfreie Fertigung zu ermöglichen und eine vollständige Automatisierung zu erzielen. Hier werden zahllose Sensoren zur Erfassung aller Zustände der Produktionsanlagen eingesetzt. Deren Messwerte werden von Kleincomputern wie dem 'Raspi' erfasst, ausgewertet, gespeichert, angezeigt und über Netzwerke an die Business Backend-Systeme wie SAP oder andere übertragen, die auch in der Cloud laufen können.
- Die Gebäudetechnik hat ebenso zahlreiche Anwendungsgebiete: Temperaturmessung und Regelung für Heizung, Lüftung und Klima, die Beleuchtungstechnik, Steuerung des Wasser- und Energieverbrauches, Sonnenschutz aller Fenster, Zugangskontrolle, Anwesenheits- und Sicherheitstechnik, z.B. im Bereich des Facility-Managements, sofern diese eingesetzt wird zur vorbeugenden Störungsbearbeitung oder anderen Aufgaben. Dazu kommen die vielen künftigen Aufgaben des 'Smart Home': Der Empfang von externen Befehlsgebern (z.B. Handies) und die damit zu steuernde Hausinstallation.
- 'Smart Grids' in vielen Bereichen des Lebens: Überwachung der Inhalte von Verkaufsautomaten aller Art mitsamt automatischer Nachbestellung; die Transaktionen der Ticketing-

Systeme organisieren, die Anbindung der Nutzfahrzeuge an das Internet zwecks Optimierung von Fahrtrouten und der Be-/Entladungsreihenfolge und Menge. Das Auslesen von Barcode- und RFID-Systemen sowie Bearbeitung vieler stationärer und mobiler Automationsaufgaben.

- Firmen-EDV, z.B. SAP: Hierfür haben Insider den Wert der Raspi-Systeme als Gateway zur Middleware erkannt und bieten einfache und standardisierte Integrationspfade zur Einbindung in die Unternehmenssoftware an. Auch immer breitere Gebiete wie künstliche Intelligenz oder Embedded Vision (PC-gestützte Bildverarbeitung) greifen auf den 'Raspi' zu.

Neben vollständigen PC-Funktionen sind häufig auch Box-PCs ohne Bedien- und Anzeige-Ebene gefragt, die dann besonders klein und preisgünstig sind. Eine notwendige Aufgabe für Neueinsteiger in die Digitalisierung ist, aus der Vielfalt vorhandener Tools, Programmiersprachen und Anwenderprogramme die geeigneten Komponenten für das eigene Vorhaben auszuwählen. Hierbei sind erfahrene Systemintegratoren hilfreich. Man bevorzugt offene Systeme, um die Kosten einer vollständigen Neuprogrammierung zu sparen. Daher ist eine ausführliche Recherche im Internet zu empfehlen, die häufig zu einer Beschleunigung und Kostenreduzierung der Entwicklungsphase führt.

[www.mass.de](http://www.mass.de) ■

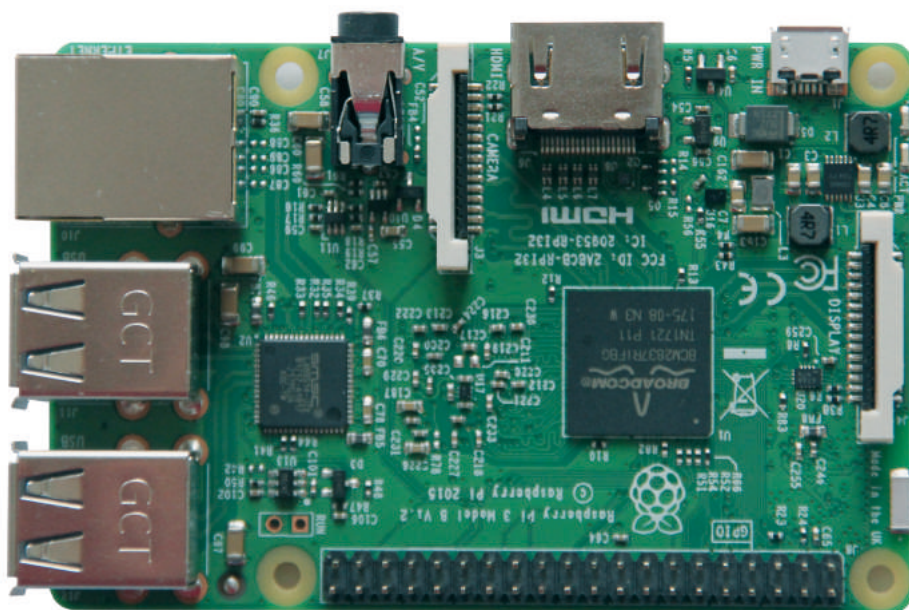
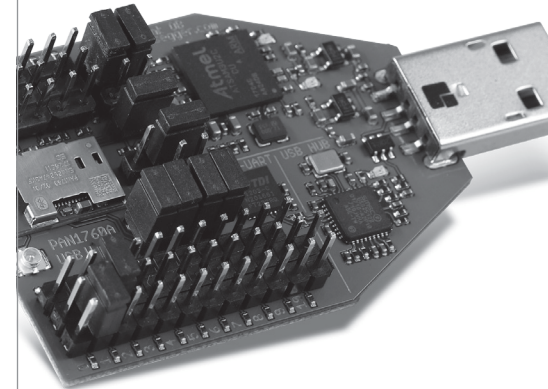


Bild: Mass GmbH

Die Raspberry Pi Organisation entwickelt dieses Produkt ständig weiter und stellt den künftigen Softwareingenieuren viel Unterstützung, Schulungsmaßnahmen und eine große Community zum gegenseitigen Erfahrungsaustausch bereit. Bis heute sind über 14 Mio. Boards verkauft.



**PAN1760A –  
Bluetooth Low Energy v4.2 Modul**

## Bluetooth-Modul mit geringstem Energieverbrauch

- Nur 3,3 mA Stromverbrauch im Sende- und Empfangsmodus
- Großer µC mit 256 kB Flash und 192 kB RAM, davon 83 kB zur freien Verfügung
- Bluetooth v5.0 Mandatory Features vorhanden
- Standard SIG BLE Profile und SPPoverBLE Profile verfügbar
- Integrierte 2,4 GHz Chipantenne



Sie finden uns auf  
der embedded world  
Halle 1 / Stand 1-259

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



Bild: psmtec GmbH

# Casino Royale

Über **300.000 Spielautomaten** stehen **bundesweit** in gewerblichen Spielstätten und Gastrobetrieben. Sie laufen sieben Tage pro Woche, etwa 18 Stunden täglich und sollen Spielern und Kunden Gamingspaß, Sicherheit und zuverlässigen Service garantieren. Diese Ansprüche erfüllen nur **Industrie-PCs mit starker Rechenperformance und robuster Technik**. BEG Bürkle arbeitet seit einiger Zeit mit psmtec zusammen, einem Unternehmen, das Premium-**Geldspiel- und Unterhaltungsgeräte** inkl. Spielsoftware produziert.

CLARA JOSUTTIS, Redakteurin IoT Design, im Gespräch mit JOACHIM MÜLLER, Geschäftsführer von BEG Bürkle

**IoT: Herr Müller, wie kam es zu dem aktuellen Projekt, mit dem Sie in die Welt der Spielgeräte eingestiegen sind?**

Joachim Müller: Vor ein paar Jahren habe ich den Geschäftsführer von psmttec, Peter Schmid, kennengelernt. Als psmttec auf der Suche nach einem neuen Geschäftspartner war, der für die Spielautomaten leistungsstarke, schnelle Industrie-PCs konstruiert, fiel die Wahl auf uns. Bei ungetrübtem Gaming-spaß geht es um Emotionen, die durch perfekten Sound und faszinierendes Design vermittelt werden. Das funktioniert jedoch nur in Kombination mit einem schnellen, hochwertigen IPC, der auch die strengen gesetzlichen Vorschriften berücksichtigt.

**IoT: Welche Ansprüche stellte psmttec an den IPC?**

Müller: Psmttec wünschte sich, dass man die IPCs ohne Probleme auch in ältere Geldspielautomaten einsetzen kann. Es sollte eine detaillierte Definition des Fertigungsprozesses und eine klare Roadmap inkl. EOL-Datum (End of Life) der eingesetzten Bauelemente vorliegen. Außerdem soll das Systemdesign hinsichtlich der EMV-Eigenschaften sehr robust ausgelegt sein.

**IoT: Wie sieht der Rechner im Detail aus und was ist das Besondere an ihm?**

Müller: Wir haben in erster Linie darauf geachtet, robuste, langfristig verfügbare Komponenten und stabile Technik einzusetzen. Sehr gut geeignet für industrielle Anwendungen mit geringem Energieverbrauch ist das Fujitsu-Mainboard D3313-S6. In Verbindung mit einem GX-424CC 2,4GHz Quadcore Prozessor und der Grafikeinheit AMD Radeon R5E 655 wird die gewünschte Leistung erreicht. Ein bisschen stolz sind wir auf unsere Entwicklung einer individuellen I/O-Karte, von der es keine vergleichbare Lösung im Markt gibt. Eine der Besonderheiten ist beispielsweise die Ausstattung mit zusätzlichen Schnittstellen, die für Spielautomaten üblich ist. Das Zusatzboard verfügt über 16 Ein-

gänge, 20 Ausgänge, ist mit einem eigenen Mikrocontroller ausgestattet und kommuniziert über die USB-Ports mit dem IPC. Ebenso sind hier die für Spielautomaten spezifischen Schnittstellen wie VDAI, CCTalk etc. realisiert. Das Betriebssystem, die Spielsoftware sowie sämtliche Betriebs- und Buchungsdaten sind auf einer, auch extern zugänglichen CFast-Karte, gespeichert. Letztere werden permanent auf den nichtflüchtigen FRAM-Speicher zwischengespeichert, was ein Verschwinden der Daten bei Spannungsunterbrechungen verhindert und zugleich die CFast-Karte nicht durch zu häufiges Schreiben schnell abnutzen lässt. Die Rechnelektronik wird aktiv via CPU- und System-Fan gekühlt und ist in einem kundenspezifischen Gehäuse verbaut.

**IoT: Inwieweit wurden sicherheitsrelevante und qualitative Aspekte berücksichtigt?**

Müller: Sämtliche IPCs in Spieleautomaten, unterliegen den strengen Vorgaben der PTB (Physikalisch-Technische-Bundesanstalt). Von ihr werden bundesweit ein einheitliches Messen und Kalibrieren geregelt, sowie besondere Auflagen für Geldspielgeräte vorgeschrieben. Schutz vor unerlaubtem Öffnen oder Manipulation der Automaten bietet die labyrinthartige Gehäusekonstruktion, in der die Komponenten geschickt versteckt wurden. Jedes Gerät ist alarmgesichert und vor Manipulation geschützt (Intrusion Detection). Will jemand den PC im ausgeschalteten Zustand unbefugt öffnen, so wird sich dieser aufgrund einer batteriegestützten Zusatzelektronik für den weiteren Betrieb selbst sperren. Banknoten und Münzen werden selbstverständlich auf Echtheit überprüft und eingebaute Schnittstellen ermöglichen den korrekten Datenaustausch zwischen Münzprüfer und Banknotenleser. Wir unterziehen jeden IPC einem 24-Stunden-Burn-in-Test bei 50°C Betriebstemperatur. Auf diese Weise erzeugen wir eine gewollte System-Voralterung. Falls Fehler auftreten sollten, könnten wir diese vorzeitig erkennen und sofort beheben. (clj)

[www.beg-buerkle.de](http://www.beg-buerkle.de)



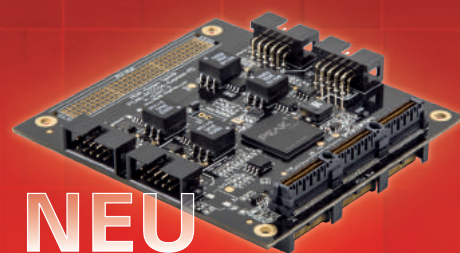
Rückseite des IPCs von BEG Bürkle GmbH mit verschiedenen Anschlüssen

Bild: BEG Bürkle GmbH & Co. KG

You CAN get it...

Hardware und Software für CAN-Bus-Anwendungen...

**embeddedworld2018**  
Exhibition & Conference ... it's a smarter world  
Besuchen Sie uns in Halle 1, Stand 483



**PCAN-PCI/104-Express FD**

CAN-FD-Interface für PCI/104-Express-Systeme. Erhältlich als Ein-, Zwei- und Vierkanalkarte inkl. Treiber für Windows® und Linux.

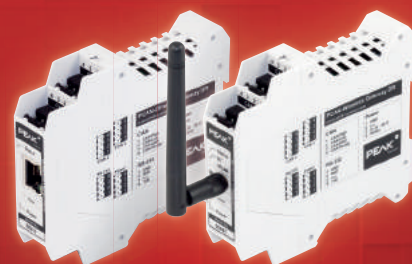
ab 290 €



**PCAN-Diag FD**

Diagnose eines CAN-FD- oder CAN 2.0-Busses auf physikalischer und Protokoll-Ebene ■ symbolische Nachrichtendarstellung ■ 2-Kanal-Oszilloskop ■ Aufzeichnung und Wiedergabe ■ Messung der Bitrate, Buslast und Terminierung

ab 1290 €



**PCAN-Gateways**

Linux-basierende Produktreihe zur Verbindung weit entfernter CAN-Busse über IP-Netze. Konfiguration über eine Webseite.

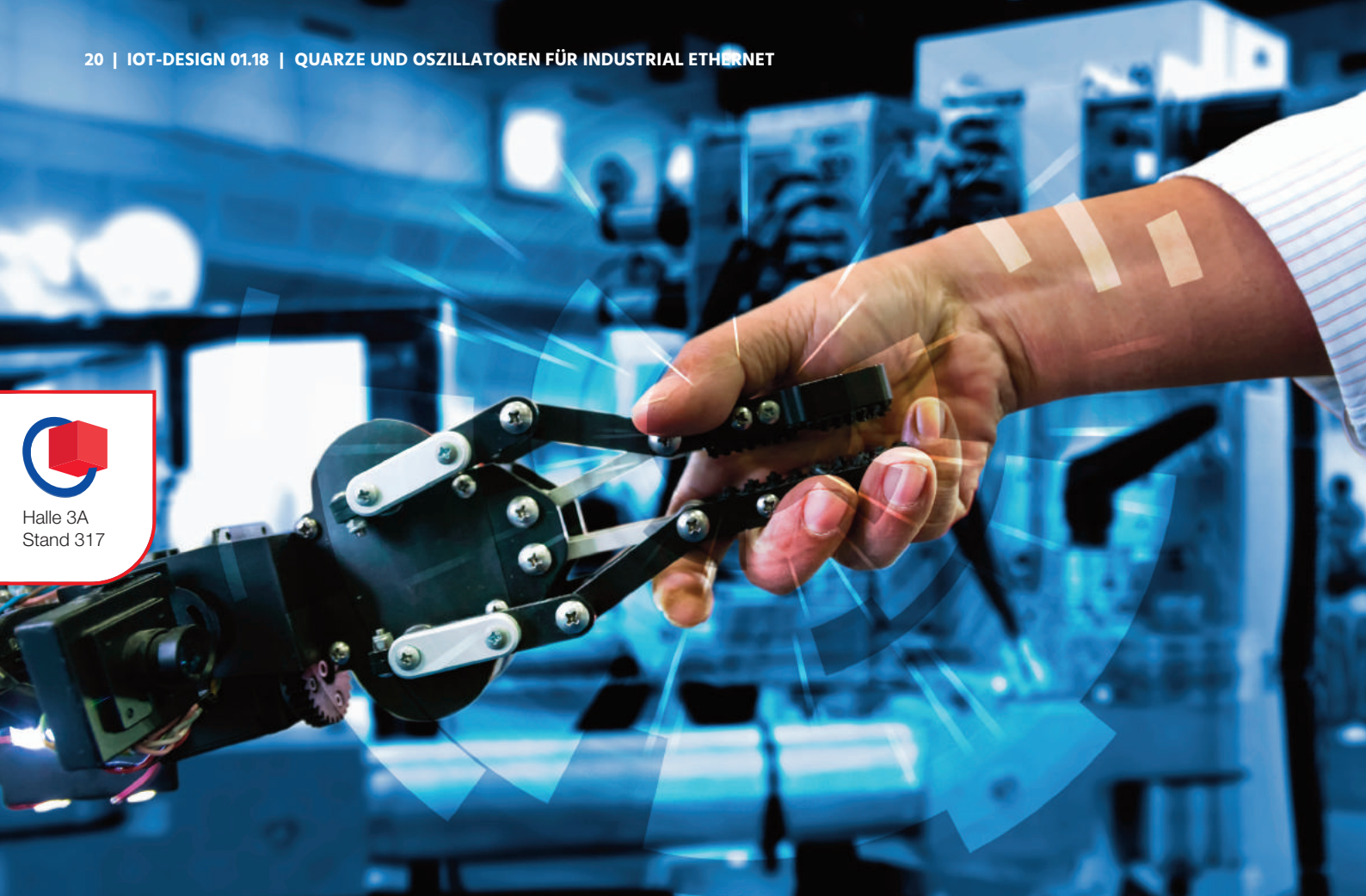
ab 260 €

Alle Preise verstehen sich zzgl. MwSt., Porto und Verpackung. Irrtümer und technische Änderungen vorbehalten.

[www.peak-system.com](http://www.peak-system.com)

**PEAK**  
System

Otto-Röhm-Str. 69  
64293 Darmstadt / Germany  
Tel.: +49 6151 8173-20  
Fax: +49 6151 8173-29  
[info@peak-system.com](mailto:info@peak-system.com)



Halle 3A  
Stand 317

Bild: © zapp2photo / Fotolia

# Taktgeber in Echtzeit

Die **Automatisierungstechnik** basiert zunehmend auf **Industrial Ethernet** – und das aus gutem Grund: Die Technik vereint **Echtzeitfähigkeit** mit der **Robustheit** und **Sicherheit** der Feldbusse. Damit sie auch die harten Echtzeitanforderungen der Steuer- und Feldebene erfüllt, sind **Quarze und Oszillatoren mit hoher Signalgenauigkeit und Zuverlässigkeit** gefragt.

JOCHEN NELLER, Technischer Support Inductors & Timing Devices, Rutronik Elektronische Bauelemente GmbH

Feldbusse kommen noch in 48 Prozent der derzeit neu realisierten industriellen Netzwerke zum Einsatz, auf Industrial Ethernet entfallen 46 Prozent, so die Einschätzung von HMS Industrial Networks (Stand März 2017). Diese Verteilung wird sich bald drastisch ändern. Denn für die Feldbusse geht HMS von einem jährlichen Wachstum von vier Prozent aus, für Industrial Ethernet sind es ganze 22 Prozent. So ist der Marktanteil von Industrial Ethernet bereits deutlich von 38 Prozent (2016) auf 46 Prozent (2017) gestiegen. Durch ihre Fähigkeit, Echtzeit-Leistung mit der Belastbarkeit und Sicherheit von Feldbuslösungen zu vereinen, entspricht die Technik den aktuellen Bedürfnissen der Industrieautomatisierung. Zudem ermöglicht Industrial Ethernet eine durchgängige Kommunikation vom Aktor oder Sensor auf der Feldebene bis zu den Systemen der Leit- und Unternehmensebene, da die EDV-Systeme der Unternehmen bereits auf Ethernet basieren. Aktuell stehen viele, jedoch untereinander inkompatible Anwendungsprotokolle zur Verfügung, z.B. Ethernet/IP, Ethercat, Sercos, Profinet oder Powerlink. Die größten Marktanteile haben laut HMS derzeit Ethernet/IP, Profinet und Ethercat.

## Schnell und flexibel: Ethercat

Die schnellste Technologie ist Ethercat, zudem bietet sie eine Synchronisationsgenauigkeit im Nanosekundenbereich. Mit ihren kurzen Reaktionszeiten beschleunigt sie alle Applikationen mit Weiterschaltbedingungen. Da Ethercat die CPU bei gleicher Zykluszeit um rund ein Drittel weniger beansprucht als andere Bussysteme, bildet sie die Basis für höhere Performance und Genauigkeit bei niedrigeren Kosten – und damit Steuerungs- und Regelungskonzepte, die mit herkömmlichen Feldbussystemen nicht realisierbar sind. Hierfür wird das Protokoll komplett in Hardware bearbeitet, unabhängig von Laufzeiten der Softwareimplementierung. Der Datenaustausch folgt dem Master-Slave-Modell, hinsichtlich der Topologie bietet Ethercat absolute Flexibilität: Es unterstützt die Linien-, Baum- und Sterntopologie sowie jede Kombination daraus. Die Knotenzahl ist nahezu unbegrenzt. Damit macht Ethercat die von den Feldbussen her bekannten Strukturen auch für Ethernet verfügbar. Das Protokoll eignet sich für den Einsatz in zeitkritischen Motion-

Control-Anwendungen, beispielsweise in Verpackungsmaschinen, CNC-Maschinen, Robotik und Hydraulikregelungen.

## Harte und weiche Echtzeit

Während die Kommunikation der Systeme in der Leit- und Unternehmensebene nicht sehr zeitkritisch ist und lediglich weiche Echtzeitanforderung stellt, ist in der Steuer- und Feldebene zunehmend harte Echtzeit gefordert. Damit die unterschiedlichen Systemkomponenten einer vielschichtigen Anlage sauber zusammenarbeiten können, ist ein sicherer und schneller Datenaustausch gefordert. Hierfür müssen die Netzwerke außer einem schnellen Real-Time-Verhalten auch geringe Abweichungen und synchronisierte Abläufe in den Netzwerknoten sicherstellen. Die exakte Synchronisierung ist vor allem dann wichtig, wenn räumlich verteilte Prozesse gleichzeitige Aktionen erfordern, z.B. in Applikationen, in denen mehrere Servoantriebe gleichzeitig koordinierte Bewegungen ausführen. Verteilt abgegliche Uhren, sogenannte Distributed Clocks, stellen hier eine hochgenaue, netzwerkweite Zeitbasis zur Verfügung. Diese Forderungen und Funktionen gehen über den einfachen Ethernet-Standard hinaus. Sie lassen sich in verschieden realisierbaren Hardwarelösungen implementieren, z.B. mit FPGAs, ASICs oder vollintegrierten Controllern. Für den Signaltakt sind Quarze, Oszillatoren oder Real Time Clocks mit hoher Signalqualität und Zuverlässigkeit erforderlich.

## Quarze und Oszillatoren

Quarze und Oszillatoren, die sowohl weiche als auch harte Echtzeitanforderungen mit kurzen Zykluszeiten und niedrigem Jitter verbinden, bietet Epson. Die Komponenten eignen sich für unterschiedliche Applikationen, z.B. Human Machine Interface (HMI), Programmable Logic Controller (PLC) oder Motion Controller (Servomotoren, FA Kamera, Sensoren) und Frequenzinverter.

- MEMS-Oszillatoren gelten zwar als mechanisch belastbarer, was gerade für raue industrielle Anwendungen von Vorteil ist. Doch bezüglich Präzision, Phasenrauschen und Temperaturstabilität haben quarzbasierende Oszillatoren immer noch die Nase vorn.
- In die stark verbreiteten Ethercat-ASICs ET1100/ET1200 von Beckhoff sind viele Algo-

rithmen des Protokolls in Hardware integriert. Sie verfügen über Distributed-Clocks, die die hochpräzise Synchronisation ( $< 1 \mu s$ ) der Ethercat-Slaves ermöglichen.

- Für Standardfrequenzen der Industrieprotokolle mit einer Anforderung von  $\pm 50 \text{ ppm}$  über  $-40$  bis  $+85^\circ\text{C}$  empfiehlt sich die 2.5x2.0-Serie SG-210STF, mit gleicher Charakteristik auch in 7x5 (SG7050) und 5x3.2 (SG5032) verfügbar. Den erweiterten Temperaturbereich bis  $105$  oder  $125^\circ\text{C}$  deckt die SG-210S\*B-Serie ab.
- Für Nicht-Standardfrequenzen, kleine Stückzahlen und kurze Lieferzeiten empfehlen sich die programmierbaren Quarzoszillatoren der SG-8018- und SG-8101-Serie. Diese kommen mit einer internen PLL-Schaltung, die die entsprechenden Frequenzen erzeugt.

Die neue Serie SG-8101 hat einen erweiterten Temperaturbereich bis zu  $105^\circ\text{C}$  und kann auch unter rauen Umweltbedingungen zum Einsatz kommen. Außerdem zeichnet sie sich durch eine um ca. 66 Prozent engere Frequenztoleranz ( $\pm 50$  bis  $\pm 15 \text{ ppm}$ ) und einen um 50 Prozent niedrigeren Stromverbrauch gegenüber vergleichbaren Produkten aus. Damit tragen die Quarzoszillatoren der SG-8101 Serie erheblich zu den Systemeigenschaften mit harter Echtzeit, niedrigen Stromverbrauch und schnelleren Entwicklungszyklen bei. Sie eignen sich auch für kleinere Produktionsmengen, es gibt sie in mehreren Baugrößen von 7x5mm bis 2,5x2mm,

wobei bei Epson-Oszillatoren immer gilt: je kleiner, desto günstiger. Die neue Serie SG-8018 ist die günstigste PLL-Serie von Epson, die per Standard bereits mit  $\pm 50 \text{ ppm}$  über  $-40$  –  $105^\circ\text{C}$  spezifiziert ist und zukünftige Anforderungen bezüglich Betriebstemperatur bereits erfüllt. Auch hier sind alle Bauformen von 7x5mm bis 2,5x2mm verfügbar.

## Echtzeituhren

Ist eine noch höhere Präzision erforderlich, sind Echtzeituhren (Real Time Clocks, RTC) das Mittel der Wahl. Diese separaten Module bieten ein einfacheres Design durch integriertem Quarz, eine hohe Zuverlässigkeit und niedrige Stromaufnahme und können z.B. als Backup-Funktion eingesetzt werden. Für hohe Genauigkeit, die bei vernetzten Systemen zunehmend wichtiger wird, hat die RX8900CE Serie von Epson eine integrierte Temperaturkompensation. Damit kann sie etwa die zeitliche Zuordnung verschiedener Ereignisse in Relation zueinander setzen. Die RTCs haben eine Ganggenauigkeit von bis zu  $\pm 3,4 \times 10^{-6}$  bei Temperaturen von  $-40$  bis  $+85^\circ\text{C}$ . Sowohl bei den Oszillatoren als auch bei den Echtzeituhren führt der Hersteller die Abstimmung des Quarzes durch. Damit ist keine große Untersuchung des Designs notwendig, was die Time-to-Market deutlich verkürzt.

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

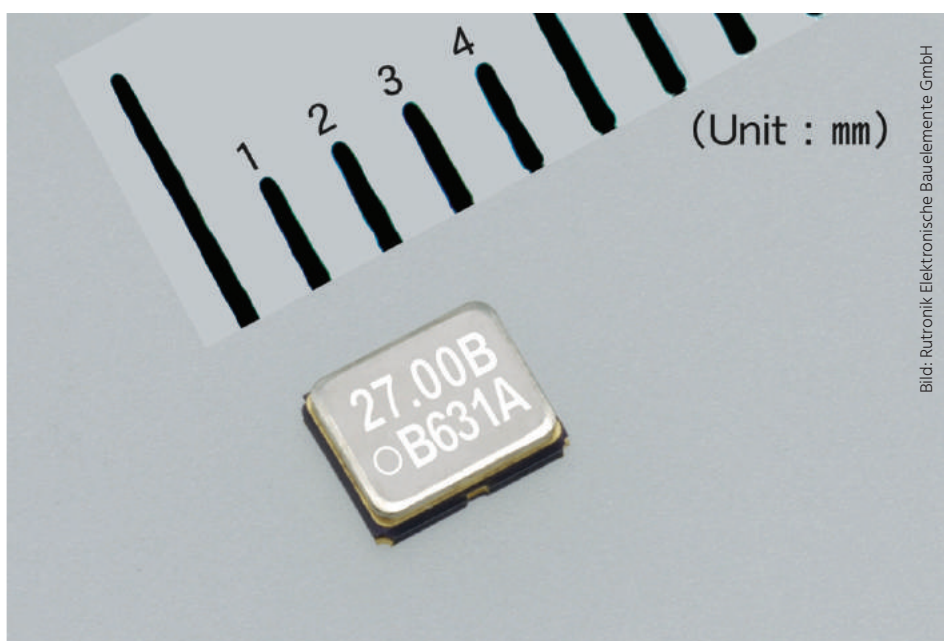
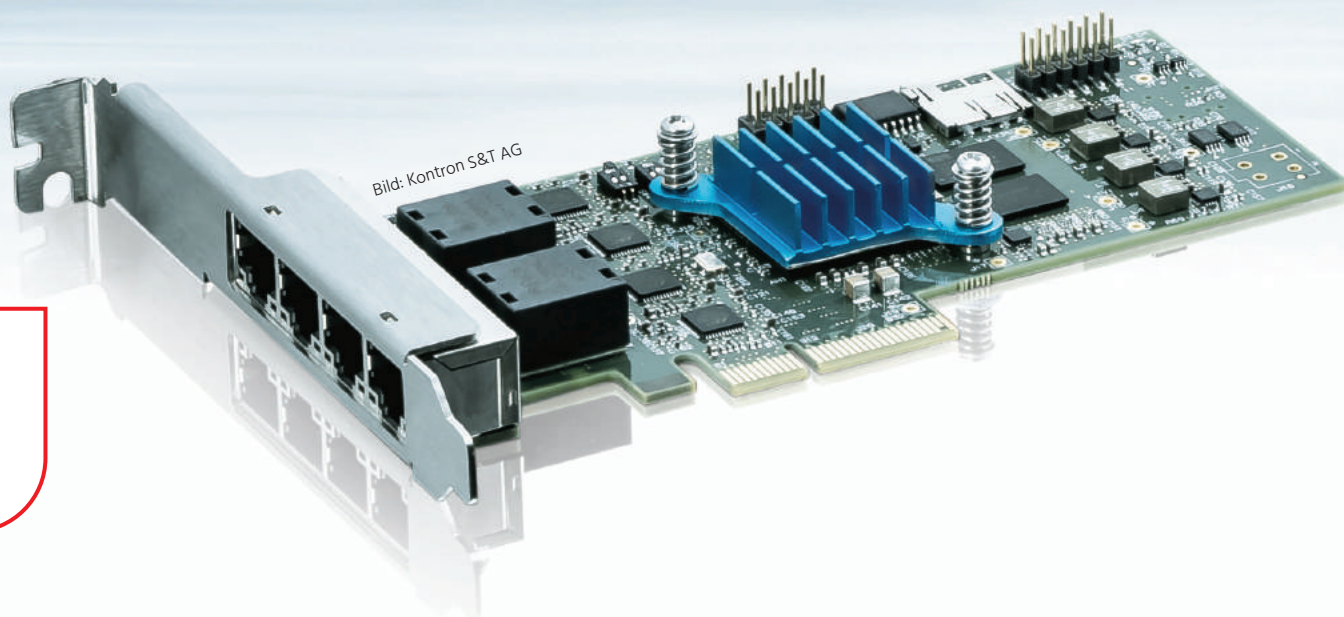


Bild: Rutronik Elektronische Bauelemente GmbH

Nur 2,5x2mm groß: das kleinste Mitglied aus Epsons SG-210-Serie



Halle 1  
Stand 478

# Das Jahr von OPC UA und TSN

Viele Bereiche in der Feldebene, wie Maschinensteuerung, die bis vor Kurzem für Internet-Protocol-basierte Technologien unerreichbar schienen, stehen plötzlich vor einer Zeitenwende. Um sich in einem anspruchsvollen **Industriemfeld** zu etablieren, braucht es auch entsprechende **Standards**. Open Platform Communications Unified Architecture (IEC62541 OPC UA) in Verbindung mit **Time Sensitive Networking (IEEE 802.1 TSN)** sind die beiden Standards, die sich rasant durchsetzen. TSN beginnt, den klassischen Feldbusspezifikationen Konkurrenz zu machen und hat sogar das Potenzial, diesen mittelfristig zu ersetzen.

NORBERT HAUSER, Vice President Marketing, Kontron S&T AG

**G**roße IT-Anbieter, wie etwa Microsoft mit Azure IoT Edge, drängen immer weiter an die Basis der Automatisierungspyramide vor. Kontron hat sich deshalb entschlossen, viele seiner Embedded PCs und Workstations - teilweise auch als Embedded Server - für das Fog- und Edge-Computing mit Microsoft Azure IoT Edge zertifizieren zu lassen. Auf der Seite der Standards setzt Kontron voll auf OPC UA und TSN. Der Standard stellt die Verbindung zwischen der Feldebene und der IT-Ebene her. Um sicher zu gehen, dass der Standard erfolgreich wird, hat Microsoft die entsprechende Spezifikation öffentlich gemacht und bietet die Implementation als Open-Source-Software an. TSN ermöglicht konvergente Ethernet-basierende Netzwerke, auf denen parallel zum IT-Datenverkehr auch zeitsynchronisierte, deterministische Kommunikation möglich ist, wie sie bei zeitkritischen Maschinensteuerungen und Prozessen unabdingbar sind.

## Die TSN Netzwerkkarte

Ende November 2017 zeigte Kontron die erste Version seiner Standardnetzwerkkarte (NIC), die Time Sensitive Networking (TSN) ermöglicht. Die Spezifikationen des TSN sorgen dafür, dass Datenpakete zeitgerecht und hoch verfügbar zugestellt werden. Im industriellen Umfeld kann konvergentes, Ethernet-basiertes TSN mit garantierter Latenz und Quality of Service (QoS) mit Zeitsynchronisation proprietäre Feldbussysteme beispielsweise bei der Maschinensteuerung in der Fertigung ergänzen, mittelfristig ersetzen und gleichzeitig nahtlos bis in die IT-

Ebene kommunizieren. Mit der Standard-PCI-Express-Netzwerkkarte einschließlich der dazugehörigen Netzwerk- und Switchtreiber für Linux können Industriecomputer mit einem redundanten Ring-, Linien-, Daisy-Chain- oder sternförmigen TSN-Netzwerk verbunden werden. Die TSN-Netzwerkkarte von Kontron umfasst einen integrierten Switch für redundante Netzwerke mit zwei oder vier externen sowie einem internen (via PCIe) Gigabit-Ethernet-Ports. Sie erfüllt alle Spezifikationen gemäß IEEE802.1 wie Timing und Synchronisation, Traffic Scheduling, Frame Preemption, Stream Reservation Protocol und weitere. Im FPGA lassen sich zukünftige Erweiterungen durch Softwareupdates integrieren.

## 2018: Das Jahr von TSN

Zur Embedded World 2018 stellt Kontron ein Starterkit auf Systembasis für TSN vor. Zudem wird die Karte mit Private Labeling angeboten, so dass Maschinenhersteller, Automatisierer und Systemintegratoren die TSN-Karte unter Ihrem Brand in ihre Geräte einbauen und damit ihren Kunden Time-to-market Vorteile für die Integration in TSN-Netze ermöglichen können. Die Feldbusse werden sicher auf absehbare Zeit nicht ganz verschwinden, TSN in Verbindung mit OPC UA wird sie aber nach und nach ablösen. Bei der Prüfung von Produktionsprozessen im Rahmen von Digitalisierungsstrategien dürfte der IP-Standard immer dann vorgezogen werden, wenn es technisch möglich ist. Mit OPC UA und der entsprechenden TSN-fähigen Hardware wird vieles denkbar.

[www.kontron.de](http://www.kontron.de) ■

# Richtig verbunden



Halle 3  
Stand 221



Bild: Unitronic GmbH

Aufgrund der wachsenden Anzahl an IoT-Applikationen und -Projekten stellt sich immer häufiger die Frage nach der Sicherheit der Übertragungswege sowie der im IoT-Umfeld generierten Daten. **Mit Sensor2Cloud bietet Unitronic ein Lösungskonzept**, das sichere Möglichkeit der Datenübertragung und -speicherung in der Cloud beinhaltet.

MICHAEL HAENEL, Leiter Entwicklung und IoT/M2M Kommunikation bei Unitronic

IoT und die Machine-to-Machine-Kommunikation (M2M) gehören, genauso wie die Sensorik, zu einer der Kernkompetenzen von Unitronic. „Wir beschäftigen uns bereits seit vielen Jahren mit der Möglichkeit, Informationen zu generieren, zu übertragen, auszuwerten und zu interpretieren“, sagt Michael Haenel, Head of Development and IoT/M2M Communication bei Unitronic. Die IoT-Kommunikation deckt ein breites Feld ab. Sie reicht von der Prozessüberwachung, bei der z. B. Temperaturen, Feuchte oder Standorte aus der Ferne kontrolliert oder Zählerstände ausgelesen werden. Dazu gehört aber auch die bidirektionale Kommunikation mit Reaktions- und Steuerungsmöglichkeiten. Hier ist oft eine Vielzahl an Geräten beteiligt, die zu einem Netzwerk verknüpft werden. „IoT- und M2M-Anwendungen müssen sich dabei nahtlos in die

vorhandene Infrastruktur des Kunden integrieren und neben automatisierten Reaktionen auch manuelle Eingriffsmöglichkeiten zulassen“, erklärt Haenel. In einer dynamischen Umgebung mit unterschiedlichen Anforderungen sollten deshalb unterschiedliche Übertragungswege genutzt werden können. Dabei sollte ein breites Spektrum zur Verfügung stehen, angefangen von Kabellösungen wie Ethernet, Powerline oder die Vielzahl von industriellen Bussystemen bis zu drahtlosen Technologien wie WLAN, Mobilfunk oder LoRa. Auf diese Liste gehören aber auch proprietäre Übertragungsprotokolle in den verfügbaren ISM-Bändern, die für spezielle Anforderungen, wie z. B. einen einfachen Kabelersatz oder Mesh-Funktionalitäten benötigt werden. Weitere Beispiele sind Bluetooth, En Ocean, Dect Ule und Zigbee.

## Flexibilität ist entscheidend

Gerade in einer Umgebung, in der viele unterschiedliche Geräte vernetzt sind, spielt die Flexibilität aller beteiligten Komponenten eine maßgebliche Rolle. In Umgebungen, in denen beispielsweise Messungen durchgeführt werden, generieren Sensoren die entsprechenden Daten. Fallen dabei große Datenmengen an, ist es sinnvoll intelligente Endknoten zu verwenden, die bereits im Vorfeld in der Lage sind, die entsprechenden Informationen ganz oder teilweise zu verarbeiten. Damit reduziert sich das Datenvolumen auf den anvisierten Übertragungswegen. Müssen innerhalb eines Verbundes Daten aus mehreren Quellen zusammengeführt werden, bietet sich als Transportweg zwischen den einzelnen Endknoten und einem zentralen Datensammler die Einrichtung eines Kurzstreckenfunknetzes an. In diesem Datensammler oder Gateway lassen sich die Daten in einer Datenbank zwischenspeichern, bevor sie etwa über das Internet an eine Cloud, ein Rechenzentrum oder ein anderes Backend übergeben werden.

## Welcher Übertragungsweg

„Welche Übertragungswege für den Transport der Daten vom Sensor bis in die Cloud verwendet werden, hängt von der jeweiligen Applikation und von der nachgelagerten Technologie ab“, erklärt Michael Haenel. „Hier spielen Faktoren wie Reichweite, Energieverbrauch, Netzverfügbarkeiten, Datenübertragungsraten und Datenverfügbarkeiten eine zentrale Rolle.“ Grundsätzlich bestehe die Wahl zwischen drahtgebundener und drahtloser Kommunikationstechnologie, wobei im IoT-Umfeld überwiegend drahtlose Medien zum Einsatz kommen. Hier reichen die Bandbreite vom Mobilfunk über WiFi oder Bluetooth, um die bekannteren zu nennen. Im Bereich der Gebäudeautomation werde dagegen häufig Z-Wave, Zigbee oder EnOcean verwendet. Ein neuer Player in diesem Bereich ist die Dect Technologie, die sich für den Einsatz weiterer Applikationen geöffnet hat. Neben der bereits etablierten Sprachübertragung ist mit Dect nun auch die Übertragung von Daten möglich. In diesem Fall spricht man von Dect Ule (Ultra Low Energy). Ein verfügbares Protokoll

aus dem Bereich Smarthome wäre beispielsweise Han Fun (Home Area Network Functional protocol). Der Vorteil dieser Technologie ist u. a., dass Dect in einem lizenzierten Frequenzband arbeitet, in dem keine weiteren Teilnehmer Störungen verursachen können, wie es in den 'öffentlichen' ISM-Bändern der Fall ist. So lassen sich auch Applikationen realisieren, bei denen eine 'Echtzeitübertragung' bzw. Quality of Service (QoS) gefordert ist. Unter Verwendung dieser Technologie kann man mit festen Antwortzeiten rechnen. Wo große Reichweiten gefragt sind, kommen überwiegend LoRa oder spezielle Module mit proprietären Funkprotokollen und einer sehr hohen Sendeleistung in den niedrigen verfügbaren ISM-Frequenzbändern zum Einsatz, so Haenel. Smart Metering dagegen setze meist auf (Wireless-) MBus-Verbindungen. Hinzu kommen zahlreiche proprietäre Lösungen für spezielle Anwendungsfälle wie beispielsweise der einfache Kabelersatz oder Mesh-Netzwerk-Lösungen, bei denen ein Datentelegramm über mehrere Netzwerkteilnehmer 'springen' kann, um zu einem bestimmten Ziel zu gelangen, zu dem keine direkte Verbindung besteht. Viel Aufmerksamkeit bekommen aktuell auch die verschiedenen LPWA-Technologien (Low Power Wide Area Network). Dazu gehört beispielsweise LoRaWan, das sich auf Applikationen fokussiert, die nur geringe Datenmengen, allerdings über eine große Reichweite, versenden müssen. Gleichzeitig müssen sie die Anforderung erfüllen, batteriebetriebene Lösungen über eine extrem lange Laufzeit zu ermöglichen. Vor Kurzem verabschiedet und bereits in ersten Gebieten verfügbar wurde Narrowband IoT, eine LPWA-Technologie, die den Anforderungen typischer IoT-Applikationen gerecht wird. Hierbei handelt es sich um eine Evolution des Mobilfunknetzes, welches in den meisten Fällen nur über Softwareupdates der LTE-Basisstationen NB-IoT fähig gemacht werden kann.

## Die richtige Lösung

Dreh- und Angelpunkt für die Daten bleibt nach der Übertragung über die ausgewählten Medien das Rechenzentrum im Unternehmen oder die Cloud des IT-Partners. Aus Sicherheitsgründen setzten viele Unternehmen oft noch auf das eigene Rechenzentrum respektive auf eine private Cloud im Datacenter eines Partners. Public Clouds sind den meisten Anwendern zu unsicher, wenn es um wertvolle IoT-Daten geht. „Die Übertragung hochsensibler Daten sowie deren Speicherung ist Vertrauenssache“, weiß Haenel aus Erfahrung. Uni-





Bild: Unitronic GmbH

tronic schnürt deshalb für seine Kunden ein Komplettpaket, das die gesamte Wertschöpfungskette einer IoT-Anwendung abdeckt. Das beginnt mit der Beratung, wobei die Spezialisten gemeinsam mit dem Kunden einen Anforderungskatalog erstellen, der sämtliche Use-Cases sowie alle Anforderungen abdeckt, die eine Applikation oder ein System erfüllen sollen. Ein Anwendungsbeispiel wäre das Monitoring, mit dem sich aus der Ferne bestimmte Prozesse überwachen lassen, beispielsweise die Temperatur und die Luftfeuchte in einem Gewächshaus. Auch für die Überwachung lassen sich IoT-Lösungen verwenden, um aus der Ferne notwendige Aktionen auszuführen. Das kann beispielsweise das Einschalten einer Lüftung oder einer Bewässerung sein. Der Betriebszustand ist dann auch 'remote' jederzeit überprüfbar. Die IoT-Applikation lässt sich bei Bedarf mit Firmware-Updates oder Applikations-Updates aufrüsten. Auch Prozesse können so verbessert werden: So lassen sich Informationen, die durch die Überwachung gewonnen werden dazu verwenden, die gesamte Applikation zu verbessern. Wird beispielsweise im Gewächshaus eine vorgegebene Temperatur überschritten, erfolgt ein automatischer Alarm, der eine zeitnahe Reaktion ermöglicht und größere Schäden verhindern kann. Automatisierung ist eine weitere gefragte IoT-Anwendung. Dafür kann die Applikationsintelligenz so weit ausgebaut werden, dass diese nahezu autonom arbeitet. Die Informationen aus oben genannten Beispielen könnten dazu verwendet werden, dass die Lüftung sich automatisch einschaltet oder die Bewässerung gestartet

wird, sobald die vorgegebene Temperaturschwelle überschritten oder die Feuchte zu gering wird. Anwendungsbeispiele wie diese sind die Basis für jeden Anforderungskatalog sowie eine individuelle, zielführende Beratung. Anhand der so gewonnenen Ergebnisse erarbeitet das Unitronic-Team dann ein kundenspezifisches Lösungskonzept. Dabei wird die vorhandene Technologie beim Kunden ebenso in die Planung einbezogen, wie notwendige Neuinvestitionen. Eine Skalierbarkeit der entstehenden Applikationen oder Lösung ist hierbei eine Grundvoraussetzung. Konnektivität ist ein wesentliches Merkmal einer professionellen IoT-Umgebung, wobei vorhandene Netzwerkstrukturen ebenso zum Einsatz kommen können, wie neue Kommunikationswege. Sind für eine Applikation SIM-Karten notwendig, werden diese entsprechend der Kundenanforderungen konfiguriert und in entsprechende Rahmenverträge übernommen. Hier kooperiert Unitronic mit allen großen Mobilfunkanbietern, um den Kunden einen größtmöglichen Aktionsradius und die entsprechende Flexibilität zu bieten. Proof-of-Concept, Testumgebungen, Zertifizierungen sowie eine Serienbelieferung sind ebenfalls Bestandteil des Paketes. „Durch unser Konzept des ‚One-Stop-Shops‘ haben Kunden zahlreiche Optionen, um auf den IoT-Zug aufzuspringen“, so Haenel. „Einerseits stehen Standardlösungen zur Verfügung, andererseits realisieren wir aber auch sehr spezifische und individuelle Applikationen. Damit lassen sich in vielen Bereichen Wettbewerbsvorteile erzielen.“

[www.unitronic.de](http://www.unitronic.de) ■

## Kodak startet eigene Kryptowährung

Der Konzern hat angekündigt, seine eigene Kryptowährung namens KodakCoin für Fotografen zu starten. Die Nachricht ließ den Aktienkurs des Unternehmens massiv ansteigen: Der Preis des Papiers hat sich mehr als verdoppelt. Mit dem KodakCoin und der dazugehörigen Plattform KodakOne sollen Fotografen ihre Autorenrechte absichern und die Bilder vermarkten können. Über die Kodak-Plattform soll zugleich das Netz beobachtet werden, um eine unerlaubte Nutzung geschützter Bilder zu stoppen.

## KI-Plattform für autonomes Fahren

Infineon baut die Zusammenarbeit mit NVIDIA im Bereich des automatisierten Fahrens aus. Der für Automobilanwendungen entwickelte Mikrocontroller (MCU) der Serie Aurix wird in der NVIDIA-Plattform Drive Pegasus AI für Fahrzeugcomputer eingesetzt. Diese Computing-Plattform erfüllt die Anforderungen der Stufe 5 für autonomes Fahren.

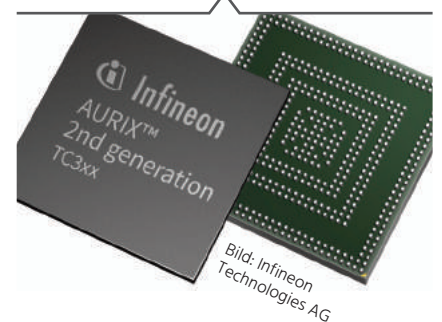
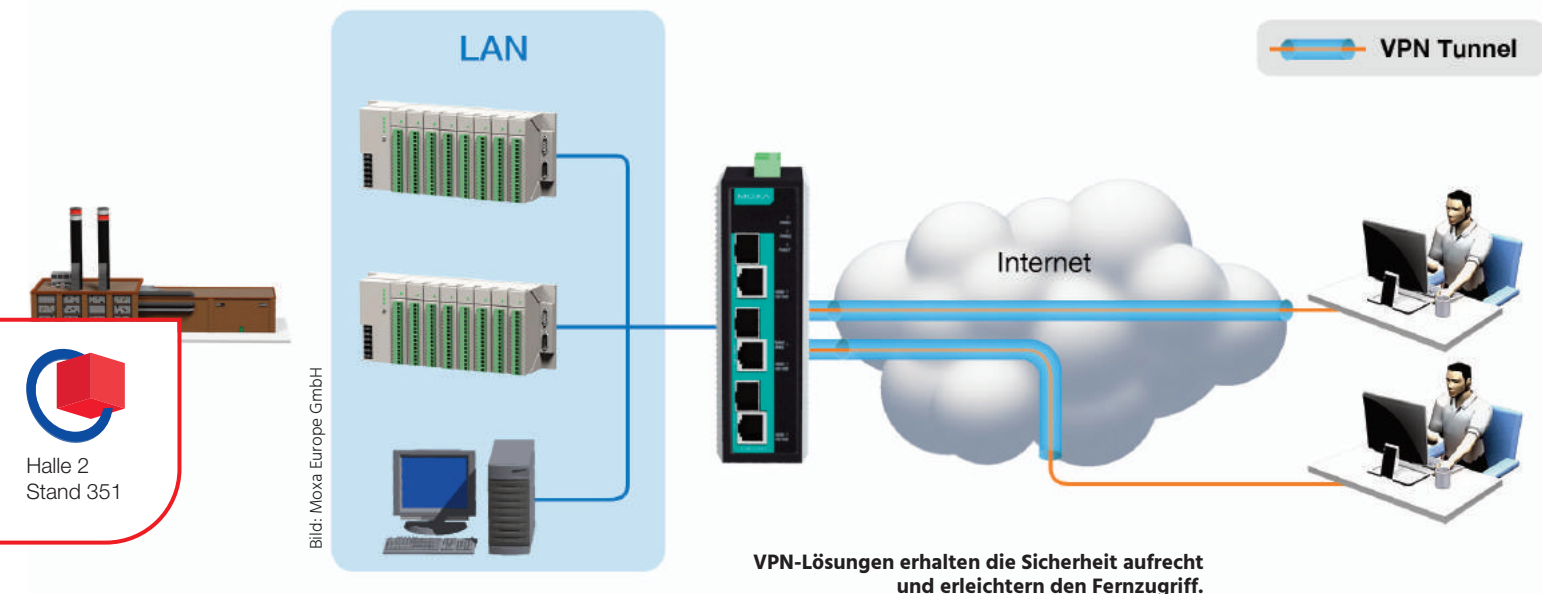


Bild: Infineon Technologies AG

## Codesys Corporation in den USA eröffnet

Um dem wachsenden Kundenstamm in den USA den bestmöglichen Service zu bieten, eröffnet 3S-Smart Software Solutions die Codesys Corporation in Chicago/Illinois. Vertrieb, technischer Support, Beratung sowie Schulungen sind dann vor Ort für alle Kunden im nordamerikanischen Raum verfügbar. Die Codesys Corporation wird von Gary L. Pratt, P.E., geleitet.



# Sicherheitslücken schließen

**Fernzugriff** ist eine Notwendigkeit für viele **betriebskritische industrielle Automatisierungssysteme**. Der Artikel beschreibt, wie **VPNs** die wichtigsten **Sicherheitslücken in Netzwerken am Beispiel einer Wasserpumpenstationen schließen** können. Der zweite Teil des Beitrags konzentriert sich auf allgemeine **Sicherheitsbetrachtungen**.

ALVIS CHEN, Moxa Europe GmbH

Für den Zugriff auf Pumpenstationen aus der Leitstelle heraus nutzen Betreiber oft das Internet. Das Gateway, das als Firewall und Authentifizierungs-Einheit fungiert, muss daher VPN unterstützen um den sicheren Zugriff zu gewährleisten. VPNs filtern IP-Pakete, die über jene virtuellen verschlüsselten Verbindungen geschickt werden, welche die Pumpenstationen an dezentralen Standorten mit der zentralen Leitstelle verbinden. Fernzugriff reduziert die Reisezeit, Kosten und die Wahrscheinlichkeit von Ausfällen, da die präventive Wartung möglich wird. Unter den zahlreichen VPN-Technologien ist IPsec in Pumpenstationen die verbreitetste. Der Grund dafür ist, dass es einen sicheren Kanal über mehrere Netzwerke hinweg erstellt, die privat, öffentlich oder eine Kombination aus beidem sein können. IPsec unterstützt die sichere Authentifizierung und Datenintegrität, zwei der Schlüsselanforderungen in industriellen Automatisierungnetzwerken.

## LAN-Sicherheit, Port-Zugriff, und das 802.1x Protokoll

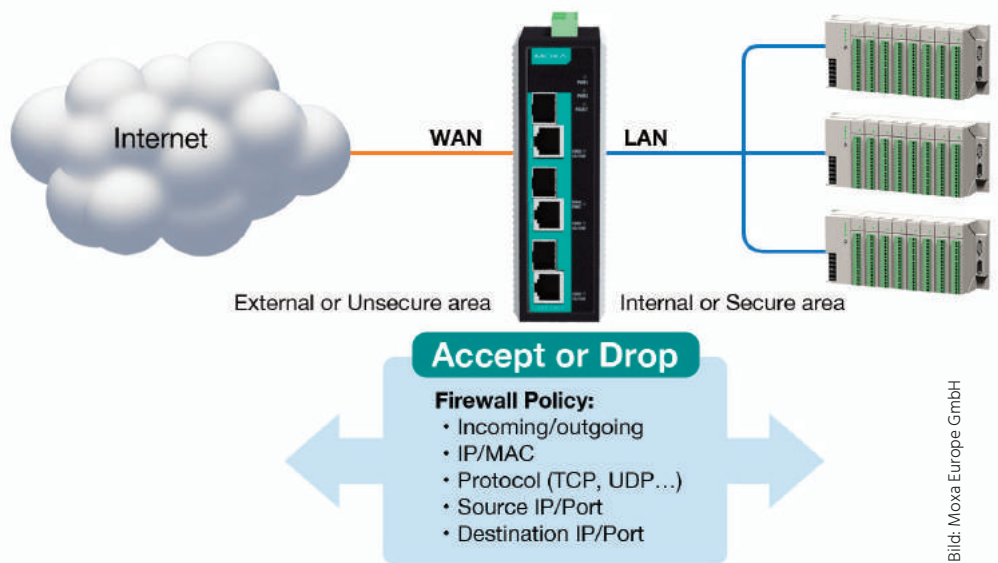
Die erste Verteidigungslinie in Industrienetzen ist, nicht-autorisierten Zugriff zu verhindern. Netzwerke in Pumpenstationen sind aufgrund ihrer dezentralen Standorte besonders angreifbar für nicht-autorisierten Zugriff. Den direkten Zugriff auf Geräte an dezentralen Orten zu überwachen ist schwierig und hochgradig empfindlich für Angriffe, da die Überwachung über das Internet stattfindet. Manche Protokolle, wie Radius und Tacacs+

unterstützen Authentifizierungsmechanismen, die es Hackern, die das Internet nutzen, erschweren, Zugriff auf Netzwerke oder Geräte zu erlangen. Radius verschlüsselt die Übertragung des Benutzerpassworts, und Tacacs+ verschlüsselt alle wichtigen Authentifizierungsparameter. Für unbemannte Wasserpumpenstationen ist es unerlässlich, solche Sicherheitsmaßnahmen einzusetzen. Die installierten Geräte sollten überdies weitere Authentifizierungsmaßnahmen unterstützen, um die direkte Verbindung von Geräten an offene Ethernet-Ports zu verhindern. Eine Option dafür ist das 802.1x-Protokoll, das eine Port-basierte Authentifizierungsmethode nutzt, um Geräte zu authentifizieren, welche Zugriff auf das geschützte Netzwerk erlangen möchten. Solche Geräte müssen dann Berechtigungsnachweise wie einen Benutzernamen und ein Passwort oder ein Sicherheitszertifikat liefern, bevor sie Zugang zum Netzwerk bekommen. Nach diesem Prozess leitet das 802.1x-Protokoll die Berechtigungsnachweise zur Prüfung an den Radius-Server weiter und lässt keine Pakete durch, die keine gültigen Berechtigungsnachweise haben.

## Firewall prüft Pakete

SPSen und RTUs waren früher für die Überwachung und Steuerung im Feld konzipiert und mussten mangels Übergriffsrisiko keine komplexe Sicherheitssoftware unterstützen. Mittlerweile ist das aufgrund der Erweiterung der Netzwerke ganz anders. Wenn ein Angreifer mit böswilligen Absichten Zugriff auf das Netzwerk in einer Pumpenstation erlangt, kann

er relativ leicht Netzwerkgeräte attackieren und den Betrieb der Station beeinflussen. Um Gefahren - wie den Versand manipulierter Datenpakete, die Erstellung von HTTP- und SNMP-Services, die sich nicht abschalten lassen oder den Versand gültiger Befehle wie Geräte-Neustarts - zu neutralisieren, können Netzbetreiber eine so genannte Stateful Inspection Firewall zwischen den Steuergeräten im Netzwerk und allen externen Netzwerken einsetzen. Eine solche Firewall überwacht alle ein- und ausgehenden Pakete und lässt diese durch bzw. stoppt sie basierend auf vorkonfigurierten Regeln. Eine Firewall sollte die Netzwerkleistung nicht mindern, daher macht es Sinn, am Edge (Rand) des Netzwerks Geräte mit Embedded-Software zu installieren, die das Netzwerk mit minimaler Latenz schützen. Eine Firewall mit industriellen Feldbuseinstellung ist ebenfalls empfehlenswert, denn diese erleichtert die Konfiguration der Einschränkungen ohne komplexe Verfahren.



**Firewalls überprüfen den Datenverkehr.**

## DMZs für Server

Eine entmilitarisierte Zone (Demilitarized Zone, DMZ) wird oft in IT-Lösungen eingesetzt, aber sie kann auch als starker Verteidigungsmechanismus in Automatisierungsnetzwerken fungieren. Um zu fernwirken oder -warten erfordern manche Daten- oder HTTP-Server den Zugriff durch verschiedene Betreiber über öffentliche Netzwerke oder das Internet. Um ein hohes Sicherheitsniveau zu halten, sollten geteilte Server mittel DMZ in verschiedenen Netzwerken isoliert werden. Eine Netzwerktopologie mit DMZ einzusetzen ermöglicht es allgemeinen Betreibern, nur auf die geteilten Server zuzugreifen, nicht aufs Steuerungsnetzwerk. Der Hauptgrund hierfür ist, dass Nutzer mit böswilligen Absichten keinen Zugriff auf das gesamte Netzwerk erhalten, wenn sie erfolgreich eindringen. Das begrenzt den möglichen Schaden.

## Industrieniveau verlangt

Sicherheitsgeräte in Pumpenstationen müssen robust sein, um hinter den sicheren Türen wechselnden Klimazuständen zu trotzen. Dazu gehört ein erweiterter Betriebstemperaturbereich. Ein robustes Gehäuse das nicht bricht, wenn es extremen Temperaturen oder äußerer Gewalteinwirkung ausgesetzt ist, ist genauso notwendig, wie die duale Spannungszufuhr, die bei Stromausfall einen Backup bietet. Hohe Feuchtigkeit ist in Industrieumgebungen ebenfalls häufig an-

zutreffen. Beim Betrieb in feuchten Umgebungen bildet sich in Gehäusen oft Kondenswasser – wodurch die Hardware geschädigt werden kann und es zu Ausfällen kommen kann. Mit modernen Schutzbeschichtungen auf den Gehäusen von Industriegeräten lässt sich das verhindern. Zumeist werden dafür Plastikbeschichtungen genutzt.

## Fazit

Hohe Feuchtigkeit ist in Industrieumgebungen häufig anzutreffen. Beim Betrieb in feuchten Umgebungen bildet sich in Gehäusen oft Kondenswasser – wodurch die Hardware geschädigt wird und es zu Ausfällen kommen kann. Mit modernen Schutzbeschichtungen auf den Gehäusen von Industriegeräten lässt sich das verhindern. Zumeist werden dafür Plastikbeschichtungen genutzt.

[www.moxa.com](http://www.moxa.com) ■

- Anzeige -

# SPS MAGAZIN

Mit der Fachzeitschrift **SPS-MAGAZIN**, dem **Automation Newsletter**, dem **Produkt Newsletter** und der **Website** finden Sie alle relevanten Informationsmedien für die Automatisierungstechnik übersichtlich aus einer Hand.

[sps-magazin.de](http://sps-magazin.de)

Bild: Osdecort-FOTOLIA.com



# Auf den Zahn gefühlt

**D**entsply Sirona ist einer der weltweit größten Hersteller professioneller Dentalprodukte und -technologien. Das Unternehmen ermöglicht es Zahnärzten, eine bessere, sicherere und schnellere zahnärztliche Versorgung für Patienten weltweit zu bieten. Es entwickelt, produziert und vermarktet ein breites Lösungsangebot, das unter anderem Produkte für die Dental- und Mundhygiene umfasst sowie weitere Medizinprodukte für Verbraucher.

## Die Wunschliste

Mit dem Ziel, das Lifecycle Management im Unternehmen effizienter zu gestalten, identifizierten Projektleiter Michael Dalpiaz und sein Team in der Anfangsphase des Projekts mehrere Schlüsselanforderungen, die eine neue Software erfüllen sollte. Am wichtigsten war dabei, dass es sich um eine durchgängige Lösung handeln sollte, die alle wichtigen Phasen vom Anforderungsmanagement bis zu Tests abdeckt,

um eine reine Aneinanderreihung von punktuellen Lösungen zu vermeiden. Darüber hinaus wollte Dentsply Sirona mit dem neuen System sowohl das Dokumentenmanagement als auch die Rückverfolgbarkeit einfacher und solider als bisher gestalten. Da das Unternehmen bereits bewährte Prozesse etabliert hatte, kam eine restriktive Lösung auf Basis starrer Muster nicht infrage. Stattdessen rückten Flexibilität und Anpassungsfähigkeit der Arbeitsabläufe, Programmiersprachen, etc. in den Vordergrund.



Bild: Siemens PLM Software

Dentsply Sirona setzt auf Polarion, um **alle wichtigen Phasen in der Produktentwicklung miteinander zu verbinden**. Die Lösung von Siemens PLM Software ermöglicht Dentsply Sirona, bei **bildgebenden Systemen, CAD/CAM und Behandlungseinheiten, Rückverfolgbarkeit** zu gewährleisten und **Auflagen** einzuhalten.

BETTINA GREIFFER,  
freie Autorin, für Siemens PLM Software

## Compliance-Management

Laut Dalpiaz sind die Anforderungen an die Dokumentation für die Zulassungsbehörden gerade in der Medizintechnik, in der Dentsply Sirona tätig ist, weniger streng und detailliert als in anderen Branchen wie der Luft- und Raumfahrt. Diese höhere Flexibilität führe aber auch dazu, dass das Unternehmen bei der Entwicklung von Prozessen und Methoden auf sich allein gestellt sei. Gleichzeitig ließe sich die Einhaltung gesetzlicher Bestimmungen aber keineswegs umgehen. Das Unternehmen müsse weiterhin die Erfüllung von Sicherheitsnormen und -vorschriften dokumentieren. Dazu zählen:

- die Standards der europäischen Medizinprodukterichtlinie (Medical Device Directive, MDD), darunter die Internationale Elektrotechnische Kommission (IEC) 62304, IEC60601, die Internationale Organisation für Normung (International Organization for Standardization, ISO) 14971, etc.
- die United States Food and Drug Administration (FDA, Behörde für Lebens- und Arzneimittel) 510K, die für die Vermarktung in Nordamerika notwendig ist.

Dentsply Sirona verfügte bereits über Prozesse und Systeme zur Einhaltung dieser Regularien und Sicherheitsanforderungen. Jede neue Lifecycle-Management-Lösung musste daher zumindest die bestehenden Funktionen unterstützen. Eine zusätzliche Vereinfachung der Prozesse wäre ein willkommener Vorteil. Könnten Sicherheitsaspekte beispielsweise unabhängig von funktionalen Anforderungen nachvollzogen werden, etwa für eine Compliance-Berichterstellung, würde dies den Prozess erheblich straffen. Da die Bedeutung von Embedded-Software in der gesamten Branche weiter zunimmt, suchte Dentsply Sirona nach einer besseren Möglichkeit, Änderungen an Quellcodes zu verfolgen und den Code gleichzeitig unter Versionskontrolle zu halten.

## Die Lösung

Die Bereiche Dentsply Sirona Imaging, CAD/CAM und Treatment Centers haben sich deshalb für die Software Polarion von Siemens PLM Software entschieden, die heute umfassend im Bereich bildgebender Systeme eingesetzt wird. Derzeit nutzen regelmäßig 20 bis 30 Personen die Polarion-Lösung. Demnächst soll sie auf 40 bis 50 Personen erweitert werden. Die Professional Services von Siemens PLM Software waren maßgeblich an der Implementierung beteiligt. „Dentsply Sirona Imaging, CAD/CAM und Treatment Centers setzen Polarion-Lösungen nicht nur ein, um Vorschriften wie die FDA oder die IEC62304 einzuhalten, sondern auch, um den Entwicklungsprozess für alle Beteiligten transparenter zu gestalten“, so Dalpiaz. „Wir haben mithilfe eines Polarion-Experten von Siemens PLM Software eine maßgeschneiderte Lösung entwickelt und gemeinsam in unserem Werk in Bensheim implementiert. Dabei wurden wir von einem weiteren Berater unterstützt, der benutzerdefinierte Berichte, Skripte und Plug-Ins umsetzte. Unmittelbar nach dem Import der zu diesem Zeitpunkt vorhandenen Daten fingen wir an, das Tool mit einer begrenzten

Anzahl von Anwendern zu nutzen.“ Der Rollout dauerte sechs Monate - vom ersten Datenimport bis zur Anwendung im vollen Umfang (als beispielsweise Reports fertiggestellt werden konnten).

## Die Vorteile

Zu den Hauptvorteilen für Dentsply Sirona zählen die einheitliche Struktur, die einfache Rückverfolgbarkeit zum Nachweis der Compliance, die unkomplizierte Verwaltung, die Möglichkeit, benutzerspezifische Anforderungen umzusetzen, und die Erschwinglichkeit der Lösung. „Wir waren auf der Suche nach einer durchgängigen Lösung für die Dokumentation und Rückverfolgbarkeit von den ersten Anforderungen bis zum Test“, so Dalpiaz. „Die Rückverfolgbarkeit ist aus unserer Sicht kein Alleinstellungsmerkmal, aber da sie in Polarion sehr einfach zu handhaben ist, war sie in unserer Entscheidungsfindung ein kritischer Faktor. Polarion ist TÜV ISO26262-zertifiziert – auch wenn es keine eindeutigen Standards in der Medizintechnik gibt, ist das hilfreich, denn die ISO26262 ist noch strikter. Die Reports und die Flexibilität beeindrucken ebenfalls. Die Lösung von Siemens PLM Software sticht mit ihrem Ansatz im Vergleich zu anderen Tools heraus.“ Zudem erreichte Dentsply Sirona Zeit- und Kostenersparnisse. „Viele unserer Stakeholder waren begeistert, dass Polarion webbasiert ist, insbesondere die IT“, so Dalpiaz. „Das erspart eine Menge Arbeit bei der Konfiguration der Computer von Kunden. Zudem sind die Lizenz- und Wartungskosten niedriger als bei vergleichbaren Tools.“ Dentsply Sirona Imaging, CAD/CAM und Treatment Centers profitierte vor allem von den Professional Services sowie dem technischen Support von Siemens PLM Software:

## Ausblick

Dalpiaz sieht eine Erweiterung der Software vor allem für die Bereiche Tests, Testmanagement sowie Variantenmanagement. „Bisher lag unser Fokus auf dem Anforderungsmanagement“, sagt Dalpiaz. „Wir wissen aber, dass die Lösung auch Tests abbildet und Funktionen für das Variantenmanagement umfasst. Wir würden gerne eine optimale Test-Coverage für verschiedene Varianten erhalten. Wir denken daran, die Polarion-Produkte künftig auch zur Unterstützung dieser Bereiche zu nutzen.“

# Fünf Faktoren für sichere Software

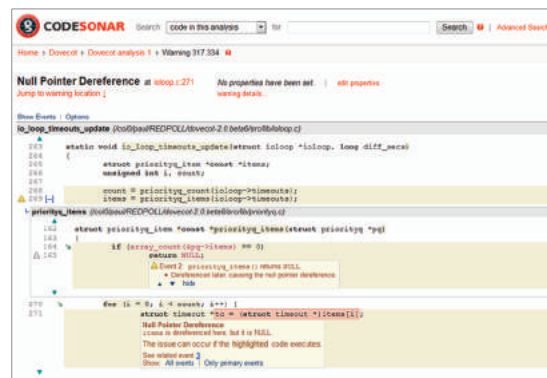
Mit dem Internet of Things explodiert die Zahl der Internet-fähigen Geräte. Und damit auch die Möglichkeit für Cyberkriminelle, diese **Devices als Angriffsvektoren** zu nutzen. Entwickler und Hersteller sind damit gefordert, an ihren **Code und ihre Produkte deutlich strengere Sicherheitsanforderungen** zu stellen als bislang. Dabei spielen **fünf Aspekte** eine wichtige Rolle.

MARK HERMELING, Senior Director Product Marketing, GrammaTech

**E**in Mensch stirbt, weil Angreifer seinen Herzschrittmacher aus der Ferne deaktiviert haben. Das Szenario klingt wie aus einem Science-Fiction-Film, ist aber potenziell heute möglich. So kam es Ende August dieses Jahres zu einer Rückrufaktion des Pharmakonzerns Abbott, weil eine Sicherheitslücke einen Herzschrittmacher über Funk angreifbar macht. Und das ist kein Einzelfall, bereits im Oktober 2016 warnte der Hersteller Johnson & Johnson vor einer Sicherheitslücke in einer Insulinpumpe des Unternehmens. Auch wenn die Beispiele aus der Medizintechnik eine besondere Nutzung des IoT darstellen, wird deutlich: An IoT-Geräte müssen andere Maßstäbe angelegt werden als an herkömmliche Clients. Denn nichts anderes sind IoT-Devices zunächst - Clients, die Daten über das Internet senden und empfangen. Und diese Geräte mit den in der IT üblichen Methoden zu schützen, ist schlicht nicht möglich. Viele IoT-Geräte sind mit sehr geringen Übertragungskapazitäten mit dem Internet verbunden. Für Softwareupdates sind die Kapazitäten zu gering. Darüber hinaus sind die meisten IoT-Geräte weit verteilt oder auch mobil. Firewalls wie in der sonstigen IT scheiden somit aus. Sicherheit muss also ein Designprinzip werden. Eine wichtige Rolle nimmt dabei die statische Codeanalyse als fortlaufendes Korrektiv im Prozess ein: Bei der statischen Analyse wird die Software nicht ausgeführt, sondern ein Modell erzeugt, das geprüft werden kann. Und damit auch mögliche Error Conditions, die in Testszenarien in der Regel nicht auftreten, aber dennoch später für Probleme sorgen können. Um sicheren Code zu erzeugen, sollten sich die Entwicklerteams fünf Prinzipien zu eigen machen.

[www.grammatech.com](http://www.grammatech.com) ■

**Strukturierte Informationen zu gefundenen Fehlern helfen den Entwicklern dabei, diese frühzeitig und schnell zu beheben - bevor große Kosten entstehen.**

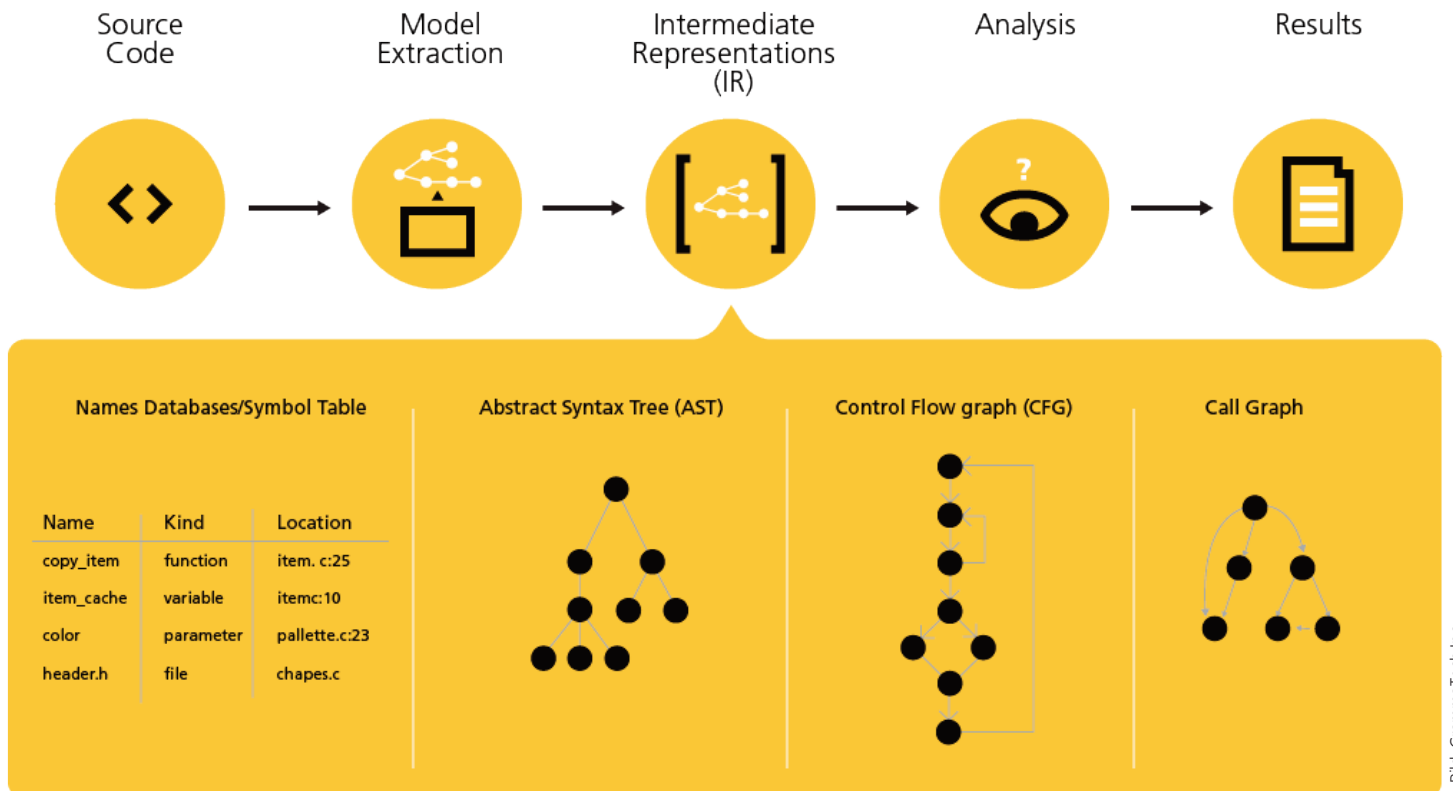


## 1. Vorgehensmodell festlegen

Aus Zeitmangel und aufgrund unklarer Vorgaben werden immer wieder die grundlegenden Vorarbeiten bei der Software-Entwicklung vernachlässigt. Dazu gehört, ein Vorgehensmodell festzulegen und zu etablieren, dass man den Software Development Lifecycle in einzelne Phasen gliedert. Innerhalb dieser Phasen sollte auch das Testing und die Codeanalyse fest als fortlaufender Prozess zur Qualitätssicherung eingeplant werden. Vor allem in den frühen Phasen der Software-Entwicklung ist meist noch kein wirklicher Code existiert. Hier ist es umso wichtiger, mit statischer Analyse den Code auf Fehler zu untersuchen. Schwerwiegende Programmierfehler wie Null Pointer Deferencences oder Buffer Overruns könnten durch statische Analyse erkannt und frühzeitig behoben werden. Hier gilt die Regel: Je früher ein Fehler gefunden wird, desto geringer sind die Folgekosten.

## 2. Werkzeuge und Methodik

Mit welchen Werkzeugen und Methoden die Entwickler arbeiten, steht in vielen Fällen fest, bevor die Projektspezifikationen definiert sind. Das kann unter Umständen zu Lasten der Produktivität und auch der Qualität gehen. Nicht alle Ansätze und Tools eignen sich gleichermaßen für alle Projekte. Zudem sollte darauf geachtet werden, dass wesentliche Elemente des SDLC wie Codereviews eng in den Arbeitsablauf der Entwickler eingebunden sind. Idealerweise kann die Code-Analyse direkt in die IDE der Developer integriert werden, hier gibt es seitens der Hersteller bereits einige Angebote. So kann zum Beispiel Codesonar von GrammaTech in die Wind River Workbench integriert werden, die Entwickler müssen somit die Workbench nicht mehr verlassen.



Bei der statischen Analyse wird der Code nicht ausgeführt, sondern alle möglichen Zustände in einem Modell überprüft.

### 3. Standards und Richtlinien

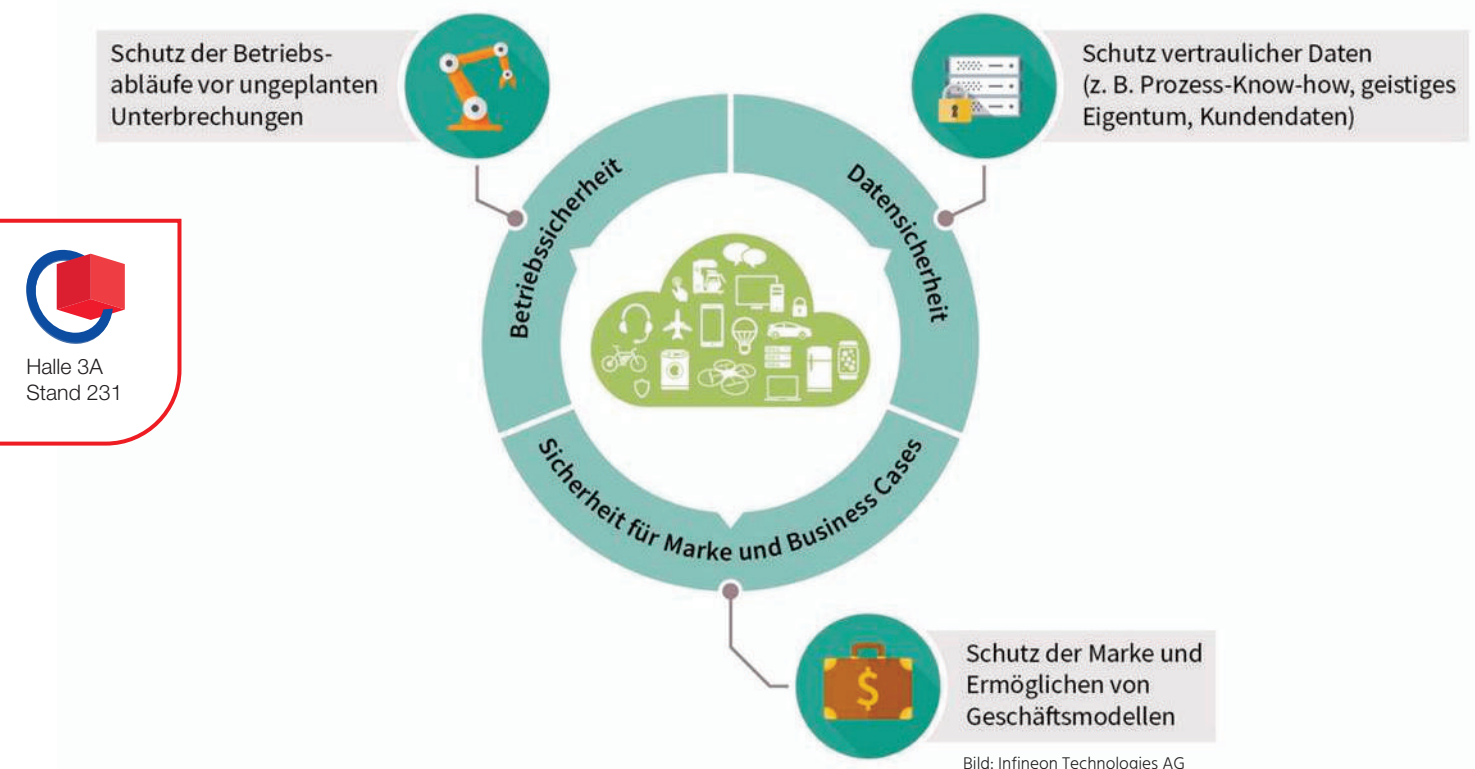
Jedes Entwicklerteam sollte über ein Mindestmaß an Standards verfügen, die verbindlich vorgeschrieben sind. Dazu gehören einschlägige Normen und Branchenvorgaben wie MISRA-C in der Automotive-Branche. Aber auch interne Richtlinien wie ein Benennungssystem für Variablen fallen unter diese Rubrik. Werden die Standards nicht strikt eingehalten, kann dem fertigen Code in vielen Branchen die Zulassung verweigert werden. Darum schreibt etwa MISRA-C vor, dass die Einhaltung durch den Einsatz von statischer Analyse zu gewährleisten ist. Tools zur statischen Codeanalyse lassen sich dazu mit frei definierbaren Checks auf den jeweils benötigten Rahmen anpassen. Für die üblichen Standards stehen zahlreiche Checks vordefiniert bereit. Auch hier ist es sinnvoll, das Analysetool mit dem Build-System als vertrauenswürdige Quelle zu integrieren.

### 4. Externer Code

VDC Research ermittelte 2016 in einer Studie, dass im Embedded-Bereich fast 45 Prozent der Code-Basis aktueller Projekte von Dritten stammt. Dadurch entsteht in der Software Supply Chain ein unwägbares Risiko: Ist der Code aus externen Quellen sicher und entspricht er den eigenen Standards? Eine manuelle Prüfung mag bei Quellcode zumindest theoretisch noch möglich sein, bei binären Dateien kommt man so nicht weiter. Es ist also auf jeden Fall sinnvoll, Code aus externen Quellen ebenso zu überprüfen wie die eigene Entwicklungsarbeit. Dazu empfehlen fast alle Standards ab einer gewissen Kritikalität der Anwendung den Einsatz von statischer Analyse. Die meisten Tools sind aber nicht in der Lage, binären Code hinreichend zu analysieren. Codesonar von GrammaTech kann sowohl Binärcode als auch Quellcode auf Schwachstellen untersuchen.

### 5. Strukturierte Code-Reviews

Für die Qualität der Software und für deren Sicherheit ist entscheidend, dass möglichst alle Fehler gefunden werden. Sicher wird es ab einer gewissen Komplexität niemals eine völlig fehlerfreie Software geben. Doch jede Schwachstelle, die von einem Angreifer ausgenutzt werden kann, zieht Folgekosten nach sich und schadet dem Ruf des Unternehmens. Deswegen sollte der Code strukturiert mittels Testing und statischer Analyse auf Herz und Nieren überprüft werden. Regelmäßige Reviews mit einer angemessenen Feedback-Schleife von den ersten Codezeilen bis hin zur Endabnahme vor der Auslieferung kosten zwar Zeit, beschleunigen aber unterm Strich die Time-to-Market und senken den Wartungsaufwand.



# Anker werfen

**Geräte** in **Smart Factories** müssen flexibel auf neue Anforderungen reagieren können. Auf der anderen Seite müssen Mechanismen vorgesehen sein, die es ermöglichen, die Software auf den Geräten zu aktualisieren. Die Herausforderung für Gerätehersteller besteht darin, Geräte mit der Fähigkeit eines (remote) **Software-Updates** auszustatten **ohne** dabei die **Sicherheit und Safety** der Smart Factory zu **gefährden**. Eine Technologie, die maßgeblich zur **Absicherung** des **Software-Update-Prozesses** beiträgt, sind **Hardwarebasierte Vertrauensanker**.

DR. JOSEF HAID, Leiter des technischen Marketings für Plattformensicherheit, Infineon Technologies AG

**S**oftware Updates werden normalerweise über ein Broadcast-Modell verteilt. Das bedeutet, dass ein Software Update Data Set, informell auch als 'Software Update' bezeichnet, erzeugt (A) und an die Zielgeräte übertragen (B) wird. Das Software Update Data Set wird anschließend auf das Gerät heruntergeladen (1). Der Download kann manuell oder automatisch eingeleitet werden. Das heruntergeladene Software Update Data Set wird anschließend auf Authentizität und Integrität geprüft. Diese Prüfung ist besonders wichtig, um das Gerät gegen die Installation nicht autorisierter und/oder manipulierter Software Images zu schützen; dabei wird festgestellt, ob das Software Data Set von einem autorisierten Unternehmen stammt. Nach erfolgreicher Prüfung wird das Software Image an seiner Endposition im Gerätespeicher installiert (3). Zum Abschluss aktiviert das Gerät das neue Software Image. Dies erfolgt normalerweise über einen Bootloader nach dem Zurücksetzen des Geräts.

## Eigenschaften und Implementierung eines Software Update Data Set

Bei vielen der heutigen Geräte muss der Benutzer vor der Installation des Software Image ein Passwort eingeben. Zusätzlich kann die Integrität der Software geschützt werden, beispielsweise durch Implementieren einer Hash-Summe. Was in vielen Fällen fehlt, ist ein starker Nachweis dafür, dass das Software Update Image von einer autorisierten Partei herausgegeben wurde, etwa dem Hersteller des Geräts. In Zukunft wird das Konzept des Passwortschutzes ersetzt oder ergänzt durch Verwendung kryptographischer Mechanismen, die eine Prüfung auf Authentizität und Integrität, die Einhaltung von Richtlinien (Policy Enforcement) sowie den Schutz der Vertraulichkeit ermöglichen. Zusätzlich zu den Maßnahmen am Gerät selbst muss der Hersteller auch die Software Update Data Sets erstellen. Dazu gehört auch das Signieren der Metadaten und ggf. das Verschlüsseln des Software Images.

## Hardwarebasierte Sicherheit

Hardwarebasierte Sicherheit, d.h. der Einsatz von Security ICs wie Optiga Trust X, erweitert die traditionellen ausschließlich auf Software basierenden Ansätze zur Absicherung von Geräten. Denn leider hat Software verschiedene inhärente und wesentliche Schwächen. Software ist geschriebener Code, und Code kann gelesen und analysiert werden. Sobald er analysiert ist, kann er entsprechend den Vorstellungen des Angreifers modifiziert werden. Und wenn ein Gerät mit modifizierter Software neu programmiert wird, können der Authentifizierungsprozess und die Systemintegrität 'geknackt' werden. Eine weitere potenzielle und ernstzunehmende Schwäche rein Softwarebasierter Lösungen ist die inadäquate Speicherung geheimer Schlüssel in den verschiedenen Prozess- und Produktionsschritten. Normalerweise können Angreifer die in die Software integrierten oder anderweitig in lesbarer Form gespeicherten Schlüssel sehr einfach ermitteln. Software kann jedoch durch Hardware geschützt werden. Abgesicherte Hardware schützt die Verarbeitung und die Speicherung von Code mithilfe von Verschlüsselung, Fehler- und Manipulationserkennung und der abgesicherten Speicherung von Code und Daten. Software wird somit durch die Kombination mit abgesicherter Hardware vertrauenswürdig.

## Ausblick

Die Optiga-Produkte von Infineon bieten kryptographische Mechanismen für abgesicherte Softwareupdates. Das Portfolio umfasst schlüsselfertige Lösungen aus individuell zugeschnittenen Befehlssätzen auf dem Sicherheits-IC, Host-Prozessor-Bibliotheken und Dienste zur Personalisierung von Schlüsseln. Durch Verwendung dieser individuell zugeschnittenen Optiga Produkte kann der Integrationsaufwand für Hersteller vernetzter Geräte erheblich verringert werden. Das liegt daran, dass viele der sicherheitskritischen Funktionen bereits durch die Hardwarebasierte Lösung bereitstehen. Der Gerätehersteller kann damit den Schwerpunkt seiner Implementierungsaufgabe auf die eigentliche Anwendung legen, statt sich intensiv mit den verschiedenen Algorithmen und Sicherheitsimplementierungen auseinanderzusetzen, da diese in der geschützten Umgebung des Chips gehandhabt werden.

[www.infineon.com/security](http://www.infineon.com/security) ■

## Den Prozess implementieren

Basierend auf den Grundlagen der Absicherung eines Software-Update-Prozesses kann das einfache Ablaufdiagramm (Bild 2) präzisiert und durch weitere Details erweitert werden. Die Hauptkomponenten auf dem Gerät sind der Microcontroller (MCU), der nichtflüchtige Speicher (optional im Mikrocontroller eingebettet) und ein Sicherheits-IC, beispielsweise Optiga Trust X von Infineon. Sensoren und Aktoren vervollständigen das Design. Die Herausforderung liegt darin, den abgesicherten Software-Update-Prozess auf der Architektur des Geräts abzubilden. Eine sehr wahrscheinliche Methode ist in Bild 3 dargestellt. Sie zeigt, wie das Software Update Data Set zwischen den verschiedenen Komponenten verarbeitet wird.

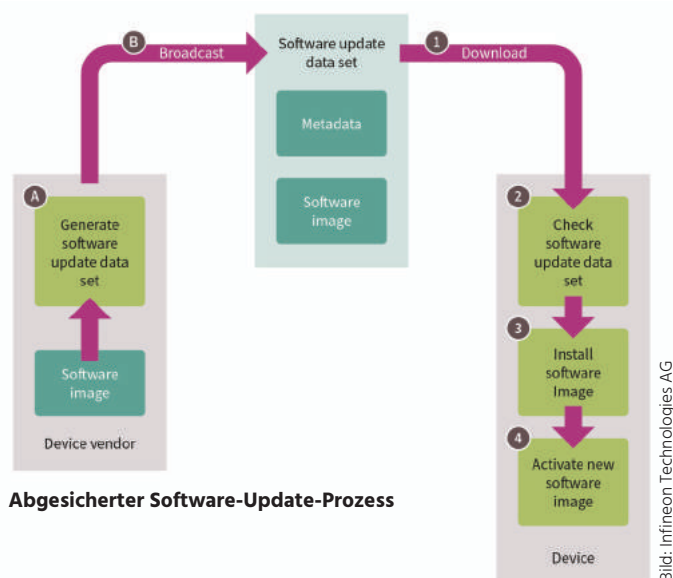
**Schritt (1):** Abgesicherte Speicherung des öffentlichen Schlüssels und abgesicherte Verifizierung der Metadaten-Signatur im Security IC (z.B. Optiga Trust X).

**Schritt (2):** Abgesicherte Speicherung und Handhabung des Update Master Key zur Entschlüsselung des Software Image im Security IC (z.B. Optiga Trust X).

**Schritt (3):** Kopieren des Software Update Image auf die Zielposition

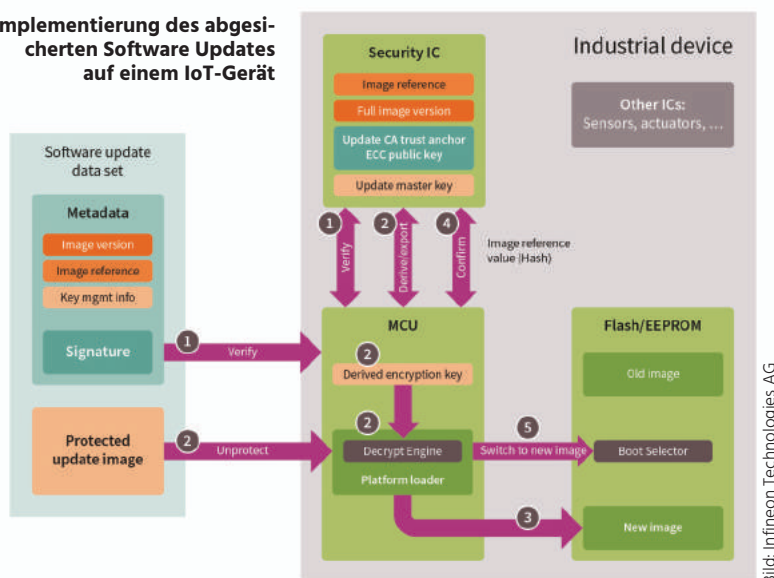
**Schritt (4):** Prüfen der Integrität des Software Image und Aktivieren des neuen Software Image

**Schritt (5):** Aktivierung des neuen Software Image



Abgesicherter Software-Update-Prozess

### Implementierung des abgesicherten Software Updates auf einem IoT-Gerät



# ATX-, Mini-, Micro-, Nano- und Pico-Mainboards



| Anbieter                                 | Internet-Adresse                  | Produktbezeichnung(en)                           | Formfaktorbezeichnung / Maße                   |
|------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| <b>Advantech Europe BV</b>               | www.advantech.de                  | AIMB-Serie                                       | ATX, Mini-ITX; Micro-ATX                       |
| AMC Analytik & Messtechnik               | www.amc-systeme.de                | AIMB-2xx/5xx/7xx, ASMB-3xx/7xx/8xx/9xx           | Mini-ITX, Micro-ATX, ATX, EATX                 |
| Axiomtek Deutschland                     | axiomtek.com                      | MANO111                                          | Mini-ITX                                       |
| Axiomtek Deutschland                     | axiomtek.com                      | MANO871                                          | Mini-ITX                                       |
| Axiomtek Deutschland                     | axiomtek.com                      | NANO100                                          | Nano-ITX                                       |
| Axiomtek Deutschland                     | axiomtek.com                      | NANO831                                          | Nano-ITX (120 mm x 120 mm)                     |
| Axiomtek Deutschland                     | axiomtek.com                      | PICO830                                          |                                                |
| Bicker Elektronik                        | www.bicker.de                     | ASRock, Fujitsu (FTS), Perfectron, Avalue        | (-) mITX, µATX, ATX, Nano-ITX; UTX, usw.       |
| Bressner Technology                      | www.bressner.de                   | EMB-B75A                                         | Mini-ITX                                       |
| Bressner Technology                      | www.bressner.de                   | IMBA-Q77                                         | ATX                                            |
| Bressner Technology                      | www.bressner.de                   | RUBY-D717VG2AR                                   | ATX                                            |
| Comp-Mall                                | www.comp-mall.de                  | KINO-AH611                                       | Mini-ITX                                       |
| Comp-Mall                                | www.comp-mall.de                  | IMB-H610                                         | ATX                                            |
| Comp-Mall                                | www.comp-mall.de                  | IMBA-Serie, IMB-Serie, KINO-Serie                | ATX, Micro-ATX, Mini-ITX                       |
| E.E.P.D.                                 | www.eepd.de                       |                                                  | Mini ITX                                       |
| E.E.P.D.                                 | www.eepd.de                       | Profive G95                                      | 198 x 220 mm                                   |
| epis Automation                          | www.epis-automation.com           | AIMB-784G2                                       | ATX                                            |
| F&S Elektronik Systeme                   | www.fs-net.de                     | SBC armStoneA9                                   | Pico-ITX 100x72x15 mm                          |
| F&S Elektronik Systeme                   | www.fs-net.de                     | SBC armStoneA5                                   | Pico-ITX 100x72x15 mm                          |
| Fujitsu Technology Solutions (FTS)       | www.ts.fujitsu.com                | D3348-B (iC612)                                  | ATX                                            |
| Fujitsu Technology Solutions (FTS)       | www.ts.fujitsu.com                | D3434-S (iH110)                                  | Mini-ITX                                       |
| Fujitsu Technology Solutions (FTS)       | www.ts.fujitsu.com                | D3474-B (iH110)                                  | Thin Mini-ITX                                  |
| Fujitsu Technology Solutions (FTS)       | www.ts.fujitsu.com                | D3402-B (iQ170)                                  | µATX                                           |
| Fujitsu Technology Solutions (FTS)       | www.ts.fujitsu.com                | D3417-B µATX                                     | µATX                                           |
| ICP Deutschland                          | www.icp-deutschland.de            | IMBA                                             | ATX                                            |
| ICP Deutschland                          | www.icp-deutschland.de            | IMBA-Serie, IMB-Serie, KINO-Serie                | ATX, Micro ATX, Mini-ITX                       |
| ICP Deutschland                          | www.icp-deutschland.de            | IMB                                              | Micro-ATX                                      |
| ICP Deutschland                          | www.icp-deutschland.de            | KINO                                             | Mini-ITX                                       |
| IIE Ing.-Büro f. Industrie-Elektronik    | www.iie.de                        | diverse                                          | ATX, Micro-ATX, Mini-ITX                       |
| IIE Ing.-Büro f. Industrie-Elektronik    | www.iie.de                        | IMB-Q670-R20                                     | Micro ATX                                      |
| IIE Ing.-Büro f. Industrie-Elektronik    | www.iie.de                        | IMB-H810-i2                                      | micro ATX                                      |
| INCOstartec                              | www.incostartec.com               | LILLY-Mini Base xx                               | 55x61 bis 173x98, pico-ITX 100x72 u. EURO Card |
| Industrial Computer Source (Deutschland) | www.ics-d.de                      | EL620-C                                          | ATX Mainboard                                  |
| Industrial Computer Source (Deutschland) | www.ics-d.de                      | EMB-QM87A                                        | Mini-ITX                                       |
| Industrial Computer Source (Deutschland) | www.ics-d.de                      | PICO-CV01                                        | Pico-ITX                                       |
| IPC2U                                    | ipc2u.de/catalog/imba-q870-i2-r10 | IMBA-Q870-i2                                     | ATX                                            |
| Kontron                                  | www.kontron.de                    | KTQ67/Flex-MED                                   | Flex-ATX 22,86 x 19,05 cm                      |
| Kontron                                  | www.kontron.de                    | mITX-E38                                         | Mini-ITX                                       |
| Kontron                                  | www.kontron.de                    | pITX-E38                                         | Pico-ITX                                       |
| Plug-In Electronic                       | www.plugin.de                     | M-342                                            | ATX                                            |
| Plug-In Electronic                       | www.plugin.de                     | GMB-Q8710-LLVA                                   | ATX                                            |
| Plug-In Electronic                       | www.plugin.de                     | GMB-C2165-LLVA                                   | ATX                                            |
| powerBridge Computer Vertriebs           | www.powerbridge.de                |                                                  | EBX, Micro-ATX, PC/104, ComExpress, Mini-ITX   |
| Rutronik Elektronische Bauelemente       | www.rutronik.com                  | Advantech, Fujitsu Tec., Konton, Supermicro, VIA | mini-ITX, micro-ATX, Flex-ATX, ATX, E-ATX, SSI |
| Spectra                                  | www.spectra.de                    | H81H3-IA1                                        | ATX                                            |
| Spectra                                  | www.spectra.de                    | H11H4-IA1                                        | ATX                                            |
| Spectra                                  | www.spectra.de                    | MB990VF                                          | ATX-Mainboard mit Intel Q170 Chipsatz          |
| Spectra                                  | www.spectra.de                    | MI990VF-X28                                      | Mini-ITXe mit Intel CM236 Chipsatz             |
| Spectra                                  | www.spectra.de                    | LP-1747 mit i7-5650 (Broadwell)                  | Pico-ITX                                       |
| TQ-Systems                               | www.tq-group.com                  | MB-COME-1 for COM Express Modules Typ 2          | Mini-ITX                                       |

| Prozessor-Takt  |                   |             |            |                            | Speicher                  |                           | Embedded-Betriebssysteme |      |     |      |         |                |                     | Schnittstellen         |                       |                  |                       |      |        |       |                          |                              |                         |                        |                               |                          |                   |   |
|-----------------|-------------------|-------------|------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|------|-----|------|---------|----------------|---------------------|------------------------|-----------------------|------------------|-----------------------|------|--------|-------|--------------------------|------------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------------|--------------------------|-------------------|---|
| 201 bis 500 MHz | 501 bis 1.000 MHz | 1 bis 2 GHz | über 2 GHz | Mehrproz. o. Multicore-CPU | Minimaler Arbeitsspeicher | Maximaler Arbeitsspeicher | Linux (Varianten)        | OS-9 | QNX | RTOS | VxWorks | Windows CE.net | Windows XP embedded | andere Betriebssysteme | RS232 / RS422 / RS485 | USB 2.0 bzw. 3.0 | PS/2 Keyboard + Mouse | IrDA | Grafik | Audio | Drahtlose Schnittstellen | Massenspeicherschnittstellen | Erweiterungssteckplätze | Digitale Ein-/Ausgänge | Trusted Platform Module (TPM) | Ethernet 10 / 100 Mbit/s | Ethernet 1 Gbit/s |   |
|                 |                   | •           | •          |                            | 2 MB                      | 16 MB                     |                          |      | •   |      |         | •              | •                   |                        | •                     | 4                | •                     |      | •      | •     |                          | •                            | •                       |                        |                               |                          | •                 |   |
|                 |                   | •           | •          | •                          | 2 GB                      | 64 GB                     | •                        |      | •   |      |         |                | •                   | •                      | •                     | •                | •                     |      | •      | •     | •                        | •                            | •                       | •                      |                               | •                        | •                 |   |
|                 |                   |             | •          |                            | 512 MB                    | 16 GB                     | •                        |      |     |      |         | •              | •                   | •                      | •                     | 11               |                       |      | •      | •     |                          | •                            | •                       | •                      |                               | •                        | •                 |   |
|                 |                   |             |            | •                          | 512 MB                    | 16 GB                     | •                        |      |     |      |         | •              | •                   | •                      | •                     | 4x 3.0, 4x 2.0   |                       |      | •      |       |                          | •                            | •                       | •                      |                               | •                        | •                 |   |
|                 |                   | •           |            |                            | 512 MB                    | 4 GB                      | •                        |      |     |      |         |                | •                   | •                      | •                     | 6                |                       |      | •      | •     |                          | •                            | •                       | •                      |                               | •                        | •                 |   |
|                 |                   |             |            | •                          | 512 MB                    | 4 GB                      | •                        |      |     |      |         | •              | •                   | •                      | •                     | 6                |                       |      | •      | •     |                          | •                            | •                       | •                      |                               | •                        | •                 |   |
|                 |                   |             |            | •                          | 512 MB                    | 4 GB                      | •                        |      |     |      |         | •              | •                   | •                      | •                     | 4                |                       |      | •      | •     |                          | •                            |                         |                        |                               | •                        | •                 |   |
|                 | •                 | •           | •          |                            | 512 MB                    | 16 GB                     | •                        |      |     |      |         | •              | •                   | •                      | •                     | •                | •                     |      | •      | •     | •                        | •                            | •                       | •                      |                               | •                        | •                 |   |
|                 |                   |             |            | •                          | 2 GB                      | 16 GB                     | •                        |      |     |      |         | •              | •                   | •                      | •                     | 6x 2.0, 4x 3.0   | •                     |      |        | •     |                          |                              |                         |                        |                               |                          | •                 |   |
|                 |                   |             |            | •                          | 2 GB                      | 32 GB                     | •                        |      |     |      |         | •              | •                   | •                      | •                     | 8x 2.0, 4x 3.0   | •                     |      |        | •     |                          |                              |                         |                        |                               |                          | •                 |   |
|                 |                   |             |            | •                          | 2 GB                      | 32 GB                     | •                        |      |     |      |         | •              | •                   | •                      | •                     | 12x              | •                     |      |        |       | •                        |                              |                         |                        |                               |                          | •                 |   |
|                 |                   |             |            | •                          |                           | 16 GB                     | •                        |      |     |      |         | •              | •                   | •                      | •                     | 6 extern, 2 int. | •                     |      |        | •     | •                        |                              | •                       | •                      |                               | TPM                      | •                 | • |
|                 |                   |             |            | •                          |                           | 16 GB                     | •                        |      |     |      |         | •              | •                   | •                      | •                     | 6                | •                     |      |        | •     | •                        |                              | •                       | •                      | •                             | TPM                      | •                 | • |
| •               | •                 | •           | •          | •                          | 512 MB                    | 64 GB                     | •                        |      |     |      |         | •              | •                   | •                      | •                     | bis zu 12        | •                     | •    | •      | •     | •                        | •                            | •                       | •                      | •                             | TPM                      | •                 | • |
|                 |                   | •           | •          |                            |                           | 32 GB                     | •                        |      |     |      |         |                |                     | •                      |                       | 5x 3.0, 9x 2.0   |                       |      |        |       |                          |                              |                         |                        |                               |                          | •                 |   |
|                 |                   | •           | •          |                            |                           | 16 GB                     | •                        |      |     |      |         |                | •                   |                        | •                     | 4x 3.0, 9x 2.0   |                       |      | •      | •     |                          | •                            | •                       |                        |                               |                          | •                 |   |
|                 |                   |             | •          |                            |                           | 32 GB                     | •                        |      |     |      |         |                |                     | •                      | •                     | 9x               | •                     |      |        |       |                          |                              |                         |                        |                               |                          | •                 |   |
|                 |                   | •           |            |                            | 1 GB                      | 4 GB                      | •                        |      |     |      |         |                |                     | •                      |                       | 5x               |                       |      |        |       | •                        |                              | •                       |                        | •                             |                          | •                 | • |
| •               |                   |             |            | •                          | 256 MB                    | 512 MB                    | •                        |      |     |      |         |                |                     | •                      |                       | 3x               |                       |      |        |       | •                        |                              | •                       |                        | •                             |                          | •                 |   |
|                 |                   |             | •          |                            |                           | 512GB;128GB               |                          |      |     |      |         |                |                     |                        |                       | 4x 2.0 / 2x 3.0  | •                     |      |        |       | •                        |                              |                         |                        |                               | IPS                      | •                 |   |
|                 |                   |             | •          |                            |                           | 32 GB                     | •                        |      |     |      |         |                |                     |                        | •                     | 3x 2.0 / 2x 3.0  | •                     |      |        | •     | •                        |                              | •                       |                        |                               | IPS                      | •                 |   |
|                 |                   |             | •          |                            |                           | 32 GB                     | •                        |      |     |      |         |                |                     | •                      | •                     | 2x 2.0 / 2x 3.0  | •                     |      |        | •     | •                        |                              | •                       |                        |                               | IPS                      | •                 |   |
|                 |                   |             | •          |                            |                           | 64 GB                     | •                        |      |     |      |         |                |                     |                        | •                     | 2x 2.0 / 4x 3.0  | •                     |      |        | •     | •                        |                              | •                       |                        |                               | IPS                      | •                 |   |
|                 |                   |             | •          |                            |                           | 64 GB                     | •                        |      |     |      |         |                |                     |                        | •                     | 2x 2.0 / 4x 3.0  | •                     |      |        | •     | •                        |                              | •                       |                        |                               | IPS                      | •                 |   |
|                 |                   | •           | •          | •                          | 1 GB                      | 32 GB                     | •                        |      |     |      |         | •              | •                   | •                      | •                     | 12               | •                     | •    | •      | •     | •                        | •                            | •                       | •                      | •                             | TPM                      | •                 | • |
| •               | •                 | •           | •          | •                          |                           |                           | •                        |      |     |      |         |                | •                   | •                      |                       |                  |                       |      |        |       |                          |                              |                         |                        |                               |                          |                   |   |
|                 |                   | •           | •          | •                          | 1 GB                      | 32 GB                     | •                        |      |     |      |         |                | •                   | •                      | •                     | 10               | •                     | •    | •      | •     | •                        |                              | •                       | •                      | •                             |                          | •                 | • |
|                 |                   | •           | •          | •                          | 1 GB                      | 16 GB                     | •                        |      |     |      |         | •              | •                   | •                      | •                     | 10               | •                     |      | •      |       |                          |                              | •                       | •                      | •                             | TPM                      | •                 | • |
| •               | •                 | •           | •          | •                          | 64 MB                     |                           | •                        | •    | •   | •    | •       | •              | •                   | •                      | •                     | 1 bis ???        | •                     | •    | •      | •     | •                        | •                            | •                       | •                      | •                             |                          | •                 | • |
|                 |                   |             |            | •                          |                           | 32 GB                     |                          |      |     |      |         |                |                     |                        | •                     | 10x              | •                     |      | •      | •     |                          | •                            | •                       |                        |                               |                          |                   |   |
|                 |                   |             |            | •                          | 2 GB                      | 16 GB                     |                          |      |     |      |         |                |                     |                        | •                     | 2 x 3.0          | •                     |      | •      | •     |                          | •                            | •                       |                        |                               |                          |                   |   |
| •               | •                 | •           | •          | •                          | 128 MB                    | 32 GB                     | •                        |      |     |      |         | •              | •                   | •                      | •                     | 3                |                       |      | •      | •     |                          | •                            | •                       | •                      |                               | •                        | •                 |   |
|                 |                   |             |            | •                          | 4 GB                      | 17 GB                     |                          |      |     |      |         |                |                     |                        | •                     | 2.0/11 ports     | •                     |      |        | •     | •                        | •                            | •                       | •                      |                               |                          |                   |   |
|                 |                   |             |            | •                          |                           | 16 GB                     |                          |      |     |      |         |                |                     |                        | •                     | 10               | •                     |      |        | •     | •                        |                              | •                       | •                      | •                             |                          |                   |   |
|                 |                   | •           |            |                            |                           | 2 GB                      |                          |      |     |      |         |                |                     |                        | •                     | 2.0 x 5          |                       |      |        | •     | •                        |                              | •                       |                        | •                             |                          | •                 |   |
|                 |                   |             |            | •                          |                           | 32 GB                     | •                        |      |     |      | •       |                | •                   | •                      | •                     | 12               |                       |      |        | •     | •                        |                              | •                       | •                      |                               |                          | •                 | • |
|                 |                   |             |            | •                          |                           | 8 GB                      | •                        |      |     |      |         | •              |                     | •                      | •                     | 7x 2.0, 1x 3.0   |                       |      |        | •     | •                        |                              | •                       | •                      | •                             |                          | •                 | • |
|                 |                   |             |            | •                          |                           | 8 GB                      | •                        |      |     |      | •       |                |                     | •                      | •                     | 3x 2.0 und 1x 2  |                       |      |        | •     | •                        |                              | •                       | •                      | •                             |                          | •                 | • |
|                 |                   |             | •          |                            |                           | 16 GB                     | •                        |      |     |      |         |                | •                   | •                      | •                     | 12 x 2.0         | •                     |      |        | •     | •                        |                              | •                       | •                      |                               |                          | •                 | • |
|                 |                   |             | •          |                            |                           | 32 GB                     | •                        |      |     |      |         |                |                     | •                      | •                     | 12               | •                     |      |        | •     | •                        |                              | •                       | •                      |                               |                          |                   | • |
|                 |                   |             | •          |                            |                           | 32 GB                     | •                        |      |     |      |         |                |                     | •                      | •                     | 10               | •                     |      |        | •     | •                        |                              | •                       | •                      |                               |                          |                   | • |
| •               | •                 | •           | •          | •                          | 256 MB                    | 16 GB                     | •                        | •    | •   |      |         | •              | •                   |                        | •                     | bis zu 8 Ports   | •                     |      |        | •     | •                        | •                            | •                       | •                      |                               |                          | •                 | • |
|                 | •                 | •           | •          | •                          |                           |                           | •                        |      | •   |      | •       | •              | •                   |                        | •                     | •                | •                     |      |        | •     | •                        |                              | •                       | •                      | •                             |                          | •                 | • |
|                 |                   |             |            | •                          | 2 GB                      | 16 GB                     | •                        |      |     |      |         |                | •                   | •                      | •                     | 2x 2.0, 2x 3.0   | •                     |      |        | •     | •                        |                              | •                       | •                      | •                             | TPM                      |                   | • |
|                 |                   |             |            | •                          | 2 GB                      | 16 GB                     | •                        | •    |     |      |         | •              | •                   |                        | •                     | 2x 2.0, 4x 3.0   | •                     |      |        |       | •                        |                              | •                       | •                      | •                             |                          |                   | • |
|                 |                   |             |            | •                          | 4 GB                      | 64 GB                     | •                        | •    |     |      |         | •              | •                   | •                      | •                     | 4x 2.0, 10x 3.0  |                       |      |        | •     | •                        |                              | •                       | •                      | •                             |                          |                   | • |
|                 |                   |             | •          |                            | 2 GB                      | 32 GB                     | •                        |      | •   | •    | •       |                |                     | •                      | •                     | 4x 2.0, 6x 3.0   |                       |      |        | •     | •                        |                              | •                       | •                      |                               |                          |                   | • |
|                 |                   |             | •          |                            | 1 GB                      | 8 GB                      |                          |      |     |      |         | •              | •                   |                        | •                     | 2x 2.0, 2x 3.0   | •                     |      |        | •     | •                        |                              | •                       | •                      |                               |                          |                   | • |
|                 |                   | •           | •          | •                          |                           | 8 GB                      | •                        |      |     |      |         |                | •                   | •                      | •                     | 4x               |                       |      |        | •     | •                        | •                            | •                       | •                      |                               |                          |                   | • |

# 5G unter Tage

Das schwedische Bergbauunternehmen Boliden testet in seinen Minen den neuen Mobilfunkstandard 5G. **Die Bocube-Gehäuse von Bopla schützen die dafür erforderlichen 5G-Antennen** vor den rauen Umgebungsbedingungen Untertage.

NIKOLAI WILKE, Produktmanager Eingabeeinheiten, Bopla Gehäuse Systeme GmbH



Halle 3  
Stand 155

**D**ie Vernetzung von Maschinen und Geräten im Internet der Dinge erfordert die Übertragung sehr großer Datenmengen in äußerst kurzer Zeit. Speziell bei der automatischen, digitalen Steuerung von Sicherheitseinrichtungen ist die Übertragungsgeschwindigkeit der Signale von entscheidender Bedeutung. Ein Beispiel hierfür sind die Fernsteuerung von Maschinen und das Geofencing, bei dem ein virtueller Zaun um eine Maschine deren Betrieb stoppt, sobald sich eine Person dem Gefahrenbereich nähert. Um einen Personenschaden sicher ausschließen zu können, ist hier eine extrem schnelle Signalübertragung mit einer Verzögerung von lediglich ein bis zwei Millisekunden erforderlich. Mit dem derzeitigen Mobilfunkstandard LTE ist dies nicht umzusetzen. Doch ein Nachfolger für LTE steht bereits in den Startlöchern: der neue Standard heißt 5G. Seine Übertragungsgeschwindigkeit wird voraussichtlich das Zehnfache der LTE-Geschwindigkeit betragen und unter anderem die Konnektivität von Maschinen und Geräten wesentlich verbessern.

## 5G im Bergbau

Ein Sektor, der an dem neuen Mobilfunkstandard besonders interessiert ist, ist die Bergbaubranche. Bisher ist eine Mobilfunkkommunikation Untertage nicht möglich. Der Kontakt zwischen den Flözen und den oberirdischen Einrichtungen erfolgt noch über klassischen Radiofunk. Daher führt das schwedische Bergbauunternehmen Boliden in seiner Gold- und Tellurmine in Krankberg umfangreiche Tests mit dem neuen 5G-Standard durch. Ziel ist die Rationalisierung des Bergbaubetriebs und die Erhöhung der Sicherheit. Boliden ist im Branchenvergleich führend hinsichtlich Automatisierung und Digitalisierung, und nutzt bereits WiFi in Krankberg. Der Einsatz eines 5G-Netzes, das sowohl Unter- als auch Übertage funktioniert, ist da nur der nächste logische Schritt. Der Test des 5G-Mobilfunkstandards bei Boliden ist Teil des schwedischen Pilotprojekts PIMM (Pilot for Industrial Mobile Communication in Mining) für industrielle Mobilkommunikation im Bergbau, an dem sich auch andere große schwedische Konzerne wie ABB, Ericsson und Volvo sowie führende Universitäten des Landes beteiligen.

## Robuste Gehäuselösung für 5G-Antennen

Die Umsetzung des 5G-Standards erfordert spezielle Antennen in den Bergbaukorridoren, die

auch unter den sehr rauen Umgebungsbedingungen unter der Erdoberfläche zuverlässig störungsfrei arbeiten. „Die harten Bedingungen Untertage stellen ebenfalls hohe Anforderungen an die Antennengehäuse. Sie müssen sehr robust und dauerhaft staub- sowie wasserdicht sein“, erklärt Johan Eriksson, zuständig für den Bereich Geschäftsentwicklung bei Miltronic. Das Unternehmen ist die schwedische Niederlassung der internationalen Lapp-Group, einem Hersteller und Systemanbieter für Verbindungstechnologie, Automatisierungstechnik und Zubehör. Miltronic entwickelte eine Gehäuselösung, die den Schutzanforderungen der 5G-Mobilfunkantenne gerecht wird und gleichzeitig die verbaute Elektronik kühlt. Teil der Lösung ist ein graphitgraues Gehäuse aus der Bocube-Bauweise des Bündler Gehäusespezialisten Bopla (siehe auch Infokasten). Das Gehäuse ist 271mm lang, 170mm breit, 120mm hoch und aus robustem Polycarbonat in UL 94 V0-Ausführung gefertigt. Dieses Material ist schwer entflammbar sowie selbstverlöschend und damit eine gute Wahl bei sicherheitskritischen Anwendungen. Da das Material zudem die f1-Listung nach UL 746 besitzt, ist das widerstandsfähige Gehäuse ideal für den Außeneinsatz und die Anwendung in Bergwerken geeignet. Eine Dichtung aus geschäumtem Polyurethan verhindert zudem das Eindringen von Staub oder Feuchtigkeit. Das Gehäuse erreicht damit die Schutzart IP66/68 und bewahrt die Antenne sicher vor den Umgebungseinflüssen Untertage. Allerdings entsteht bei dem Betrieb der 5G-Antenne Wärme, die zum zuverlässigen Erhalt von Funktion und Lebensdauer schnell abgeführt werden muss. Über ein Metallgehäuse, wie beispielsweise das Bocube Alu von Bopla, wäre dies leicht möglich gewesen. Doch unterbindet ein vollständig aus Metall gefertigtes Gehäuse eine korrekte Antennenfunktion. Also musste das Kunststoffgehäuse mit einer Kühlung versehen werden. Johan Eriksson hatte die Idee, ein herkömmliches Kupferrohr aus dem Sanitärbereich durch das Bocube-Kunststoffgehäuse zu führen und als Wärmeleiter zu nutzen. Gesagt, getan. Um dennoch den Staub- und Wasserschutz der Elektronik nach Schutzart IP66/68 zu gewährleisten, wurde das Rohr jeweils am Ein- und Austritt mit Schraubdichtungen gegen die Gehäusewand abgedichtet. Die Luft, die durch natürliche Konvektion durch das Kupferrohr strömt, reicht aus, um die Verlustleistung der Antenne abzuleiten.

## Kundenspezifische Anpassungen

Für die sichere Befestigung der Antenne und der Elektronik, integrierte Miltronic eine Tragschiene aus verzinktem Stahl aus dem Bocube-Zubehörprogramm in die Gehäuse. Zudem übernahmen die schwedischen Elektronikexperten auch die Bearbeitung des Gehäuses in Eigenregie. Dazu zählte das Einbringen der Bohrungen für das Kupferrohr und das Anbringen der Flansche. In der Regel übernimmt Bopla die anwendungsspezifische Bearbeitung der Gehäuse, d.h. das Einbringen von Bohrungen und Fräsen von Aussparungen oder das Gravieren von Typenschildern oder Produktbezeichnungen, für seine Kunden. Selbst die Bestückung mit den erforderlichen Elektronikbauteilen kann durch die Gehäuseexperten aus Bünde erfolgen. Im Fall des Antennengehäuses für Boliden, versah Bopla die Gehäuse via Laserbeschriftung mit dem Logo des Kunden. „In den ersten Tests mit den Antennen für den neuen 5G-Mobilfunkstandard haben sich die Gehäuselösungen auf Basis der Bocube-Gehäuse von Bopla bewährt. Änderungen waren keine erforderlich“, resümiert Johan Eriksson, der bereits zahlreiche Bopla-Gehäuselösungen für andere Anwendungen Untertage verkauft hat.

[www.bopla.de](http://www.bopla.de) ■





Halle 1  
Stand 253



# Neue smarte Welt

**Smarte Sigfox-Devices** sind ein **innovatives Applikationsfeld** der **Elektronikentwicklung**: Mit ihnen lassen sich selbst bodenständige, rein mechanische Produkte wie **Baggerschaufeln** oder **Briefkästen mit einer eigenen IoT-Anbindung** versehen. Hersteller wie Efco Electronics haben sich auf die Entwicklung und Fertigung solcher industriegerechter Anbindungen spezialisiert.

HELMUT ARTMEIER, Managing Director, Efco Electronics GmbH

**W**arum werden Baggerschaufeln oder Briefkästen noch nicht mit Highspeed-Internet verbunden? Es ist zu teuer, verbraucht massiv Strom und bringt keinen besonderen Nutzen. Gelegentliches Lowspeed-Internet zu geringen Kosten ist dagegen wirklich sinnvoll. Man könnte viele kleine Nachrichten übermitteln, was quasi keine Energie verbraucht. So ließen sich die Devices über Jahre anbinden, ohne Batterien wechseln zu müssen. Mit den gesammelten Daten ließe sich etwa die Material- und Ersatzteilelogistik verbessern oder ganz neue Services und Geschäftsmodelle wie Pay-per-Use könnten entwickelt werden. Eigentümer einfacher Produkte wollen mitunter nur wissen, ob sie noch da sind, wo sie sein sollten, oder ob sie sich bewegen. Sie wollen sie orten und tracken. Mitunter wollen sie auch einfach nur sporadisch über Ereignisse und Zustände informiert werden, beispielsweise bei Über- oder Unterschreitung eines Messwerts. Und geht es um neue Geschäftsmodelle mit gebrauchtorientierten Entgelten, wollen Geräteanbieter die Betriebsstunden ihrer Geräte möglichst einfach erfassen. Solche Nutzungsmodelle erfordern jedoch keine extrem kurzen Datenzyklen im Mikrosekundenbereich. Nur kritische Nachrichten müssen also unmittelbar übermittelt werden können. Bei Füllständen von Tanks reicht das Erreichen oder Unterschreiten eines Schwellenwerts. Es werden oft nicht viele Daten ge-

braucht, um ausreichend informiert zu sein und bei Ereignissen mit entsprechenden Maßnahmen reagieren zu können.

## Neue Netze gesucht

Diese Anforderungen benötigen ein neues, überall verfügbares und einfach zu nutzendes Netz. Es sollte über Grenzen hinweg weltweit nutzbar sein, um global anwendbare Lösungen entwickeln zu können, denn viele Waren werden in der Regel international vertrieben. Genau für solche Anwendungsbereiche wurde das Low Power Wide Area Netz (LPWAN) Sigfox entwickelt, das das lizenzfreie Ultra Narrow Band (UNB) nutzt. Es bietet für die Sensor-to-Cloud-Kommunikation von Devices aller Art ein eigenes Netz mit Basisstationen –ähnlich dem Mobilfunknetz. Im Gegensatz dazu kennt Sigfox keine aufwendig zu handhabenden SIM-Karten und auch keine Roaminggebühren, denn die Tarife werden global auf Lebenszeit mit der eindeutigen ID für das Device verkauft. Die Logik für die Funkmodule kostet nur rund 2 Euro. Zukünftig werden sogar Einwegdevices und Einmalverbindungen möglich, deren Logik weit unter einem Euro kosten soll. Sigfox-Devices haben dabei enorme Reichweite – etwa 3 bis

5km in Ballungszentren und 30 bis 50km in ländlichen Gebieten. Übersee sind sogar bis zu 1.000km möglich. Ende 2018 wird man in Deutschland voraussichtlich selbst an Orten, wo selbst heute noch kein Mobilfunknetz verfügbar ist, mit Sigfox Devices funken können. International ist Sigfox bereits in weiteren 37 Ländern vertreten. Das Ziel des Anbieters ist es, in wenigen Jahren eine weltweite Netzabdeckung zu erreichen, um so globale Services anbieten zu können. Trotz hoher Reichweite zeichnen sich Sigfox-Devices auch durch einen geringen Stromverbrauch aus. Dies liegt darin begründet, dass der in der Mobiltelefonie übliche Handshake entfällt und sich Sigfox-Devices stets eigenständig melden. Es besteht also nur eine Verbindung zum Netz, wenn das Device kommunizieren will. So kann man eine IoT-Anbindung über Jahre und Jahrzehnte mit nur zwei AA-Batterien (Mignon) einrichten und Sigfox-Devices auch sehr klein und leicht auslegen. Selbst preiswerte Wearables sind mit entsprechend kleineren Batterien kein Problem. Diese Form der bei Bedarf erfolgenden Verbindung mit dem Sigfox-Netz ist für Geräte aller Art ein großer Sicherheitsgewinn, denn diese lassen sich nur extrem schwierig hacken. Ein weiterer Sicherheitsgewinn wird auch dadurch erzielt, dass die Datenkommunikation vom Device bis zu den Sigfox eigenen Cloudservern nicht internetbasiert ist und dass die Sigfox-Cloud durch eine Firewall gegen Hacking geschützt wird.

## Wie kommt man da rein?

Innerhalb des Sigfox Ökosystems gibt es zahlreiche Serviceanbieter zur Entwicklung der passenden Cloudservices. Im Bereich der Entwicklung der Sigfox-Anbindung der Gegenstände ist das Serviceangebot für OEMs jedoch vergleichsweise limitiert, da hierfür eine ganze Reihe unterschiedlicher Kompetenzen erforderlich ist. So benötigen Hersteller umfangreiches Wissen in der Funktechnologie und im Antennenbau. Hinzu kommt die Expertise für die Entwicklung von Geräten für raue Umgebungsbedingungen mit industriellen oder erweiterten Temperaturbereichen sowie Feuchtigkeit, Schock und Vibration. Eine weitere Anforderung ist das Know-how im Segment der Mikrocontrollerprogrammierung zur Anbindung der jeweiligen Sensorik sowie eine hohe Fertigungstiefe vom PCB bis zum Gehäuse mit Spritzguss, Metall und Glas, etwa beim Wunsch nach Mikrodisplays zur Anzeige kleiner Nachrichten auf dem Device. Letztlich muss der Hersteller also in der Lage sein, den Kunden voll-

umfänglich vom Requirement Engineering bis hin zur Produktion einer Großserie durchgängig betreuen zu können. Sigfox-Devices zur Anbindung von Gebinden und Versandverpackungen müssen zudem auch in extrem großen Losgrößen produzierbar sein. Das erfordert eine zuverlässige Produktion mit stabilen Prozessen und Qualitätssicherungsmaßnahmen.

## Wer kann's?

Eines der ersten Unternehmen, das heute eine umfangreiche Expertise im Bereich Sigfox aufgebaut hat und für deutsche OEM industriegerechte Services mit lokalem Support anbietet, ist Efco Electronics. Das Unternehmen betreut europaweit Kunden in allen Belangen von der Pflichtenheftentwicklung bis hin zur Serienproduktion. Erste industriegerechte Sigfox-Lösungen von Efco kommen etwa in der Landwirtschaft zum Einsatz, wo über Beschleunigungssensoren die Betriebsstunden erfasst werden und die Geolokalisierung wahlweise über Sigfox oder GPS erfolgt. Nun peilen die Ingenieure von Efco mit der Anbindung von Baustellengeräten und Anbauteilen für Nutzfahrzeuge weitere neue Märkte für diese bereits applikationsfertigen Lösungsbausteine an, wobei das Einsatzspektrum von der Bauwirtschaft und Logistik bis hin in die Industrie- und Gebäudeautomatisierung reicht, denn selbst Fenster, Türen und Tore können Sigfox-ernetzt werden, da sie genug Hohlräume bieten, in denen sich die Technologie passgenau und unsichtbar unterbringen lässt. „Über das Sigfox-Netz wird es möglich, selbst einfachste mechanische Produkte wie Baggerschaufeln oder Briefkästen an das Internet der Dinge anzubinden“, erklärt Helmut Armeier, Managing Director der Efco Electronics. „Das macht Sigfox so interessant, denn jedes OEM-Produkt ist einzigartig und braucht eine spezifische Sigfox-Anbindung mit individueller Elektronik und passgenauer Gehäuseauslegung.“ Praktisch ist für OEM die Tatsache, dass das Unternehmen bereits einen funktionierenden Baukasten für unterschiedliche Trackinglösungen entwickelt hat, auf dessen Basis schnell auch weitere OEM-Lösungen entwickelt werden können, bei denen auch weitere Sensorik integrieren lässt. Das Unternehmen ist dabei für jede Branche mit industriellen Robustheitsanforderungen offen und würde sogar Sigfox-Tracker für streunende Bären entwickeln. Die Installation solcher Tracker wolle man verständlicher Weise aber den entsprechenden Experten überlassen.

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

## Alexa kommt ins Auto

Elektrobit arbeitet an einer Lösung, um Amazon Alexa in Fahrzeuge zu integrieren. Mit der Lösung von EB können Automobilhersteller den Funktionsumfang ihrer Autos um Amazons Sprachdienst erweitern und ihren Käufern so ein intuitiveres Fahrerlebnis bieten. „Mit Elektrobits Lösungen können Automobilhersteller Alexa schneller und einfacher in ihre Fahrzeuge integrieren“, sagt Ned Curic, Vice President Amazon Alexa. „Das sind gute Neuigkeiten für Autofahrer und Automobilhersteller, und es ist ein bedeutender Schritt, um Alexa in mehr Autos zu bringen.“

## Atomgroßer Sensor prüft Festplatten

Elektronische Bauteile werden immer kleiner. Die Quantentechnologie eröffnet neue Wege in die Miniaturisierung. Ein Quantensensor von Fraunhofer-Forschern soll schon bald winzige Magnetfelder, wie sie etwa auf zukünftigen Festplatten vorkommen, vermessen können. Als Trägersubstanz dient ein künstlicher Diamant.

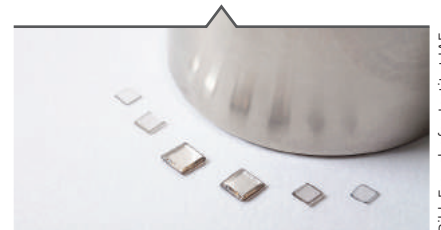


Bild: Fraunhofer-Institut IAF

## Dresden-Skill für Alexa

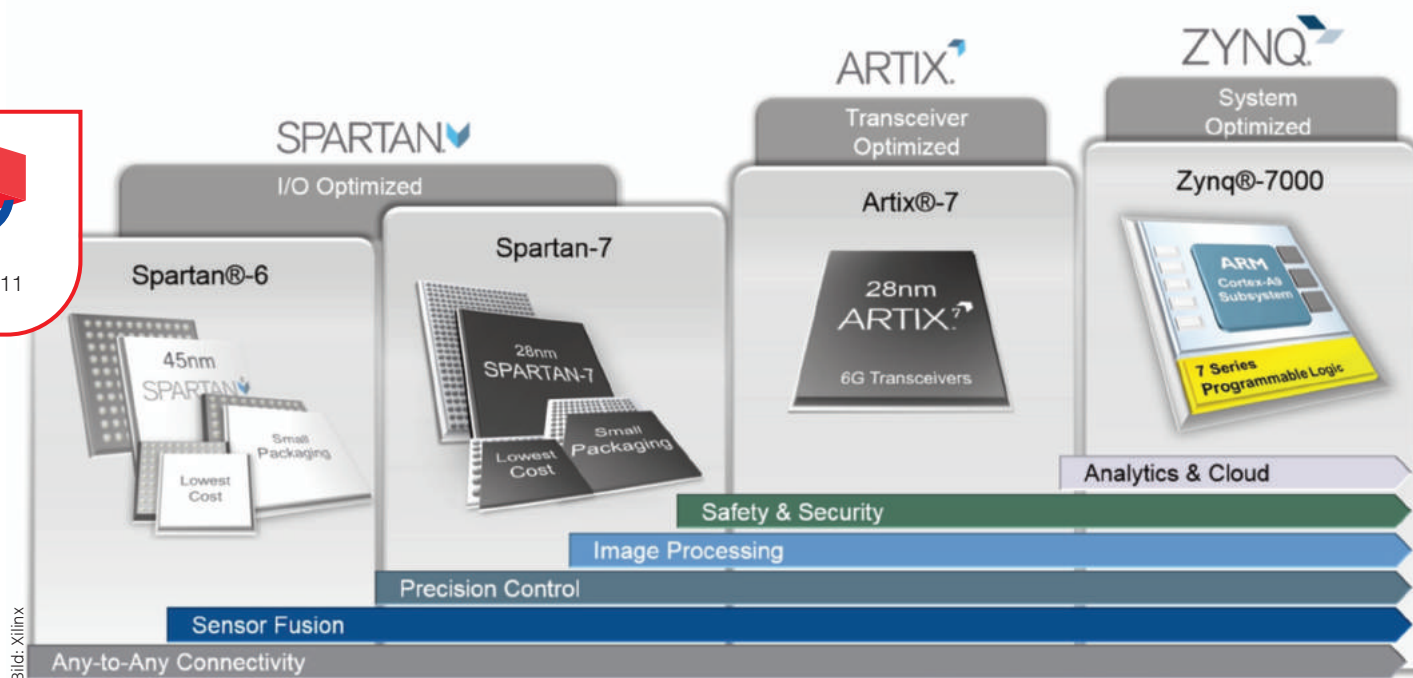
Über den neuen 'Dresden Skill' bekommt Alexa die Veranstaltungsdaten Dresden, nutzt eine Schnittstelle zum offiziellen Veranstaltungskalender. Darüber wurde für den Dresden Skill umfassenden Content rund um Stadt und Region produziert. Alexa bietet neben umfassenden Informationen auch Sound.



Bild: Dresden Marketing GmbH



Halle 3  
Stand 311



# Lukrativer entwickeln

Ein entscheidender Faktor um laufende **Entwicklungskosten** zu **senken** ist die **Implementierung mit engerer Systemintegration**. Dazu zählt auch die **Integration auf der Komponentenebene**. Ein typisches eingebettetes System enthält heute zahlreiche Funktionsträger wie Prozessoren, digitale Logikschaltungen, Schnittstellern, flüchtige und nichtflüchtige Speicher, Sensoren, außerdem Support-Elemente wie Taktgeber. Ein **höherer Integrationsgrad reduziert** die **Systemkomplexität** und damit **auch die Kosten** für die Leiterplatten und deren Bestückung.

GILES PECKHAM UND ADAM TAYLOR, Xilinx GmbH

**E**mbedded-Systeme für existierende und neu entstehende Anwendungen durchlaufen derzeit eine Phase rapiden Wachstums. Analysten gehen davon aus, dass der Markt für eingebettete Systeme bis 2021 ein Volumen von 225 Mrd. Dollar erreichen wird. Dieses Wachstum wird getragen von der kontinuierlichen Fortschreibung wichtiger industrieller Megatrends wie IoT, IIoT, Industrie 4.0 und cyberphysikalische Systeme. Hinzu kommt dass sich vision-gestützte Systeme vermehrt an der Edge etablieren. Viele dieser Applikationen erfordern dazu den Einsatz von High-Performance Systemen. Bei Applikationen, die eine große Zahl von Standorten und Einrichtungen umfassen, sind die laufenden Entwicklungskosten der Lösung von kritischer Bedeutung. Sie bestimmen deren Wirtschaftlichkeit. Einer der entscheidenden Faktoren zur Reduktion der laufenden Entwicklungskosten ist die Implementierung mit engerer Systemintegration.

## Applikationsanforderungen

All Programmable Bausteine wie FPGAs (Field Programmable Gate Arrays) und heterogene SoCs (System on Chip) aus dem Xilinx-Portfolio, das die Systemkosten im Blick behält, bieten nicht nur die geforderte Performance. Sie ermöglichen auch die Realisierung der angestrebten engeren Systemintegration. Die Bausteine sind auf unterschiedlichen Applikationsanforderungen zugeschnitten:

- I/O-Optimierung – bereitgestellt von der Spartan-6- und Spartan-7-Familie
- Transceiveroptimierung – bereitgestellt von den Artix-Familie mit Gigabit-Transceivern

- Systemoptimierung – bereitgestellt von den Zynq-7000 SoC Dual-Core Cortex-A9- und den Single-Core Cortex-A9-Familien.

Das Xilinx-Portfolio deckt zahlreiche unterschiedliche Applikationen ab: vom Cloud Computing und der Bildbearbeitung bis zur Sensor-Fusion, präzisen Steuerungen, sowie den Safety- und Securitybereich (Bild 1). Mit dem Einsatz dieser Baustein-Suite lassen sich wesentlich höher integrierte Systeme realisieren, insbesondere in Bezug auf:

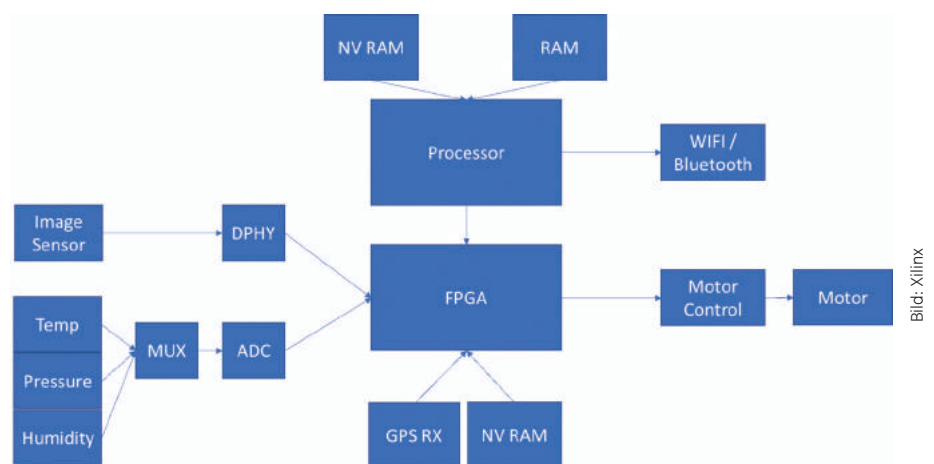
- Prozessorintegration – durch die Kombination von Prozessor und digitaler Logik in demselben Baustein. Dies lässt sich erreichen durch den Einsatz des 32Bit MicroBlaze Softcore-Prozessors oder der Zynq-7000 Cortex-A9-Kerne.
- Mixed-Signal Integration – durch die Nutzung der analogen Fähigkeiten der Bausteine der Serie 7. Der Analog/Mixed-Signal Modul XADC umfasst duale ADCs mit 1 MSample/s, die das interne Multiplexen von 17 differenziellen Eingängen ermöglichen. Für DAC-Funktionen kann die Pulsbreitenmodulation eingesetzt werden. Bei höheren Samplingraten lassen sich auch Delta-Sigma-Verfahren implementieren, unter Nutzung der differenziellen Fähigkeiten der I/O-Zellen.
- Schnittstellenvereinfachung – Mit der programmierbaren Logik lässt sich, wegen des breiten Bereichs der direkt von den I/O-Strukturen unterstützten Standards, ein universelles Any-to-Any Interface implementieren. In Verbindung mit der Implementierung von Protokollfunktionen in der programmierbaren Logik erlaubt dies die einfache Konfigurierung von Standard-, Legacy- und maßgeschneiderten Schnittstellen. Diese Flexibilität ermöglicht auch eine Verringerung der erforderlichen diskreten PHY-Bausteine, wie HDMI oder MIPI DPHY.
- Vereinfachung der Speicherarchitektur – Mit einem einheitlichen Ansatz wird es möglich, die Anwendungssoftware und den FPGA-Bitstream innerhalb desselben nichtflüchtigen Speichers abzulegen. Flüchtige Speicher wie DDR lassen sich vom Prozessor und der FPGA-Applikation gemeinsam nutzen.
- Vereinfachte Taktgeberarchitektur – Die Integration in nur einem Baustein umgeht die Notwendigkeit getrennter Oszillatoren für die digitale Logik und die Prozessoren. Dabei können Clock Management Tiles, PLLs (Phase-Locked Loop) und MMCMs (Mixed-Mode Clock Manager) eingesetzt werden, um zusätzliche Systemtakte zu erzeugen und den agilen Abgleich von Frequenz und Phase zu ermöglichen.

Die Entwicklung derartig integrierter Applikationen kann auch die breite Vielfalt von IP-Kernen nutzen, die in der Vivado-Bibliothek zur Verfügung stehen. Außerdem kann man in Applikationen mit algorithmischer und Bild/Signalverarbeitung auch die High-Level Synthese nutzen, um die Funktionalität über High-Level Sprachen wie C oder C++ zu definieren. Das verkürzt die Gesamtentwicklungszeit.

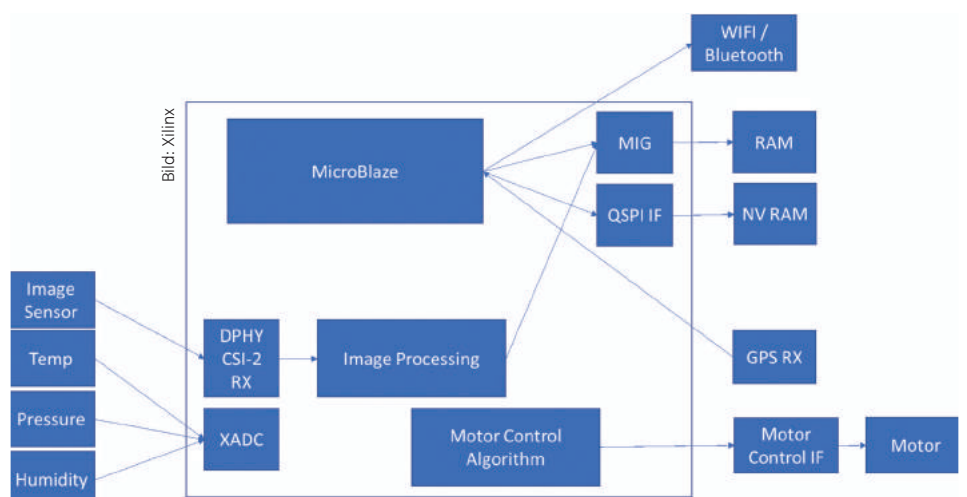
## Beispiel für die Integration

IIoT- und cyberphysikalische Systeme arbeiten oft mit Embedded Vision Systemen,

Motor- oder Aktuatorsteuerungen, sie benötigen drahtgebundene oder drahtlose Interkonnektivität, und sie verwenden Standort- und Umweltsensoren. Traditionelle, nichtintegrierte Lösungen würden hier Prozessoren einsetzen, um die Entscheidungsfindung auf der höheren Ebene und die Kommunikationsfunktionen zu absolvieren, und außerdem FPGAs zur Realisierung der Sensor-Schnittstellen, der Bildbearbeitungspipeline und der benötigten Motor- oder Aktuator-Steuerungen. Eine solche Lösung bedingt, neben der höheren Anzahl der einzusetzenden Komponenten, eine wesentlich kompliziertere Architektur zur Takt- und Leistungsversorgung. Das trägt wesentlich zu den laufenden Entwicklungskosten bei. Eine integrierte und zu-



**Verteilte Architektur für IIoT- und cyberphysikalische Systeme**



**Integrierte Architektur mit MicroBlaze.**

## Neuer Beifahrer gesucht?

Bosch bringt einen Sprachassistenten als Beifahrer ins Auto. Die neu entwickelte Technik hilft Autofahrern dabei, sich auf's Wesentliche zu konzentrieren. Das 30-sprachige System soll dabei helfen, das Autofahren nicht nur komfortabler, sondern auch sicherer zu machen: Autofahrer sollen dadurch nicht mehr so häufig beim Bedienen der Technik abgelenkt werden



Bild: Robert Bosch GmbH

## IT-Trends 2018

IT-Unternehmen sollten sich laut Trivadis im neuen Jahr mit fünf Trends beschäftigen. Die digitale Transformation ist weiter größtes Thema. Agile Lösungs- und Prozessansätze werden gefragt. Ein weiterer Trend sind Multi-Cloud-Ansätze. Die IT wird sich vom Serviceerbringer zum Businesspartner wandeln. Ein fünfter Trend ist Nearshoring, das als Liefermodell an Bedeutung gewinnen wird.

## Lieber KI als menschliche Dummheit?

Laut einer Studie des Digitalverbands Bitkom, würde eine Mehrheit der Bundesbürger KI in bestimmten Situationen für sich entscheiden lassen. 15% geben an, sie würden eher die Entscheidung einer KI akzeptieren als die eines Menschen, wenn es um die Beantragung eines Kredits bei der Bank geht. 10% würden sich vor Gericht zum Beispiel nach einem Verkehrsunfall lieber einer KI als einem menschlichen Richter stellen. 9% würden die Frage nach einer Gehaltserhöhung lieber von einer KI als von ihrem Chef entscheiden lassen. Im Rahmen der Studie wurden ca. 1.000 Bundesbürger befragt.

gleich kostenoptimierte Lösung hingegen lässt sich, abhängig von den jeweiligen Verarbeitungs- und Performanceanforderungen, durch den Einsatz eines Spartan-7-, Artix-7- oder Zynq-7000-Bausteins implementieren. Wählt man einen Spartan-7- oder Artix-7-Baustein, erstellt man eine solche integrierte Lösung durch die Implementierung eines MicroBlaze Prozessors innerhalb des FPGAs. Die MicroBlaze Instanziierungen sind in breiten Performance-Bereichen für die jeweils vorliegende Applikation kundenspezifisch auslegbar. Wenn der MicroBlaze-Kern für maximale Performance ausgelegt wird, erzielt er 262 DMIPS bei 181MHz im Artix-7, bzw. 228 DMIPS mit dem Spartan-7. Durch den Einsatz des Speicherinterfacegenerators lassen sich der MicroBlaze und die Logik auch mit nichtflüchtigen DDR-Speichern verwenden. Und mit QSPI oder traditionellen parallelen Flash-Speichern kann man nicht nur den FPGA-Konfigurations-Stream, sondern auch die Applikations-Software implementieren. Der in-

stalt von Vivado HLS nutzen und auch die xfOpenCV Bibliotheken einsetzen, die als Teil des reVision Acceleration Stack verfügbar sind. Falls eine anspruchsvollere, also rechenintensive Lösung gefordert ist, kann ein Single- oder Dual-Core Zynq-Baustein eingesetzt werden, der bei 1GHz bis zu 2500 DMIPS liefert. Das Zynq SoC ermöglicht darüber hinaus eine noch bessere Systemintegration mit Unterstützung einer Reihe von High-Performance Schnittstellen nach Industriestandards wie GigE, USB2 oder PCIe, neben den gebräuchlichen Embedded-System Schnittstellen wie UART, CAN, SPI oder I2C. Dabei können für eine SoC- oder die FPGA-basierte Lösung dieselben Entwicklungstools eingesetzt werden. Die im Zynq-Baustein realisierte enge Integration des Prozessorsystems mit der programmierbaren Logik sorgt in Verbindung mit Acceleration Stacks wie reVision für eine recht einfache Beschleunigung von OpenCV- und Machine-Learning-Applikationen.

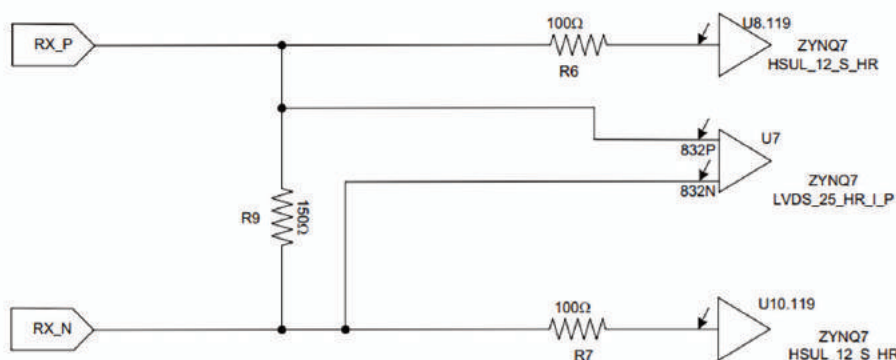


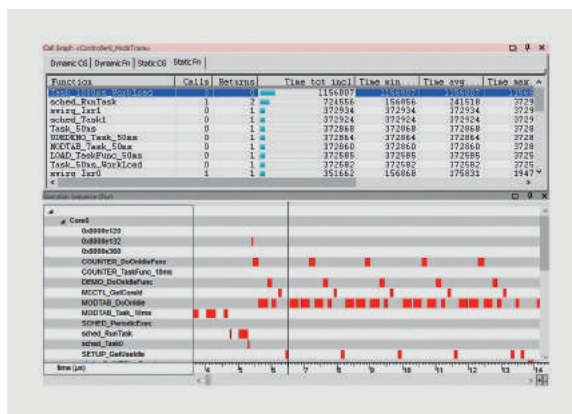
Bild: Xilinx

## Any-to-Any Mobile Industry Processor Interface (MIPI)

terne XADC dient dabei als Schnittstelle mit den Umweltsensoren, wobei sein interner Multiplexer die Fähigkeit zum zyklischen Umschalten zwischen den Eingangssensoren bereitstellt. Da der XADC duale ADCs enthält, kann man mehrere Eingangssignale simultan wandeln, was den Sensordurchsatz wesentlich erhöht. Ein Receiver zur Unterstützung eines MIPI DPhy mit Datenraten bis zu 800Mb/s lässt sich implementieren, indem man zusätzliche I/O-Zellen und ein externes Widerstandsnetzwerk einsetzt. Das ermöglicht die Dekodierung von Bildsensordaten mithilfe des CSI-2 Receiver-Subsystem IP-Kerns, und deren Verarbeitung im Bildbearbeitungskern. Der Bildbearbeitungskern kann die Stärken der High-Level Synthese in Ge-

## Schlussfolgerung

Einer der Schlüsselfaktoren bei der Implementierung von kostengünstigen Lösungen ist die engere Integration. Dadurch verringern sich die laufenden Entwicklungskosten. Der Einsatz von All Programmable FPGAs oder von heterogenen SoCs aus dem Xilinx-Portfolio ermöglicht somit ein hohes Maß an Systemintegration. Die Bausteine sind so ausgelegt, dass sie unterschiedliche Anforderungen in Bezug auf I/O und Rechenleistung erfüllen. Entsprechende Entwicklungstools, Bibliotheken und Stacks helfen bei der Abkürzung der Entwicklungszeit für derartige hoch integrierte Lösungen.



## **Laufzeitanalyse von Multicore-Applikationen mittels Auswertung des Call-Graphen und Visualisierung des Programmablaufs**



Halle 4  
Stand 310

Die neue Version der **Universal Debug Engine (UDE)** verspricht neue und erweiterte Funktionen für das **Debugging**, den **Test** und die **Systemanalyse** von komplexen **Multicore-Anwendungen in echtzeit- und sicherheitskritischen Embedded-Systemen**. So wurde für die umfassende Unterstützung neuer Multicore-Systeme wie der Aurix 2G-Familie von Infineon mit bis zu acht programmierbaren Ausführungseinheiten oder dem S32V von NXP unter anderem das Multicore-Management verbessert.

Die neue Version der UDE erlaubt Anwendern nun, Code in den Ausführungsmodi AArch32 und AArch64 gleichzeitig zu debuggen. Mit der UDE 4.10 stehen Entwicklern künftig auch noch effizientere grafische Visualisierungsmöglichkeiten für die Analyse des Laufzeitverhaltens von Applikationen zur Verfügung. Basierend auf den aufgezeichneten Trace-Daten, lässt sich selbst bei sehr großen auszuwertenden Datenmengen schnell der Programmablauf oder auch die Call-Tiefe über die Zeit darstellen. Durch die grafische Aufbereitung der Abläufe können ohne großen zusätzlichen Aufwand sehr einfach Rückschlüsse etwa zur Lastverteilung oder Synchronisation von auf mehreren Kernen verteilter Software gezogen werden. Ein weiteres neues Leistungsmerkmal ist die Unterstützung von ASAP2-Beschreibungen für Steuergerätesoftware. ASAP2- bzw. A2L-Dateien beschreiben, wie physikalische Größen, Kennlinien und andere Parameter von Steuergeräten auf Programmvariablen, interne Speicherstrukturen und Datentypen abgebildet und umgerechnet werden. Der Anwender kann nun direkt mit den Steuergeräteparametern arbeiten und diese auch ändern, ohne sich um deren tatsächliche Repräsentation im Speicher des Mikrocontrollers kümmern zu müssen. Dabei findet auch eine Überprüfung auf erlaubte

Werte und Wertebereiche statt. Damit gestalten sich das Debuggen und die Laufzeitanalyse von Steuergerätesoftware sehr viel komfortabler und effizienter als in der Vergangenheit.

Eine deutliche Arbeitserleichterung bietet die UDE 4.10 auch Entwicklern komplexer Timer-Algorithmen für das Bosch Generic Timer Modul (GTM). Wo bisher ausschließlich Assemblercode zum Einsatz kam, können Entwicklung und Debugging in Verbindung mit den entsprechenden Compilern von Tasking oder HighTec ab sofort nun auch auf Basis von C-Quellcode erfolgen. Speziell für die Aurix 2G-Familie wurden zudem das integrierte Flash-Programmiermodul der UDE 4.10 und das separat verfügbare Flash/OTP-Programmierwerkzeug UDE/Memtool um zusätzliche Funktionen für den reibungslosen Support von Software-over-the-Air erweitert. Damit besteht jetzt unter anderem die Möglichkeit, auf dem Baustein die Voraussetzungen für spätere sichere Software-Updates über eine bestehende Internetverbindung zu schaffen.

[www.pls-mc.com](http://www.pls-mc.com) 



Halle 4  
Stand 643

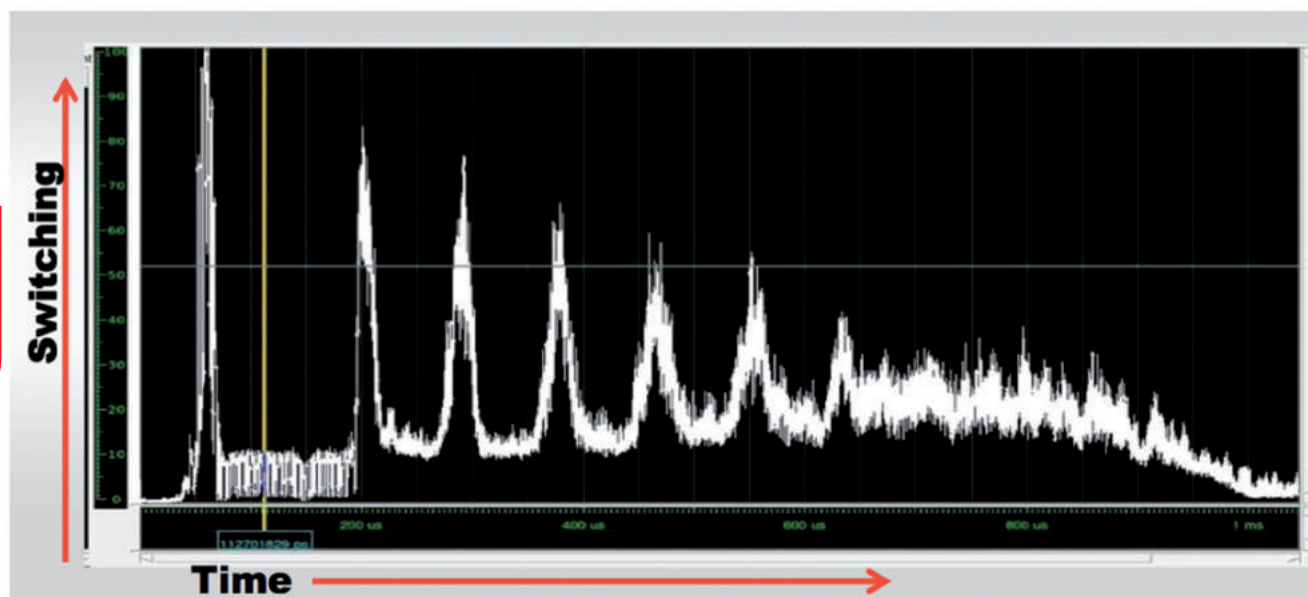


Bild: Mentor Graphics (Deutschland) GmbH

Die zeitliche Abfolge der Schaltaktivitäten des Designs ermöglicht die Erkennung und weitere Untersuchung von Stromspitzen.

# Die Stromversorgung im Blick

Bei der **Analyse der Leistungsaufnahme eines SoC-Designs** ist es notwendig, das komplette System – auf realistische Weise – während der Hardware-/Softwarevalidierung zu betrachten. Mit dem **Veloce-Emulator und Codelink** liefert Mentor hierfür die notwendigen **Tools**.

RUSSELL KLEIN, Technischer Direktor, Mentor Graphics (Emulation Division)

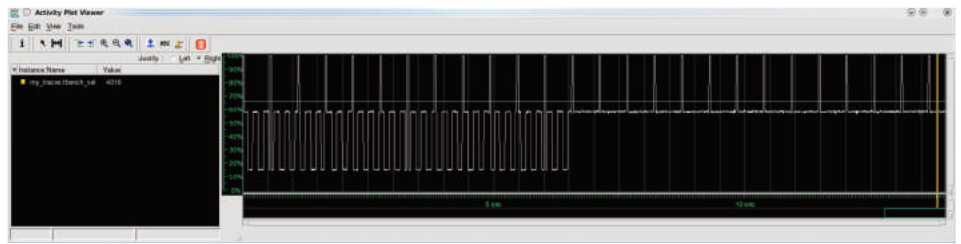
Die Beurteilung der Leistungsaufnahme ist ein wichtiger Bestandteil der Systemvalidierung. Es reicht nicht mehr aus, durch Verifikation zu klären, ob ein SoC funktioniert. Designer müssen auch die Frage beantworten, ob das System das Leistungsbudget einhält. Eine korrekte Bewertung der Leistungsaufnahme erfordert jedoch eine Analyse der realen Anwendungsstimuli und die Verwendung von ausgereifter Software. Normalerweise beginnen die Softwareentwicklung und Verifikation erst, wenn das Design und die Implementierung der Hardware abgeschlossen sind. Oft arbeiten Hardwareteams zu diesem Zeitpunkt bereits am nächsten Projekt. Um die Leistungsaufnahme zu verifizieren und zu validieren, müssen Entwickler zumindest Teile der Software früher im Designzyklus entwerfen. Zudem muss die Software in einem Kontext laufen, in dem Leistungsdaten erfasst werden können. Beim Versuch Probleme bei der Leistungsaufnahme herauszufinden, ist es entscheidend, dass das System auf realistische Weise betrieben wird. Nur wenn die komplette Software läuft und die Caches in einem typischen Zustand sind, erhält man ein realitätsnahes Leistungsprofil. Systementwickler können nicht benötigte Teile eines Systems abschalten und somit große Energieeinsparungen ohne Kompromisse an der Funktionalität erzielen. Bei einem Kundenprojekt wurde ein derartiger Ansatz verwendet, wobei jedoch ein Problem festgestellt wurde. Die meiste Zeit funktionierte das System innerhalb der Akkulaufzeit sehr gut, gelegentlich (ca. zehn Prozent der Zeit) verabschiedete sich der Akku lange bevor er sollte. Die Entwickler waren

verblüfft. Nach ausführlichem Debuggen entdeckten sie, dass eine der energiehungrigen Peripheriekomponenten dauerhaft eingeschaltet war, obwohl diese von keinem Prozess verwendet wurde. Um das Problem zu debuggen, stoppten sie die Arbeiten am Prototypen und kehrten zur Emulation zurück. Mit dem Veloce-Emulator von Mentor wollten sie die Ursache herausfinden. Veloce bietet eine Funktion, mit der man ein 'Activity Plot' des Designs erstellen kann, das auf dem Emulator läuft. Der Activity-Plot zeigt einige Sample der Schaltaktivität des Designs. Obwohl die Schaltaktivität kein absolutes und exaktes Maß für die aufgenommene Leistung ist, lassen sich damit die versteckten Stromfresser herausfinden (siehe Bild oben).

## Ein reales Beispiel

In diesem Fall lies der Kunde sein Design auf Veloce ablaufen und erfasste den Activity-Plot. Das Design wurde so konfiguriert, dass es zwei Prozesse ausführt: einen mit Peripherie A, den anderen mit Peripherie A und Peripherie B. Wie aus dem Graphen zu erkennen ist, erfolgt der Zugriff auf eine Peripheriekomponente bei einer bestimmten Frequenz. Dadurch werden während der Schaltaktivität eine Reihe von Spikes erzeugt. Der zweite Prozess greift – weniger häufig – auf beide Peripheriekomponenten zu, produziert aber die höheren Spikes. Wie in **Bild 2** zu

sehen ist, verschwinden irgendwann die Spikes an Peripherie A – das heißt, Peripherie A läuft weiter, wenn Peripherie B eingeschaltet wird. Die Überprüfung des Systems zeigte, dass die Stromversorgung für Peripherie A tatsächlich nicht ausgeschaltet wurde. Mit Codelink, einer Hardware/Software-Debug-Umgebung, die mit Veloce arbeitet, waren die Entwickler in der Lage, die Stelle der Softwareausführung der Kerne durch die Änderungen der Schaltaktivitäten des Activity-Plots zu bestimmen. Codelink verfolgt die Aktivität der Prozessoren bei der Codeausführung. Diese Tracedaten werden zu einem Co-Model-Host weitergeleitet, wo sie verarbeitet und in einer Datenbank gespeichert werden. Mit der Datenbank kann man jederzeit den Zustand des Prozessors und der umgebenden Speicher rekonstruieren und dann den Zustand des Codes in einem herkömmlichen Softwaredebugger anzeigen. Am wichtigsten ist jedoch, dass eine bestimmte Software-Zeile mit einem bestimmten Zeitpunkt in der Hardwareausführung in Bezug gesetzt werden kann. Der Anwender erhält somit einen Überblick über die Aktivitäten des Prozessors während oder unmittelbar von Perioden mit unerwartet hoher Leistungsaufnahme. Da das Problem mit dem Ausschalten der Stromversorgung einer der Power-Domänen zusammenhängt, setzten die Designer den Codelink-Korrelationscursor auf den Punkt, wo das System Peripherie A heruntergefahren haben soll (**Bild 3**). An diesem Punkt gab es zwei Prozesse, die auf zwei verschiedenen Kernen aktiv waren und beide Peripherie A gleichzeitig ausgeschaltet hatten (**Bild 4**). Mit Codelink konnten die Entwickler Schritt für Schritt durch den Bereich des Codes gehen, in dem die Power-Domäne in der eingeschalteten Position stecken geblieben ist. Hier fanden sie zwei Prozesse, jeder auf einem eigenen Kern, die beide dieselbe Power-Domäne ausschalteten. Es stellte sich heraus, dass die AXI-Fabric den Begriff 'Master' für die AXI-Master-ID von der Fabric einführt. Da der ARM-Prozessor vier Kerne hat, stammt der AXI-Bus-Traffic der vier Kerne vom selben Master-Port, was den Anschein erweckte, als ob alle vom selben Master kommen würde. Aus der Fabric- und Slave-Perspektive wurden alle Schreib- und Lesebefehle vom selben Master initiiert. Deshalb wurde der Zugriff erlaubt. Es gab keine Differenzierung zwischen dem Zugriff auf Kern 0 und Kern 1. Einem exklusiven Zugriff von einem Kern, konnte ein exklusiver Zugriff von einem anderen Kern im selben Cluster folgen und der wäre erlaubt. Das war der Knackpunkt dieses Bugs. Die ID des Kerns, der eine AXI-



Der Activity-Plot zeigt die Schaltaktivitäten im Design.

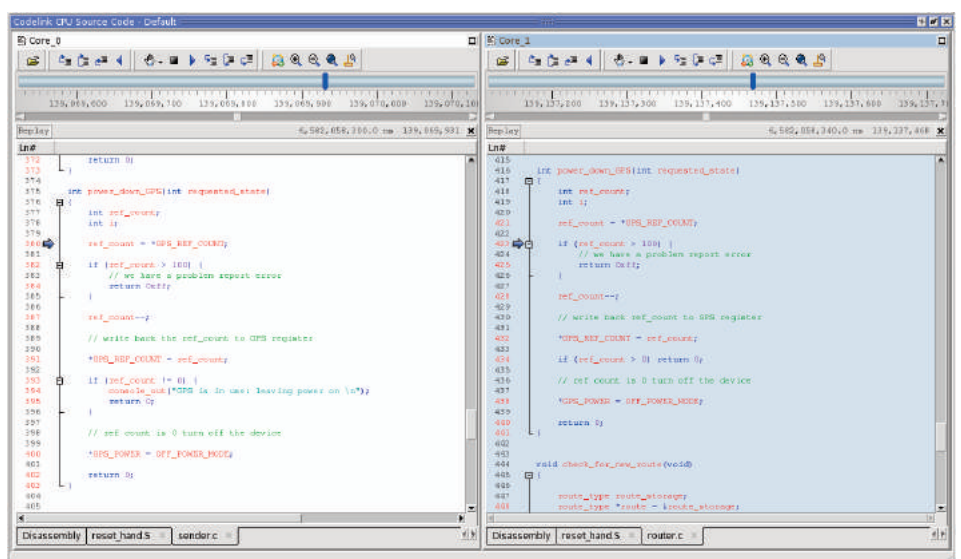


Der Codelink-Korrelationscursor weist auf den Punkt, wo das System Peripherie A heruntergefahren haben soll.

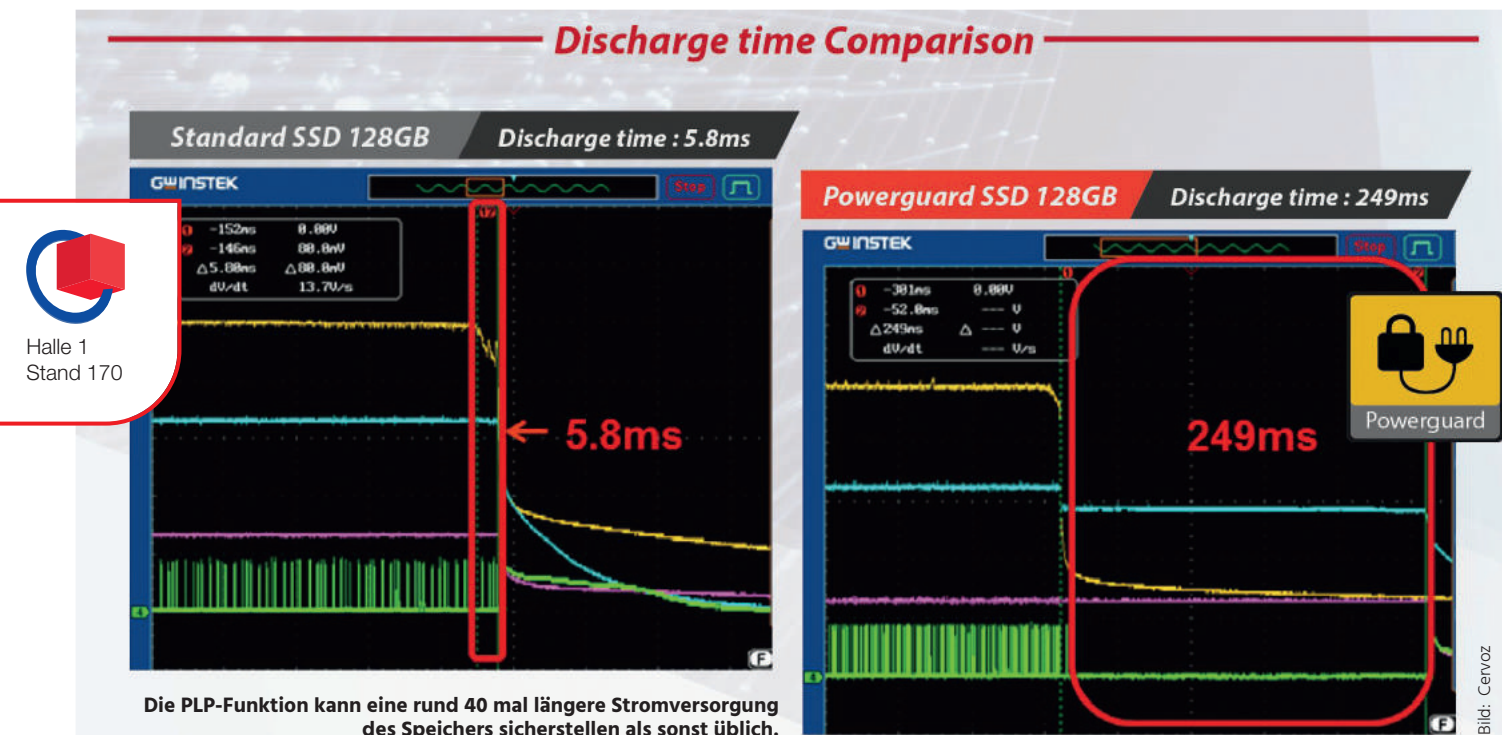
Transaktion erzeugt, wird in einen Teil der Transaktions-ID kodiert. Wird diese dem Master hinzugefügt, der die Exklusivität des Zugriffs auf das Referenz-Count-Register bestimmt, dann erlaubt das Design die korrekte Verarbeitung des exklusiven Zugriffs. Der Veloce-Emulator gab den Entwicklern die notwendige Leistungsfähigkeit, um den Algorithmus bis zu dem Punkt ablaufen zu lassen, an dem das Problem reproduziert werden konnte. Codelink lieferte die erforderliche Transparenz beim Debuggen, so dass sie die Ursache der Probleme aufde-

cken konnten. Der Activity-Plot ist eine Funktion, mit der Entwickler die relative Leistungsaufnahme ihres Designs verstehen können. Zusammen geben sie den Ingenieuren die Informationen und Mittel zur Entwicklung leistungsfähigerer, effizienterer Designs. Mehr Informationen über die Power-Management-Validierung mit Veloce und Codelink sowie ausführlichere Details zu dieser speziellen Implementierung liefert das Whitepaper System Activity Validation.

[www.mentor.com](http://www.mentor.com) ■



Gegenüberstellung von zwei Kernen.



# Save the data

In der **industriellen Anwendung** gilt es beim Thema **Speicher** einige Dinge zu beachten: Was passiert bei kurzzeitigem **Spannungseinbruch** während des Schreibvorgangs? Wie sieht es aus mit der **Datensicherheit bei Vibration oder Schockbelastung** der Speicher und in welchem **Temperaturbereich** arbeiten sie zuverlässig? Anwendungen im Maschinenbau, bei Baumaschinen, mobilen Geräten für Labor und Gewerbe **verlangen robuste Lösungen**.

DIPL.-ING. RUDOLF SOSNOWSKY, Leiter Technik, Hy-Line Computer Components Vertriebs GmbH und  
DIPL. CHEM. ANDREAS ZEIFF, Redaktionsbüro Stutensee

**W**ählt man den richtigen Speicher zur Anwendungsanforderung, ist sichergestellt, dass diese auch bei widrigen Umgebungsbedingungen über lange Zeit zuverlässig funktionieren. Für die gewerbliche oder industrielle Nutzung bietet Hy-Line spezielle, besonders robuste Flashspeicher von Cervoz an. Herkömmliche mechanische Festplatten sind sperrig und auch gegenüber mechanischen Einwirkungen in Betrieb und Lagerung relativ empfindlich. Moderne Flashmodule punkten hier mit Platzersparnis und Stabilität. Aber sind Daten dabei auch wirklich sicher? Je nach Anwendung lauern verschiedene Tücken: Stromausfälle, Vibration, Erschütterung und Temperaturschwankungen sind in der Industrie aber auch bei Anwendungen in Messgeräten für Medizin, Forschung und sogar elektronischen Registrierkassen nie auszuschließen. Auch sollte man bei exzessiver Speichernutzung beachten, dass die maximale Anzahl der Schreibvorgänge, auch Ausdauer oder Endurance genannt (**siehe Technikkasten**), deutlich geringer ist als bei Festplatten.

## Industriegerecht ausgelegt

Eine Lösung mit 'gehärteten' Speichern wie im militärischen Bereich ist im gewerblichen Einsatz zu teuer und zudem meist auch nicht nötig. Wirtschaftlicher ist es, den passenden Speicher zur jeweiligen Anwendung zu finden. Dabei gibt es aber durchaus Eigenschaften, die bei allen Anwendungsfällen gefragt sind. Hy-Line legt daher Wert auf eine langjährige, zuverlässige Funktion der Komponenten, die auch nach Jahren beim Nachkauf noch mit den gleichen Spezifikationen aufwarten. Die Speicher sind daher mit je nach Konfigurationen (Formfaktor, Größe, Geschwindigkeit) unterschiedlichen, jedoch über die Produktlebensdauer immer gleichen Controller- und Speicher-Chips vom selben Typ ausgestattet. Damit ist gegenüber modifizierten Chips oder von wechselnden Herstellern eine immer gleiche Performance garantiert, bspw. Schreib- und Lesegeschwindigkeit. So sind wichtige Daten aus der Fertigung, z.B. bei der Qualitätssicherung auch bei hohen Schreibgeschwindigkeiten bei



Halle 1  
Stand 170



Bild: Cervoz

**Das Auftragen eines Kunstharzes zwischen den Kanten von Leiterplatte und Halbleiter-Chips verhindert, dass Lötverbindungen sich bei Vibration oder Schock lösen.**

alten ebenso wie bei neu gekauften Speichern gleich schnell geschrieben. Ein weiterer neuralgischer Punkt ist der Controller. Er überprüft regelmäßig alle Speicherblöcke auf ihre Funktion und Kapazität. Wird ein Fehler detektiert, legt er den Speicherbereich auf einen anderen aus der Reserve um und markiert den fehlerhaften als 'unbrauchbar'. Mit Hilfe spezieller Software-Tools ('SMART' = Self-Monitoring, Analysis and Reporting Technology) kann der Anwender diese Alterung des Speichermediums verfolgen und es bei Bedarf präventiv austauschen. So kann der Anwender reagieren, bevor es zum Ausfall kommt. Zusätzlich nutzt der Controller das sogenannte 'Wear Leveling', d.h. er verwendet alle physikalischen Blöcke des Speichers 'reihum', selbst wenn das Betriebssystem immer auf den selben logischen Block für das Inhaltsverzeichnis des Mediums zugreifen möchte. Auch diese Methode verbessert Lebensdauer und Zuverlässigkeit weiter.

## Interner 'Notstrom'

Mobile Geräte können auch mal herunterfallen, so dass sich der Akku kurzzeitig von der Kontaktfeder löst. Häufiger sind aber Fälle bei denen in industriellen Anwendungen der Strom ausfällt, die Netzspannung stark schwankt oder über Netzstecker bzw. (Not)ausschalter verloren geht, bevor das Gerät heruntergefahren wurde. Ein solcher Stromausfall während des Speichervorgangs kann zu Datenverlust führen. Abhilfe schaffen beispielsweise robuste SSD-Speicher von Cervoz mit einer Power Loss Protection (PLP). Dabei übernehmen Tantal-Kondensatoren auf der Speicherplatine die Energieversorgung, falls es zu Spannungsschwankungen kommt und stellen sicher, dass ein Schreibprozess immer abgeschlossen werden kann. Die PLP-Funktion kann dabei eine rund 40mal längere Stromversorgung des Speichers sicherstellen als sonst üblich (Bild 1). Damit sind kritische Anwendungen und Einsatzbereiche

bei Fahrzeugen, medizinischem Gerät oder Industrie vor Datenverlust geschützt. Je nach Anforderung gibt es die stromgestützten Speicher mit 32 bis 128GB Speichervolumen.

## Mechanisch robust

Der Fall eines Gerätes auf den Boden, Schock oder erhöhte Vibration sind im Feldeinsatz im industriellen Umfeld nicht selten. Dadurch können sich mit der Zeit Verbindungen wie Lötstellen lösen oder Leiterbahnen und Platinen Risse ausbilden. Beides kann zu unkontrollierbaren Ausfällen des Speichers führen. Mechanisch besonders robust ausgeführte Speicher verwenden deshalb eine Anti-Vibration-Füllung, um Bauteile, Lötstellen und Platine sicher zu schützen. Dabei wird durch Auftragen eines Epoxidharzes zwischen den Kanten von Leiterplatte und Halbleiter-Chips verhindert, dass Lötverbindungen sich lösen (Bild 2). Gleichzeitig wirkt die Harzraupe stabilisierend und dämpfend auf den Platinenkörper. Das Anti-Vibration Fill verlängert so die Lebensdauer bei Anwendungen mit Vibrationen, wie der Fahrzeug-Elektronik, Maschinenautomatisierung oder bei mobilen Geräten. Mechanisch robuste Speicher werden in drei Serien angeboten: die Dimm bzw. So-Dimm Serie mit Betriebsbereich 0...70°C, die Wide Temperature Serie für -40...85 °C Betriebsbereich und die Server-Serie mit ECC und ECC mit Registered Dimm.

## Extreme Temperaturen

Probleme können auch Temperaturschwankungen bereiten. In bau- und landwirtschaftlichen Fahrzeugen und Geräten werden heute viele Daten gesammelt und verarbeitet. Die Anwendungen reichen von der Eigenbedarfstankstelle bis zum Precision Farming. Bei extremer Winterkälte oder brütende Hitze im Sommer machen Standard-Speicher keine gute Figur; dazu

## SSD-Endurance, was ist das?

SSDs haben eine durchschnittliche, erwartete Lebensdauer, die durch Zählen der Gesamtmenge der Daten, die auf die SSD geschrieben werden, auch als TBW (Terabytes written) bestimmt ist. Doch was bedeutet das nun für die Praxis? SSDs können wie jeder Halbleiter wegen physikalischen und fertigungsbedingten Problemen ausfallen, wenn Schaltkreise über eine gewisse Zeit unter Spannung stehen. Allerdings passiert das in der Regel schnell und fällt meist unter die Garantie. Bleibt noch der „Verschleiß“ während des Normalbetriebs. Ein Beispiel zeigt schnell die tatsächliche Relevanz dieser Endurance auf: Der durchschnittliche Nutzer speichert um die 5GB / Tag, nur ein sehr kleiner Prozentsatz erreicht die 50GB / Tag Marke. Grob vereinfacht bedeutet das, wenn man eine 100GB SSD nutzt, wird man das Laufwerk weniger als 1000-mal in fünf Jahren umschreiben, selbst wenn man mit 50GB / Tag zur Gruppe der speicherlastigen Nutzer gehört. Für weitere Sicherheit kann der Anwender die oben angeführten speziellen Software-Tools („SMART“ = Self-Monitoring, Analysis and Reporting Technology) einsetzen, Alterung des Speichermediums verfolgen und es bei Bedarf austauschen. Damit erhält der Speicher quasi eine „Tankanzeige“ für die noch vorhandene Rest-Lebensdauer.

kommt noch die Luftfeuchtigkeit bzw. kondensierende Feuchte. Richtig ausgelegte Wide Temperature Grade Ausführungen für den gewerblichen Einsatz dagegen verkraften im Einsatz -40 bis +85°C. Die Luftfeuchtigkeit darf dabei bis zu 95% bei 55°C betragen im Gegensatz zu nur 90% bei 40°C in der Standardausführung. Damit ist auch ein wechselnder Einsatz zwischen Büro und Kühlhaus oder Winterbetrieb im Freien kein Problem. Thermoschock oder Thermozyklen innerhalb der Spezifikation haben keinen Einfluss auf Lebensdauer und Zuverlässigkeit der Speicherfunktion. Dazu werden nur ausgesuchte Bausteine für den erweiterten Temperaturbereich von Toshiba verwendet und die fertigen Speicher zu 100% geprüft.

[www.hy-line.de](http://www.hy-line.de) & [www.rbsonline.de](http://www.rbsonline.de) ■



Bild: Syslogic GmbH

# Pseudo-SLC: Wie funktioniert's?

Bei der **pSLC-Technologie** (Pseudo Single Level Cell) wird **nur ein Bit pro MLC-NAND-Zelle** anstelle von zwei Bits gespeichert. Dadurch wird die **Lebensdauer der NAND-Zelle verlängert**. Warum ist das nur die halbe Wahrheit?

Patrik Hellmüller, Public Relations, Syslogic GmbH

Um die pSLC-Technologie (Pseudo Single Level Cell) zu erklären, ist es wichtig, die Funktionsweise eines NAND-Flash-Speichers zu kennen. NAND-Zellen funktionieren mittels eines Transistorkanals (Source-Drain) und zwei Gates, einem Control Gate und einem Floating Gate. Das Floating Gate ist mittels einer Oxidschicht von Control Gate und Transistorkanal isoliert. Werden mittels Speicherspannung Elektronen durch die Oxidschicht hindurch in das Floating Gate gedrückt (Tunneleffekt), werden sie dort permanent gehalten, auch ohne Spannung. Zum Auslesen der Speicherzelle wird eine Lesespannung an den Transistor gelegt und der Strom, der zwischen Source und Drain fließt, gemessen. Ist das Floating Gate geladen, es befinden sich also viele Elektronen im Floating Gate, wird der Zustand Null ausgelesen. Das, weil kein Strom zwischen Source und Drain fließt. Mittels Löschspannung können die Elektronen wieder freigesetzt werden. Befinden sich also wenig Elektronen im Floating Gate, wird der Zustand Eins ausgelesen, weil Strom zwischen Source und Drain fließt. Alle NAND-Zellen nützen sich mit der Zeit ab und die Oxidschicht zersetzt sich. Je dicker die Oxidschicht ist, desto langsamer schreitet dieser Prozess voran. Entsprechend sind NAND-Speicher mit großen Shrinks langlebiger als solche mit kleinen. Die Zeit, in der eine einmal eingespeicherte Information fehlerfrei bleibt, heißt Retention. Eine hohe Retention erreichen also NAND-Zellen mit einer dicken Oxidschicht.

## Funktionsweise von SLC- und MLC-NAND

SLC-Speicher kennen nur zwei Ladungszustände, fast keine oder sehr viele Elektronen im Floating Gate. Bei MLC-Speichern werden mit unterschiedlichen Spannungsniveaus vier verschiedene Ladungszustände pro Zelle gespeichert, das entspricht zwei Bits. SLC-NAND mit Abnutzungserscheinungen sind wesentlich länger auslesbar als MLC-NAND mit Abnutzungserscheinungen. Bei nur zwei Ladungszuständen fällt die Zuordnung leicht, selbst wenn der Ladungszustand nicht mehr so deutlich ausfällt wie bei einer neuwertigen Zelle. Bei vier Ladungszuständen (MLC NAND) ist die Zuordnung im Vergleich wesentlich schwieriger. Bereits kleine Abnutzungserscheinungen reichen und die Ladungszustände können nicht mehr zugeordnet werden. Entsprechend lassen SLC-Speicher eine vielfach höhere Anzahl an Schreib- und Lesezyklen pro Flash-Zelle zu als MLC-Speicher. Zudem sind SLC-Speicher durch die klaren Spannungsunterschiede wesentlich schneller als MLC-Speicher.

## Fast Page Mode ist nicht pSLC

Es gibt die Möglichkeit, MLC-Speicher zu nutzen aber nur ein Bit pro NAND zu speichern. Für diesen Ansatz gibt es die Bezeichnung Fast Page

Halle 2  
Stand 251

Mode, einige Hersteller sprechen von MLC+ oder Turbo Mode. Der Vorteil des Fast Page Mode liegt wie der Name schon sagt, vor allem in der Geschwindigkeit. Lese- und Schreibgeschwindigkeit werden zu Lasten der Speicherkapazität erhöht. Sämtliche MLC-NAND-Speicher können im Fast Page Mode betrieben werden, ohne dass Anpassung an der Firmware nötig werden. Der Nachteil ist, dass die Lebensdauer (Endurance) der einzelnen Flash-Zelle (NAND) gegenüber herkömmlich genutzten MLC-Speichern nur unwesentlich höher ist. Zwar werden im Fast Page Mode nur zwei Ladungszustände abgespeichert, doch ist der Unterschied der Spannungsniveaus gleich klein wie bei vier Ladungszuständen. Entsprechend kommen die oben erwähnten Nachteile von MLC-NAND zum Tragen: Fehleranfälligkeit durch schwierige Zuordnung der Spannungsniveaus, beschränkte Schreib- und Lesezyklen, daher beschränkte Lebensdauer.

## pSLC haltbarer als MLC im Fast Page Mode

Bei der pSLC-Technologie (Pseudo Single Level Cell), teilweise auch SLC Light genannt, werden die MLC-NAND ebenfalls mit nur einem Bit beschrieben. Gleichzeitig werden aber auch die Spannungsunterschiede zwischen den beiden Ladungszuständen vergrößert. Durch die deutlichen Spannungsunterschiede kommen die Vorteile von SLC-Speichern zum Tragen. Die La-

dungszustände können einfacher zugeordnet werden als beim Fast Page Mode oder bei herkömmlich genutzten MLC-NAND, was mehr Schreib- und Lesezyklen erlaubt. Gleichzeitig sorgen die deutlichen Spannungsunterschiede für verminderte Anfälligkeit auf Datenfehler. Entsprechend sind die Datensicherheit und die Langlebigkeit von pSLC-Speichern deutlich besser als die von herkömmlichen MLC-Speichern oder von MLC-Speichern im Fast Page Mode.

## Lösen pSLC-Speicher SLC-Speicher ab?

Mit der pSLC-Technologie kann die Lebensdauer von MLC-NAND deutlich erhöht werden. Bei pSLC ist nur die Hälfte der physischen Speicherkapazität verfügbar. Ein 32GB-pSLC-Speicher ist also rein physikalisch ein 64GB-MLC-Speicher. Die Lebensdauer wird aber durch die größeren Spannungsunterschiede der Ladungszustände nicht nur verdoppelt, sondern sechsfacht. Daher sind pSLC-Speicher für viele Anwendungen eine lohnende Investition. In Puncto Lebensdauer kann pSLC klassischen SLC-Speichern aber nicht das Wasser reichen. pSLC basiert auf MLC-NAND-Technologie, dieser Umstand lässt sich nicht verbergen. Entsprechend erreichen echte SLC-NAND fünfmal mehr Schreib- und Lesezyklen als pSLC-NAND. Die SLC-Technologie bleibt also unangefochtene Spitzenreiterin in Puncto Lebensdauer und eignet sich für Industrieanwendungen am

besten. Insbesondere wenn sehr hohe Speicherkapazitäten benötigt werden oder wenn sich die Schreib- und Löszyklen in Grenzen halten, greifen Industrieunternehmen auf pSLC- oder MLC-Speicher zurück. Bei kleinen und mittleren Kapazitäten zahlt sich die Investition in echte SLC-Industriespeicher aus. Auch wenn Flash-Speicher extremen thermischen Belastungen ausgesetzt sind, lohnt sich die Investition in SLC-Speicher, denn es gibt spezielle SLC-NAND, die für den erweiterten Temperaturbereich von  $-40$  bis  $+90^{\circ}\text{C}$  gefertigt werden. Bei MLC gibt es zwar ebenfalls Flash-Produkte für den erweiterten Temperaturbereich, doch im Gegensatz zu SLC werden diese erst als letzter Schritt vor der Auslieferung gescreent und sind daher weniger zuverlässig unter extremen Temperaturen.

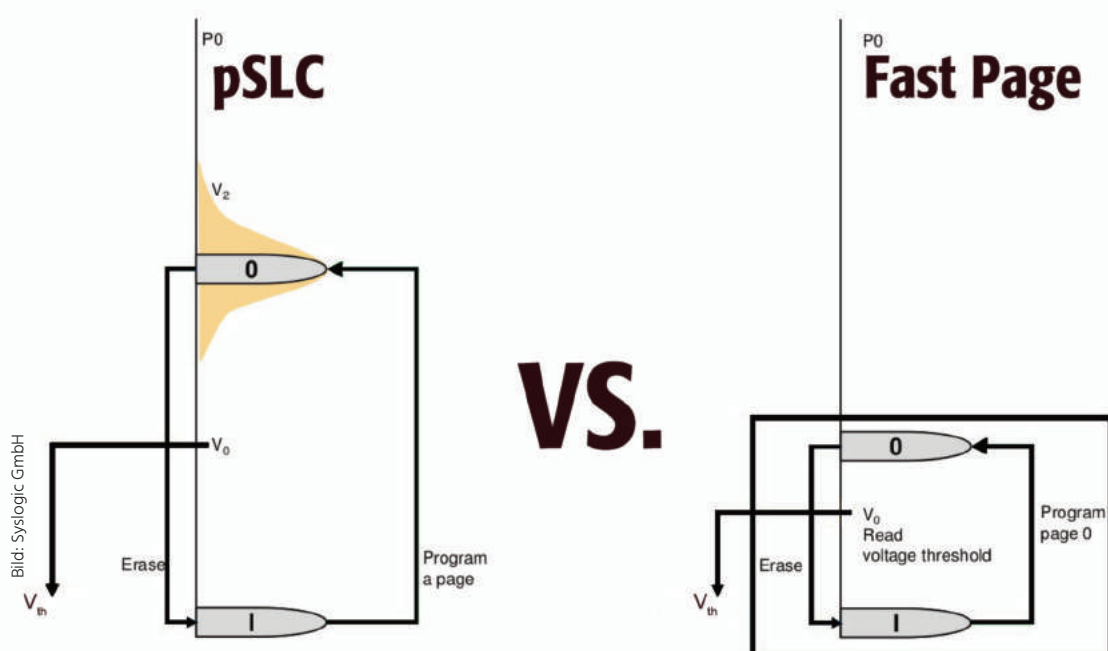
## Speicherhersteller mit Industrieerfahrung

Unabhängig davon, ob man sich für SLC-, pSLC- oder MLC-Speicher entscheidet, lohnt es sich, einen Hersteller zu berücksichtigen, der über Industrieerfahrung verfügt. Sowohl bei SLC- als auch bei pSLC- oder MLC-Speichern gibt es je nach Hersteller massive Unterschiede, was die Zuverlässigkeit und Langlebigkeit der Speicher angeht. Ein Hersteller, der sich ausschließlich auf industrielle NAND-Speicher beschränkt, ist Cactus Technologies. Das taiwanische Unternehmen setzt ausschließlich hochwertige A-

Grade-NAND von Toshiba ein und verfügt über vielfach erprobte Firmware. Es sind Produktserien mit SLC-, pSLC- oder MLC-Technologie erhältlich. In Deutschland werden die Speicher von Syslogic vertrieben.

[www.syslogic.de](http://www.syslogic.de),

[www.cactus-tech.com](http://www.cactus-tech.com) ■



Um die Spannungsunterschiede zwischen den Ladungszuständen zu vergrößern, muss der Speicherhersteller die Firmware anpassen. Im Gegensatz zum Fast Page Mode sind bei der pSLC-Technologie spezielle MLC-NAND nötig, welche die pSLC-Technologie unterstützen.

## Noax Technologies erweitert die Geschäftsleitung

Dipl. Kfm. Univ. Manfred Braun verstärkt die Geschäftsleitung der Noax Technologies und tritt damit an die Seite der Gesellschafterin und CEO Dipl.-Ing. Verena Schechner. Manfred Braun kann auf über 20 Jahre Führungserfahrung in mittelständischen Unternehmen zurückblicken. Seine Ziele bei Noax beschreibt Manfred Braun folgendermaßen: „Noax ist ein führendes Unternehmen in der Entwicklung und Produktion von Industrie-PCs. Ich freue mich sehr die Erfolgsgeschichte jetzt persönlich mit weiterzuschreiben und das Wachstum besonders im Ausland mit zu gestalten.“



Bild: noax Technologies AG

## Kameraplattform erhält Gütesiegel für die Bildverarbeitung

Allied Visions 1er-Produktlinie, die die Leistungsfähigkeit einer Machine-Vision-Kamera mit den Vorteilen einer embedded-Kamera verbindet, wurde Anfang Januar 2018 von der inVISION als Top Innovation 2018 ausgezeichnet. Die Fachzeitschrift für Bildverarbeitung, Embedded Vision und 3D-Messtechnik prämierte zum vierten Mal Innovationen im Bereich Bildverarbeitung und optische Messtechnik. Eine unabhängige Expertenjury hat nach intensiven Beratungen Allied Visions neuer Produktlinie das Gütesiegel 'inVISION Top Innovation 2018' verliehen. Die Kameraplattform überzeugte die Jury durch ihren technischen Innovationsgrad und die Möglichkeit, Bildverarbeitung in Zukunft deutlich einfacher zu gestalten bzw. erfolgreicher am Markt zu etablieren.

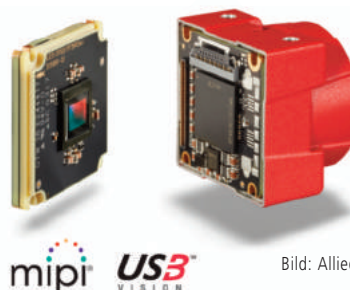


Bild: Allied Vision Technologies GmbH

## Inserentenverzeichnis

|                                    |    |
|------------------------------------|----|
| ADLINK Technology GmbH             | 7  |
| Endrich Bauelemente Vertriebs GmbH | 17 |
| Kontron S&T AG                     | 2  |
| Microchip Technology Inc.          | 15 |
| MKU Metrofunk Kabel-Union GmbH     | 51 |

|                                |       |
|--------------------------------|-------|
| NürnbergMesse GmbH             | 9     |
| Portwell GmbH                  | Titel |
| PEAK-System Technik GmbH       | 19    |
| Plug-In Electronic GmbH        | 52    |
| Würth Elektronik GmbH & Co. KG | 3     |

## Impressum

### VERLAG/POSTANSCHRIFT

Technik-Dokumentations-Verlag  
TeDo Verlag GmbH®  
Postfach 2140, 35009 Marburg  
Tel.: 064 21/3086-0, Fax: -180  
www.iod-design.de

### LIEFERANSCHRIFT

TeDo Verlag GmbH  
Zu den Sandbeeten 2  
35043 Marburg

### VERLEGER & HERAUSGEBER

Dipl.-Ing. Jamil Al-Badri †  
Dipl.-Statist. B. Al-Scheikly (V.i.S.d.P.)

### REDAKTION

Kai Binder (Chefredakteur, kbn),  
Georg Hildebrand (ghl),  
Clara Luise Josuttis (clj)

### WEITERE MITARBEITER

Inka Bach, Tamara Gerlach, Anja Giesen,  
Frauke Itzerott, Pascal Jenke, Victoria Kraft,  
Katharina Kuhl, Kristine Meier, Melanie Novak,  
Kristina Sirjanow, Florian Streitenberger,  
Natalie Weigel

### ANZEIGEN

Markus Lehnert, Tel. +49 6421 3086-0  
Es gilt die Preisliste der Mediadata 2018

### GRAFIK & SATZ

Anja Beyer, Tobias Götz, Fabienne Hessler,  
Melissa Hoffmann, Ronja Kaledat, Moritz Klös,  
Timo Lange, Ann-Christin Lölkes, Nadin Rühl,  
Verena Vornam

### DRUCK

Offset vierfarbig  
Grafische Werkstatt von 1980 GmbH  
Yorckstraße 48, 34123 Kassel

### ERSCHEINUNGSWEISE

6 Hefte für das Jahr 2018

### BANKVERBINDUNG

Sparkasse Marburg/Biedenkopf  
BLZ: 53350000 Konto: 1037305320  
IBAN: DE 83 5335 0000 1037 3053 20  
SWIFT-BIC: HELADEF1MAR

### GESCHÄFTSZEITEN

Mo.-Do. von 8.00 bis 18.00 Uhr  
Fr. von 8.00 bis 16.00 Uhr

### ABONNEMENTSBEZUG

Inland: €36,00 inkl. MwSt. + Porto  
Ausland: €42,00 inkl. Porto

### EINZELBEZUG:

Einzelheft: €7,80 (inkl. MwSt.)

ISSN 1869-8832  
Vertriebskennzeichen (ZKZ) 18427

### HINWEISE:

Applikationsberichte, Praxisbeispiele, Schaltungen, Listings und Manuskripte werden von der Redaktion gerne angenommen. Sämtliche Veröffentlichungen in der IoT Design erfolgen ohne Berücksichtigung eines eventuellen Patentschutzes. Warennamen werden ohne Gewährleistung einer freien Verwendung benutzt. Alle in der IoT Design erschienenen Beiträge sind urheberrechtlich geschützt. Reproduktionen, gleich welcher Art, sind nur mit schriftlicher Genehmigung des TeDo Verlages erlaubt. Für unverlangt eingesandte Manuskripte u.Ä. übernehmen wir keine Haftung. Namentlich nicht gekennzeichnete Beiträge sind Veröffentlichungen der Redaktion. Haftungsausschluss: Für die Richtigkeit und Brauchbarkeit der veröffentlichten Beiträge übernimmt der Verlag keine Haftung.  
© Copyright by TeDo Verlag GmbH, Marburg.  
**Titelbilder:** Portwell Deutschland GmbH,  
@pictureguy32/Fotolia.com und Bopla Gehäuse Systeme GmbH



# Die DNA von Metrofunk

für Systemerhalt  
hinter der Kulisse



**Metrofunk Kabel-Union GmbH**  
D-12111 Berlin, Tel. 030 79 01 86 0  
[info@metrofunk.de](mailto:info@metrofunk.de) – [www.metrofunk.de](http://www.metrofunk.de)



# Systeme führender Hersteller für Ihre IoT-Anwendung finden Sie bei



**Industrie  
Panel PCs**

**19" Industrie  
Komplettssysteme**



**ADLINK**  
TECHNOLOGY INC.

**ADVANTECH**

*Enabling an Intelligent Planet*

 **CONTEC**

Ideal für den Einsatz in  
• **Messtechnik**  
• **Automatisierung**  
• **Networking**

**NEXCOM**

**SIEMENS**

**Vecow**

[WWW.PLUG-IN.DE](http://WWW.PLUG-IN.DE)

**Industrie PCs**

**Industrie  
Displays**

**Industrie Tablets**

Besuchen Sie uns auf der **embedded world 2018**, Halle 1/440, vom 27.2. – 1.3.2018 im Messezentrum Nürnberg



**PLUG-IN Electronic GmbH** Am Sonnenlicht 5 – 82239 Alling – Tel. +49 (0) 81 41 / 36 97-0 – Fax +49 (0) 81 41 / 36 97-30 – E-Mail [info@plug-in.de](mailto:info@plug-in.de)

Irrtum und Änderungen vorbehalten. Erwähnte Firmen- und Produktnamen sind evtl. eingetragene Warenzeichen der jeweiligen Hersteller. © PLUG-IN Electronic GmbH 2.2018