



# FASZINATION ELEKTRONIK



GABE 6 | JULI 2017 | 17. JAHRGANG | WWW.INDUSTR.COM | FACEBOOK.DE/EUE24.NET



## SMART SENSORS

Verborgenes entdecken

### SATTE FARBEN

Farbechtere LEDs konstruieren **S. 32**

### LACK UND HARZ

Leiterplatten besser schützen **S. 48**

### HEFT-IM-HEFT

Raspberry Pi & Co in der Industrie **ab S. 55**

ANZEIGE

Jetzt mehr als  
**6 Millionen**  
Produkte Online

**DIGIKEY.DE**

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



# Was unsere Kunden sagen...



„Weiter so. Besonders nützlich ist die Möglichkeit, schnell Datenblätter zu erhalten. Dies ist der größte Faktor in der Entscheidung, Digi-Key zum Anbieter der Wahl zu machen.“ **EINKÄUFER, DIGI-KEY-KUNDE SEIT 2015**

„Ich habe heute Morgen die Lieferung erhalten und bin sehr beeindruckt von der Qualität ihres Systems. Guter Online-Bestellservice und gute Betreuung nach dem Verkauf mit schnellem Versand. Hervorragender Service! Ich werde auf jeden Fall zurückkommen, wenn ich etwas aus ihrem Sortiment benötige.“ **INTERNATIONALER DIGI-KEY-KUNDE SEIT 2014**



„Hervorragende Arbeit und daher mein Lieblings-Elektronikanbieter. Der Hauptgrund dafür ist die einfache, schnell ladende und informationsreiche Webseite.“ **NEUER DIGI-KEY-KUNDE SEIT 2016**

TELEFON: 0800 180 01 25  
**DIGIKEY.DE**



**6 MILLIONEN TEILE ONLINE | ÜBER 650 LIEFERANTEN | 100%-IGER VERTRAGSDISTRIBUTOR**

\*Für alle Bestellungen unter 50,00 € wird eine Versandgebühr von 18,00 € in Rechnung gestellt. Bei Bestellungen unter \$60,00 USD wird eine Versandgebühr von \$22,00 USD berechnet. Alle Bestellungen werden per UPS, Federal Express oder DHL für die Lieferung innerhalb von 1 bis 3 Tagen (abhängig vom endgültigen Bestimmungsort) versendet. Keine Bearbeitungsgebühren. Alle Preise werden in Euro oder US-Dollar angegeben. Digi-Key ist ein autorisierter Distributor für alle Lieferpartner. Neue Produkte werden täglich hinzugefügt. Digi-Key und Digi-Key Electronics sind eingetragene Marken von Digi-Key Electronics in den USA und anderen Ländern. © 2017 Digi-Key Electronics, 701 Brooks Ave. South, Thief River Falls, MN 56701, USA



## Verborgene Ideen

Trotz einer gewissen Übersättigung ist Industrie 4.0 weiterhin das Trendthema. Technisch sind viele der ursprünglichen Probleme gelöst. Es hakt mittlerweile an anderer Stelle: Noch fehlen Ideen für die konkrete Nutzung. Häufig ist unklar, was mit den gesammelten Daten der Sensoren und der Rechenpower der intelligenten Maschinen und Fabriken eigentlich geschehen soll. Mehr als Predictive Maintenance oder die unkonkrete Aussicht auf einen höheren Automatisierungsgrad fällt den Verantwortlichen oft nicht ein. Industrie 4.0 kann mehr sein als das.

Wer ihre Chancen nutzen möchte, sollte nicht nur an eine effizientere und ausfallsicherere Produktion denken. Natürlich bringt beides viele Vorteile; senkt etwa die Kosten und verspricht eine schnellere und genauere Fertigung. Richtig profitieren werden aber diejenigen Unternehmen, die ihren Kunden neue Dienstleistungen anbieten und neue Geschäftsmodelle entwickeln.

Wichtig ist es deshalb, nicht nur in Technik zu investieren, sondern auch in Kreativität. Das kostet natürlich Geld, bindet Ressourcen und braucht Geduld. Gute Ideen entstehen nicht über Nacht. Sie brauchen Zeit. Der mögliche Gewinn ist es allerdings wert. Die Grundlage dafür sind eine kluge Datenauswertung und -aufbereitung. Verborgene in dem riesigen Berg an gesammelten Informationen steckt eine Fülle neuer Geschäftsmodelle. Es gilt sie nur zu entdecken.

Eine interessante Lektüre wünscht

*Florian Streifinger*

Florian Streifinger, Managing Editor E&E



**REDEXPERT.** Die einzigartige Online-Plattform von Würth Elektronik zur Auswahl elektronischer und elektromechanischer Bauelemente.

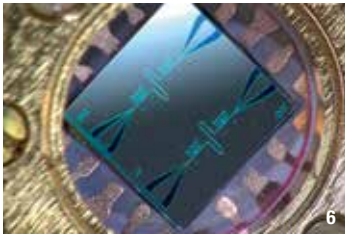
[www.we-online.de/redexpert](http://www.we-online.de/redexpert)

- 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*

## Auftakt



- 6 BILDREPORTAGE  
**Im Rampenlicht**  
 Kühlmechanismus für Quantencomputer

## Rubriken

- 3 Editorial
- 46 Firmenverzeichnis
- 46 Impressum
- 59 Ackermanns Seitenblicke  
*Stolperfallen beim 3D-Druck*
- 66 Aufgeschraubt

Anzeige



## Smart Sensors



- 8 INTERVIEW  
**„Welchen Mehrwert Daten bieten, ist häufig unklar“**  
 Bernhard Müller, Sick, spricht über aktuelle Sensortechnik und Probleme bei Industrie 4.0

- 12 RADARSENSOREN  
**Gemeinsam erfassen**  
 Kombimodule registrieren Anwesenheit, Entfernung und Geschwindigkeit

- 14 FASEROPTISCHE TECHNIK  
**Sicher messen, sicher abheben**  
 Luftfahrt ist für Messtechnik eine echte Herausforderung

- 18 LASERTRIANGULATION  
**Schnell und präzise**  
 Die Leistung von Laser-Profil-Scannern verbessern

- 22 RAUE UMGEBUNGEN  
**Splitterndem Metall trotzen**  
 Induktive Sensoren resistent gegen Metallspäne machen

- 24 INDUSTRIAL ANALYTICS  
**Stillstand hat keine Chance**  
 Mit Analysesoftware den Ausfall von Maschinen verhindern

- 27 NEUHEITEN  
**Top-Produkte**

## Distribution & Dienstleistung



- 28 GLOBALE DISTRIBUTION  
**Gemeinsam im Takt**  
 Zusammenarbeit mit Kunden und Lieferanten ist der Weg zum globalen Erfolg

## Optoelektronik & Displays



- 32 LEUCHTDIODEN  
**Satte Farben**  
 Exakte Farbwiedergabe bei LEDs erreichen

- 36 PRAXISBERICHT  
**Displays reif für die Rente**  
 Obsoleszenz bei Industrie-PCs meistern

- 39 BELEUCHTUNG STEuern  
**Es werde Licht!**  
 Ein Modul vereinfacht die Steuerung von LEDs

## Embedded-Systeme & Baugruppen



42

### 42 INTERVIEW

#### "Makerboards sind zur Zeit nur ein Hype"

Manfred Garz, Geschäftsführer von Garz & Fricke, über Bastelrechner in der Industrie

### 44 ENTWICKLUNGSTOOLS

#### Grundlagen für das IoT

Welche Komponenten Intel speziell für den IoT-Markt bietet

## Elektronikfertigung



48

### 48 BESCHICHTUNG VERSUS KUNSTHARZ

#### Lack oder nicht Lack?

Wann Harze und Lacke sich für den Schutz von Leiterplatten eignen

### 52 SOFTWARE

#### Besser fertigen

Software erkennt Fehler in der Produktion und spart Kosten

## Heft-im-Heft: Raspberry Pi & Co ab Seite 55



### 56 OPEN-SOURCE-IPC

#### Aus der Formation ausbrechen

Unbeschränkte Konnektivität durch modularen IPC

### 60 RASPBERRY PI 3

#### Geschützt im Container

Sichere Plattform für IoT-Entwicklungen

### 64 TRENDSCOUT

#### Tools um Raspberry Pi & Co

Neuheiten für und mit Makerboards

*Titelbildquelle:* [wikimedia.org](http://wikimedia.org)

*Lizenz:* Creative Commons

Attribution-Share Alike 3.0

# EMBEDDED & INDUSTRIAL COMPUTER

## TIGER II SERIE

19" INDUSTRIAL COMPUTER



## MXE-5500 SERIE

FANLESS EMBEDDED SYSTEM



SYSTEMHAUS UND VALUE-ADDED DISTRIBUTOR

INDIVIDUELLE SYSTEME KONFIGURIERBAR

HAUSEIGENE FERTIGUNG VON EMBEDDED- UND INDUSTRIE-COMPUTERN

FIRST-LEVEL SUPPORT PRE- UND AFTER-SALES

PROJEKT-CONSULTING & PROFESSIONELLE BERATUNG



**BRESSNER**

+49 8142 47284 - 70  
[www.bressner.de](http://www.bressner.de)  
[vertrieb@bressner.de](mailto:vertrieb@bressner.de)

# IM RAMPENLICHT

Wie herkömmliche Prozessoren benötigen auch Quantencomputer eine Kühlung. Eine solche haben nun finnische Forscher entwickelt. Ein weiterer Schritt hin zu einem funktionierenden Quantenrechner.

TEXT: Selina Doulah, E&E BILD: Kuan Yen Tan, Aalto University

### Abkühlung für den Quantencomputer

Ein von einer Forschungsgruppe an der Aalto University im finnischen Helsinki entwickeltes Kühlsystem löst eine große Herausforderung: Mit seiner Hilfe können die meisten elektrischen Quantengeräte schnell initialisiert werden. Die Geräte werden so leistungsfähiger und zuverlässiger. Das Forscherteam kühlte einen qubit-artigen supraleitenden Resonator unter Verwendung eines speziellen Tunnels von einzelnen Elektronen durch einen zwei Nanometer dicken Isolator. Die Forscher gaben den Elektronen etwas zu wenig Energie von einer externen Spannungsquelle als das, was für das direkte Tunneln benötigt wird. Daher erfasst das Elektron die fehlende Energie, die für das Tunneln von der nahe gelegenen Quantenvorrichtung benötigt wird. Dadurch verliert das Gerät Energie und kühlt ab. Die Kühlung kann durch Einstellen der externen Spannung auf Null abgeschaltet werden. Dann reicht auch die aus der Quantenvorrichtung verfügbare Energie nicht aus, um das Elektron durch den Isolator zu drücken. Als nächstes plant die Gruppe, aktuelle Quantenbits zusätzlich zu Resonatoren zu kühlen. Die Forscher wollen auch die mit dem Kühlsystem erreichbare Mindesttemperatur senken und das Ein- und Ausschalten deutlich beschleunigen.

Bernhard Müller kümmert sich in der Geschäftsleitung des Sensorherstellers Sick um das Thema Industrie 4.0.



## INTERVIEW

## „Welchen Mehrwert die Daten konkret bieten, ist häufig unklar“

Smarte Sensoren sind eine der Grundlagen für Industrie 4.0. Sie sammeln Daten, um die Anlagen und Fabriken intelligenter zu machen. Wir sprachen mit Bernhard Müller (62), Mitglied der Geschäftsleitung des Sensorherstellers Sick, über den aktuellen Stand der Technik und Probleme bei der Umsetzung von Industrie 4.0.

**FRAGEN:** Florian Streifinger, E&E **BILD:** Sick

**E&E:** Sind für Industrie 4.0 spezielle Sensoren notwendig?

Bernhard Müller: Auf jeden Fall. Es hängt aber davon ab, wofür ein Sensor verwendet wird. Nicht jeder Sensor, der in Zukunft in der Industrie zum Einsatz

kommt, muss speziell für Industrie 4.0 angepasst sein. Es wird auch weiterhin zum Beispiel Lichtschranken oder magnetische Schalter geben, die nur ihre normalen Funktionen erfüllen und nicht mit der Cloud oder einem Datensystem in

Verbindung stehen. Umgekehrt benötigt das Datensystem für Industrie 4.0 aber Informationen von Sensoren. Dafür sind Modelle notwendig, die diese Daten liefern können. Sie unterscheiden sich technisch von herkömmlichen Varianten.





### Worin genau besteht der Unterschied?

Ein Sensor für Industrie 4.0 kommuniziert direkt mit der Datenwelt. Er kann also die nötigen Kommunikationsprotokolle für die Verbindung zu einem übergreifenden Datensystem verwenden. Und

aufbauen, die die Daten dann zusammensetzen.

*Welche Kommunikationsprotokolle sind besonders für Industrie-4.0-Sensoren geeignet?*

*„Nur auf Software zu setzen, ergibt keinen Sinn. Ohne die Hardware, die Sensoren, bringt die Software nichts.“*

**Bernhard Müller, Mitglied der Geschäftsleitung bei Sick**

damit meine ich keine SPS. Die dafür genutzten Protokolle sind zum Beispiel OPC UA, MQTT oder PPMP, also kein normales Ethernet.

*Das ist aber nicht das Einzige, worin sie sich unterscheiden.*

Nein, natürlich nicht. Der Sensor muss auch Informationen zur Verfügung stellen, die für das Datensystem relevant sind. Nehmen wir die bereits angesprochene Lichtschranke. Normal zeigt sie nur an, ob ein Objekt vorhanden ist oder nicht. Damit sie auch bei starkem Sonneneinfall funktioniert und nicht grundlos auslöst, sammelt sie aber noch weitere Daten, wie etwa die Temperatur und die Stärke des Umgebungslichts. Diese Daten sind natürlich ein Mehrwert für die Datenwelt. Der große Unterschied zum normalen Sensor ist nun, dass er diese Informationen auch weitergibt. Dazu kann man entweder zusätzliche Messfunktionen in den Sensor integrieren oder Sensornetzwerke

Da scheiden sich ganz klar die Geister. Jeder der großen Datenverwaltungsdienstleister hat darauf eine andere Antwort. Die Protokolle haben verschiedene Stärken und Schwächen. OPC UA ist relativ komplex, bietet aber viele Funktionen. MQTT ist deutlich einfacher, aber besitzt eben auch weniger Funktionalität. PPMP lässt sich unkompliziert und schnell implementieren, umfasst aber beispielsweise keine Securityfunktionen, wie sie bei OPC UA vorhanden sind. Jedes der großen Daten verarbeitenden Unternehmen hat andere Prioritäten und bevorzugt deshalb ein anderes Protokoll. SAP verwendet am liebsten OPC UA, IBM lieber MQTT. Sick möchte unabhängig bleiben. Deshalb integrieren wir alle relevanten Protokolle.

*Wie sieht es mit drahtloser Kommunikation aus?*

Drahtlose Kommunikation ist gerade sehr im Trend. Auch bei Sensoren gibt es

## EINE KLASSE FÜR SICH

NEU

**optoNCDT 1420**  
Laser-Triangulationssensoren für schnelle und präzise Messungen

- Kompakt und leicht: einfache Integration in beengte Bauräume
- Robustes und langlebiges Design
- Reproduzierbarkeit ab 0,5  $\mu\text{m}$
- Kleiner Lichtfleck
- Analog- und Digitalausgang
- Einzigartiges Bedienkonzept über Webbrowser
- Presets für verschiedene Oberflächen



Tel. +49 8542 1680  
[www.micro-epsilon.de/opto](http://www.micro-epsilon.de/opto)

## „Drahtlose Kommunikation ist noch nicht geeignet für die Industrie.“

Bernhard Müller, Mitglied der Geschäftsleitung bei Sick

eine Tendenz dazu. Wir sind da aber noch etwas zurückhaltend. In Industrieanlagen ist drahtlose Kommunikation schwieriger zu integrieren als etwa bei Lampen in Wohnzimmern. Es gibt zwar viele Technologien, wie zum Beispiel Bluetooth, aber unserer Erfahrung nach ist keine davon richtig geeignet für die Industrie. Sie gewährleisten nicht genügend Datensicherheit und sind nicht konstant genug. In einer Fabrik müssen die Maschinen einfach immer funktionieren. Da darf nichts ausfallen, weil die Kommunikation nicht richtig arbeitet. Die meisten Sensoren werden außerdem per Kabel mit Strom versorgt. Ein Kabel ist somit schon vorhanden. Da benötigt man keinen Funk.

### *Wie wichtig ist eine direkte Verbindung der Sensoren mit einer Cloud?*

Die Anbindung eines Sensors direkt an die Datenwelt ist wie gesagt eine der Voraussetzungen für Industrie 4.0. Ein Sensor der nicht mit ihr kommunizieren kann, ist kein Industrie-4.0-Sensor. Das schließt

natürlich auch die Verbindung zu einer Cloud mit ein. Nur wenn Sensoren die erfassten Daten auch an sie schicken können, sind Mehrwertdienste, wie zum Beispiel Predictive Maintenance, möglich.

### *Können das Ihre Sensoren bereits?*

Wir haben bereits solche Sensoren entwickelt. Auf der Hannover Messe (HMI) war das anhand einer Produktionslinie zu sehen. Die verwendeten Sensoren übertragen die gesammelten Informationen aus der Linie direkt in die Cloud. Neben den normalen Sensordaten liefern sie auch zusätzliche Informationen über die Effizienz und Verfügbarkeit der Maschine.

### *Welche Schwierigkeiten gibt es dabei?*

Technisch ist das kein Problem mehr. Zumindest wenn man auf Leitungen für die Übertragung zurückgreifen kann. Bei drahtloser Kommunikation sieht das noch anders aus. Das Hauptproblem sehe ich auf der Applikationsseite und nicht bei der Technik.

Predictive Maintenance kennt jeder. Aber darüber hinaus ist oft nicht klar, wofür Daten eigentlich gesammelt werden, wozu also Industrie 4.0 eingeführt werden soll.

### *Es fehlen also vor allem Ideen, welcher Nutzen sich aus den Daten ergibt?*

Ja, da befindet sich viel noch in der Entwicklung. Wir arbeiten zur Zeit gemeinsam mit einigen Firmen daran, aus den Daten zusätzlichen Mehrwert zu generieren.

### *Neben Ihrer Remote-Service-Plattform für Predictive Maintenance sollen also weitere Plattformen und Geschäftsmodell entstehen?*

Wir machen uns dazu natürlich Gedanken. Ich glaube es gibt keine Firma, die das nicht tut. Wenn man das versäumt, hat man in Zukunft ein Problem.

### *Was ist konkret geplant?*

Gezeigt haben wir auf der HMI Sensoren, deren Funktion sich adaptiv ändern lässt. Was genau der Sensor misst oder erfasst kann somit je

nach Einsatzgebiet angepasst werden. Umgesetzt wird das über Apps, die in den Sensor geladen werden und seine Funktion verändern. Das ist so ähnlich wie beim App-Store von Apple. Ein Beispiel ist der Sensor einer Kamera der Barcodes abliest. Soll er in Zukunft hingegen Autos unterscheiden, also erfassen ob er einen Bus, Lkw oder Pkw vor sich hat, kann man dafür einen neuen Funktionsblock herunterladen. Er kann dann allerdings keinen Barcode mehr lesen; außer es werden beiden Funktionen installiert. Das lässt sich natürlich beliebig weiterführen. Soll er etwa das Label von Batterien erkennen, braucht er nur eine weitere App. Wir nennen das App-Pool und App-Space. Der App-Pool ist praktisch der App-Shop und der App-Space der Ort, an dem die Funktion im Sensor hinterlegt wird. Auf der Messe haben wir das am Beispiel einer Kamera durchgeführt. In sie kann die Steuerung eines Roboters hinein geladen werden. Der Roboter bekommt seine Anweisungen dann direkt von der Kame-



**RUTRONIK** 24  
next generation e-commerce

B2B e-commerce shop | [www.rutronik24.com](http://www.rutronik24.com)

ra. Sie übernimmt somit eine Rolle die eigentlich nicht ihre Kernaufgabe ist.

**Was ist der Vorteil davon?**

Wenn man das weiterdenkt und alle Sensoren intelligent sind, dann ist keine eigene Steuerung für das Gesamtsystem mehr nötig. Das übernehmen dann die Sensoren. Sie stimmen sich untereinander und mit den anderen Komponenten einer Anlage ab und steuern sie. Ich habe einmal gehört, die SPS stecke in Zukunft im Sensor. Das stimmt aber nur bedingt; nur ein Teil davon steckt in jedem Sensor. Sie wird dezentral

**Was verbessert sich dadurch konkret?**

Die Flexibilität erhöht sich. Um eine Anlage zurzeit umzustellen, muss die SPS neu programmiert werden. Das umfasst mehrere Ebenen, vom Leitsystem bis zum eigentlichen Sensor. Diese Zwischenebenen fallen in Zukunft weg; man kann die Funktion des Sensors direkt verändern. Dadurch lassen sich Anlagen einfacher anpassen.

**Müssen Sensoren veränderbar sein, damit sie für Industrie 4.0 geeignet sind?**

Absolut. Damit ist aber nicht die Parametrierung des Sensors gemeint, sondern seine Funktion.

**Software für Sensoren wird immer wichtiger. Werden Sensorunternehmen in Zukunft Softwareunternehmen oder sind sie es bereits?**

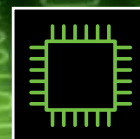
Ja und nein. Software wird in der Tat immer wichtiger. Es ergibt aber keinen Sinn nur Software zu produzieren. Ohne den Sensor bringt die Software nichts. Es geht auch in Zukunft darum, gute Sensoren zu haben. SICK wird deshalb weiterhin Sensoren entwickeln und nicht nur reine Software herstellen. Wir müssen aber natürlich immer mehr Software in unsere Sensoren implementieren. Schauen wir uns zum Beispiel Auswertungssoftware an. Wir bieten Analytics-Softwarepakete an, zurzeit hauptsächlich für den Logistik-Bereich. Ohne diese Software funktionieren diese Anlagen nicht - ohne die Hardware aber auch nicht. □



Sensors



Wireless



Micro-controllers



Security

Discover the Internet of Things  
Design **SMART** Products

RUTRONIK **SMART** fasst die innovativsten und neusten Entwicklungen von Hardware, Software und Services für Internet of Things Anwendungen zusammen.

- Agriculture
- Energy
- Health
- Home
- Industry
- Mobility
- Things

Mehr Informationen: [www.rutronik.com/smart](http://www.rutronik.com/smart)  
smart@rutronik.com | Tel. +49 (0) 7231 801 1423



## RADARSENSOREN

# Gemeinsam erfassen

Radarsensoren werden oft eingesetzt, um die Anwesenheit, Entfernung und Geschwindigkeit von Objekten zu erfassen. Doch nicht jeder Sensor kann alle drei Größen gleichermaßen erfassen. Maßgeblich dafür ist das zugrundeliegende Messverfahren. Oft ist es deshalb sinnvoll auf Kombimodule zurückzugreifen, die mehrere dieser Verfahren vereinen.

TEXT: Johannes Kornfehl, Codico **BILDER:** Codico; iStock, dszc



Eine der Grundlagen der Gebäude- und Industrieautomation sind Sensoren. Sie erkennen unter anderem die Anwesenheit von Objekten und deren Entfernung und Geschwindigkeit und geben diese Informationen an die Steuerung weiter. Diese kann die Funktion, zum Beispiel einer Industrieanlage, dann dementsprechend anpassen. Oft werden dafür Radarsensoren verwendet. Sie emittieren elektromagnetische Wellen und erfassen Objekte mit verschiedenen physikalischen Prinzipien, wie Doppler, FSK-Doppler (Frequency Shift Keying) und FMCW (Frequency Modulated Continuous Wave).

Nicht jedes dieser Messverfahren eignet sich für alle Einsatzgebiete. Deshalb ist es oft sinnvoll Sensoren mit unterschiedlichen Verfahren zu kombinieren. Früher war dafür der

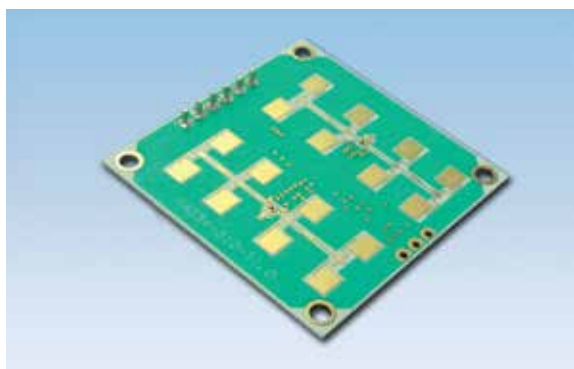
Einsatz mehrerer Sensoren nötig. Mittlerweile gibt es Module, die verschiedene Messverfahren in sich vereinen.

Dopplersensoren emittieren Mikrowellen mit einer bestimmten Frequenz über eine Sendeantenne und empfangen die vom Objekt reflektierte Welle über eine Empfangsantenne. Die Frequenz der reflektierten Welle wird durch die Bewegung des reflektierenden Objekts über den Doppler-Effekt verändert. Der Sensor wertet diese Veränderung aus und erfasst dadurch die Geschwindigkeit des Objekts. Reine Doppler-Module sind zum Beispiel das von dem Distributor Codico angebotene NJR4265 des japanischen Herstellers New Japan Radio (NJR). Es arbeitet im 24-GHz-Band. Die Antenne sowie die MCU sind in das Modul integriert. Als Schnittstelle für die



Kommunikation steht ein UART-Interface (Universal Asynchronous Receiver Transmitter) zur Verfügung. Ausgelegt ist das NJR4265 für die Detektion von Objekten mit geringem Abstand, in etwa 10 m, zum Sensor, die sich langsam bewegen, wie beispielsweise Fußgänger. Typische Einsatzgebiete sind die Erfassung von Personen, etwa in einem Lager, aber auch die Anwesenheitserkennung in der Gebäudeautomatisierung zur Lichtsteuerung.

Ist eine Distanzmessung nötig, bieten sich FSK-Doppler- und FMCW-Sensoren an. FSK-Dopplersensoren verwenden für die emittierte Welle zwei verschiedenen Frequenzen, welche in einem vordefinierten Zeitintervall abwechselnd ausgesandt werden. Auch bei ihnen ist die Doppler-Frequenz proportional



Kombimodule, wie das NJR4234, können Objekte mit dem FSK-Doppler- und dem FMCW-Messverfahren erfassen. Dadurch bemerken sie sowohl statische als auch sich bewegende Objekte und messen deren Geschwindigkeit und die Distanz zu ihnen.

zu der Geschwindigkeit des Objektes. Die zwei unterschiedlichen Frequenzen erzeugen zwei verschiedene Doppler-Frequenzen, welche eine Phasenverschiebung aufweisen. Über diese Phasenverschiebung kann die Distanz zum Objekt erfasst werden. Das ist allerdings nur möglich, solange sich das Objekt bewegt. Steht es still, lässt sich die Entfernung nicht ermitteln.

### Mehrere Messprinzipien in einem Modul

Bei FMCW werden Mikrowellen mit einer sich linear ändernden Frequenz emittiert. Die reflektierte Welle weist eine Zeitverzögerung auf. Diese ist proportional zur Distanz und kann somit vom Sensor ausgewertet werden. Sind für eine Anwendung sowohl FSK-Doppler- als auch FMCW-Sensoren notwendig, eignen sich dafür Kombimodule die beide Messprinzipien vereinen. Codico bietet dafür zum Beispiel das NJR4234 an. Auch bei ihm sind die Antenne und der Mikrocontroller on Board. Zur Anbindung steht eine serielle Schnittstelle zur Verfügung. Sie überträgt sowohl Parameter an das Modul als auch Information vom Modul an den Host. Je nach erforderlichem Detektionsbereich gibt es zwei Versionen, eine für 5 und eine für 30 m. Das NJR4234 eignet sich unter anderem für Sicherheitsbereiche, beispielsweise zur Kollisionsdetektion.

Zusammenfassend sind somit folgende Messungen möglich: Mit dem Doppler-Prinzip kann ein bewegtes Objekt und seine Geschwindigkeit über einen großen Bereich gemessen werden. FSK-Doppler bieten die Möglichkeit, Entfernung und Geschwindigkeit eines sich bewegenden Objekts zu ermitteln. Ein stationäres Objekt ist für den Sensor allerdings nicht erfassbar. Mit FMCW ist es möglich, stationäre Objekte und deren Entfernung zu messen. □

FASEROPTISCHE TECHNIK

# SICHER MESSEN, SICHER ABHEBEN

Die besonderen Einsatzbedingungen in der Luftfahrt stellen hohe Anforderungen an die Messtechnik: Genauigkeit und kleine Baugrößen sind genauso wichtig wie Explosionsschutz und Unempfindlichkeit gegenüber schwankenden Umgebungsbedingungen. Eine Antwort kann die faseroptische Messtechnik, basierend auf der Weißlicht-Polarisations-Interferometrie, kurz WLPI, sein.

TEXT: Michael Schenker, Althen BILDER: Althen; iStock, guvendemir



**Embedded Dehnungssensor für  
die direkte Integration in den  
Verbundwerkstoff.**



In vielen industriellen Anwendungen wird die Messtechnik benötigt, um Prozesse und Umgebungsparameter zu überwachen. Dabei stoßen konventionelle elektronische Sensoren häufig an die Grenzen der Technik, da Störeffekte, wie hohe Spannungen oder elektrische Felder die Funktionsfähigkeit der Sensorik einschränken. Insbesondere für diese Anwendungen schafft die WLPI-Technik mit ihren faseroptischen Sensoren neue Möglichkeiten, verlässliche Messungen durchzuführen.

Es existieren unterschiedliche faseroptische Messverfahren, die auf einer oder mehrerer der spezifischen Eigenschaften des Lichtes (Intensität, Phase, Polarisation und Spektrum) beruhen. Prinzipiell verändert die zu erfassende Messgröße eine oder mehrere der speziellen Eigenschaften, sodass ein verändertes Lichtsignal zurückgeworfen wird.

Die Messsysteme bestehen aus zwei Hauptkomponenten, dem faseroptischen Sensor und der Signalauswerteeinheit. Hinzu kommt ein Lichtwellenleiter, der je nach eingesetzter Technik unterschiedliche Zwecke erfüllt.

Faseroptische Sensoren lassen sich grundsätzlich in zwei Klassen einordnen: Extrinsische und intrinsische Sensoren. Bei intrinsischen Sensoren ist der Lichtwellenleiter ein essentieller Bestandteil des Messmechanismus. Die optische Faser ist der Sensor. Faseroptische Sensoren, die auf der Faser-Bragg-Technik beruhen sind populäre Vertreter dieser Sensorklasse.

Die extrinsischen Sensoren hingegen zeichnen sich dadurch aus, dass der empfindliche Teil von der optischen Faser entkoppelt ist. Die optische Faser dient lediglich der Übertragung des Lichtsignals zwischen Sensoreinheit und Signalauswerteelektronik. Die Sensoren von Althen, basieren sowohl auf der WLPI-Technik als auch auf Galliumarsenid-Kristallen und sind Vertreter der extrinsischen Sensorklasse.

Die WLPI-Technik verwendet breitbandiges weißes Licht anstelle eines Lasers als Lichtquelle. Diese Lichtquelle befindet sich in der Signalauswerteeinheit. Die ausgesandte Lichtstrahlung trifft im Sensor auf zwei Spiegel mit definiertem Abstand, der Hohlraumlänge. Das Lichtsignal wird am ersten Spiegel teilweise reflektiert. Der nicht reflektierte Teil trifft auf den zweiten Spiegel und wird reflektiert, sodass zwei Lichtsignale entstehen, die sich im zurückgelegten Weg unterscheiden. Die Hohlraumlänge und somit die Weglänge ist eine Funktion der Messgröße. Die Membran eines Drucksensors biegt sich abhängig vom anliegenden Druck unterschiedlich. Ein auf der Rückseite der Membran angebrachter zweiter Spiegel führt zur Änderung der Hohlraumlänge in Abhängigkeit der Messgröße.

### Funktionsprinzip der WLPI-Technik

Die reflektierten Lichtsignale werden zurück in die Auswerteeinheit geleitet, in der sich ein weiteres Interferometer befindet. Dort kommt es an der Stelle, an der die Hohlraumängen beider Interferometer ähnlich sind, zu örtlich begrenzten Interferenzeffekten des Lichtsignals. Das maximale Interferenzsignal ist an der Stelle zu finden, an der die Hohlraumängen beider Interferometer identisch sind.

Die Hohlraumlänge des Auswerteeinterferometers ist präzise auf die Positionen eines CCD-Sensors abgestimmt. Dadurch können Hohlraumängen in Nanometer einem Pixel auf dem CCD-Sensor zugeordnet werden. Um die Auflösung im Sub-Pixel Bereich zu ermöglichen, erfolgt eine digitale Signalverarbeitung nach einem geschützten Verfahren. Die Positionsbestimmung des Interferogram Spitzenwertes erfolgt in Echtzeit und liefert eine eindeutige und präzise Messung der Hohlraumlänge im Sensor. Aufgrund der bereits beschriebenen Abhängigkeit der Hohlraumlänge und der Messgröße erfolgt der Rückschluss auf den aktuellen Messwert.



Faseroptischer GF Drucksensor



Weitere Variante eines faseroptischen Drucksensors

Die WLPI-Technik basiert also auf der Positionsbestimmung eines Signalspitzenwertes und wird, im Gegensatz zu den meisten Messverfahren, nicht durch Veränderungen der Lichtintensität beeinflusst. Daher ist dieses Verfahren robuster gegenüber Störeffekten wie optischen Verlusten durch Steckverbindungen, Biegung der Faser oder Verdunkelung aufgrund von Reaktionen mit Wasserstoff. Da das Weißlicht über ein breitbandiges Spektrum verfügt, können mögliche Verluste beispielsweise durch OH-Absorptionslinien, die bestimmte Wellenlängen betreffen, verkraftet werden.

### Vorteile von WLPI

Gegenüber elektronischen Sensoren bieten faseroptische Sensoren generell Vorteile, beispielsweise ihre Unempfindlichkeit gegenüber elektromagnetischen Störungen und Hochspannungen. Sie sind eigensicher, unempfindlich gegenüber Blitzeinschlägen und können mit kleinsten Abmessungen ausgeführt werden. Weißlicht-Polarisations-Interferometrie hat darüber hinaus insbesondere gegenüber konventionellen faseroptischen Techniken wie auf Faser-Bragg-Gittern beruhende Sensoren weitere Vorteile.

Im Gegensatz zur Faser-Bragg-Technik haben die Lichtwellenleiter in der WLPI nur die Aufgabe, das Lichtsignal zwischen Sensor und Auswerteeinheit zu übertragen. Der Lichtwellenleiter kann mühelos mittels optischer Verlängerungskabel und Steckverbinder in der Länge angepasst werden, eine Spleißung, wie bei Faser-Bragg, ist nicht notwendig.

Die Montage kann je nach Applikation zum Beispiel durch Punktschweißung oder Klebung erfolgen. Ein Vorteil ist, dass die Sensoren auch in Verbundwerkstoffe integriert werden können und so direkt im Bauteil zuverlässig messen.

In der Luftfahrt sind Temperaturschwankungen von bis zu 100 °C innerhalb von 15 Minuten, beispielsweise bei Start- und Landevorgängen möglich. Insbesondere bei der faseroptischen Dehnungsmessung können Vibrationen, Biegung und Temperaturänderungen negativen Einfluss auf die Faser nehmen und die Lichtintensität reduzieren. Auf die Qualität der Messungen mittels WLPI haben diese Störeinflüsse keine Wirkung, da die Funktion von der Lichtintensität unabhängig ist. Die bei der Faser-Bragg-Technik benötigte Temperaturkompensation entfällt bei WLPI ebenso wie der negative Einfluss von Querdehnungen der Faser.

### Hohe Zuverlässigkeit und Sicherheit

Auch in Sachen Sicherheit, besonders Explosionssicherheit, punktet die WLPI-Technik: Im Extremfall, dem Betrieb mit maximaler Intensität der Lichtquelle und auf 1 cm begrenzte Länge der Faser, ist die maximal messbare Intensität am Faserende kleiner als einige Mikrowatt. Im Vergleich hierzu kann ein Laser im Störfall eine Energie von einigen hundert Milliwatt abgeben. In der Luftfahrt kommen Drucksensoren zur Überwachung des Tankfüllstands zum Einsatz. Faseroptische Drucksensoren mit WLPI Technik eliminieren eine Zündquelle in dieser Anwendung. Bei durchgängiger Nutzung des Systems mit der maximalen Lichtintensität beträgt der MTBF-Wert der Lichtquelle 100.000 Stunden. In der Praxis wird die Lichtquelle nur sehr selten mit mehr als 50 Prozent der maximalen Intensität betrieben, wodurch die Zuverlässigkeit noch gesteigert wird.

### Wartungsfrei und vielseitig

Eine breitbandige Lichtquelle, wie sie für die WLPI Technik verwendet wird, muss nicht kalibriert werden. Bei Laser



basierte faseroptische Verfahren wie der Faser-Bragg-Technik müssen regelmäßige Wartungen und Kalibrierungen erfolgen, um das Driftverhalten zu kompensieren und die Wellenlänge und Intensität zu korrigieren. WLPI-Sensoren hingegen funktionieren nach dem „Plug and Forget“-Prinzip. Dies ist in Luftfahrt mehr Voraussetzung denn Option, da Anwender erwarten, dass eine Wartung innerhalb 15.000 Zyklen oder 10.000 Flugstunden nicht notwendig ist. Kosten für Wartung oder Kalibrierung werden eingespart.

Ein weiterer Vorteil: Die WLPI-basierten Sensoren können in sehr kleinen Abmessungen ausgeführt werden. Zudem lassen sich alle Komponenten die zur Signalauswertung benötigt werden, auf einem Modul unterbringen, das in etwa die Größe einer Kreditkarte aufweist. Es ist möglich, mit der gleichen Signalauswerteeinheit alle angebotenen Messgrößen zu erfassen. Gerade in der Luftfahrt ist Platzersparnis und Gewichtsreduktion essentiell, ebenso ermöglicht die geringe Baugröße Messungen an bisher unzugänglichen Stellen. Im Bestreben den Leichtbau bei Flugzeugen weiter voranzutreiben, um Gewicht einzusparen, kommen neue Materialien wie GFK zum Einsatz. Dies führt dazu, dass der natürliche faradaysche Käfig aufgeweicht

wird. Daher ist die Unempfindlichkeit der WLPI Sensoren gegenüber Blitzschlag ein zusätzliches Merkmal für die Zuverlässigkeit der Technik. □



DRIVING YOUR INDUSTRY 4WARD.

THIS IS **SICK**

Sensor Intelligence.

Die industrielle Automation wandelt sich rasant. Als Innovationsführer und Vorreiter in der Entwicklung wegweisender Sensortechnologie bietet SICK Lösungen, die schon heute den Herausforderungen der Zukunft gewachsen sind. Mit intelligenter Sensorik, die Daten gewinnt, in Echtzeit auswertet, sich ihrer Umgebung anpasst und im Netzwerk kommuniziert. Und so eine neue Qualität der Flexibilität ermöglicht. Vernetzte Intelligenz für effiziente Prozesse und eine sichere Kooperation von Mensch und Maschine. Wir finden das intelligent. [www.sick.de](http://www.sick.de)

## 2D/3D-Messungen mit Laser-Profil-Scannern

# Schnell und präzise

Lasertriangulationssensoren messen sehr präzise den Abstand zu Objekten. Ihr Messprinzip lässt sich außerdem auf zwei oder sogar drei Dimensionen erweitern. Die Leistung solcher 3D-Laser-Profil-Scanner hängt von deren Bauweise, aber auch von der Wellenlänge des verwendeten Laserlichts ab.

TEXT: Martin Hanisch, Micro-Epsilon BILDER: Micro-Epsilon; iStock, olm26250



Unter Triangulation versteht man die geometrische Vermessung mit Hilfe von Dreiecksbeziehungen. Das Prinzip der Triangulation ist bereits seit der Antike bekannt. Seit dem 18. Jahrhundert hat sie sich in Europa als bevorzugte Methode zur Landvermessung durchgesetzt. Aber Triangulation lässt sich auch in deutlich kleinerem Maßstab anwenden. Mit Hilfe von Laser-Linien-Triangulation können Geometrien auf unterschiedlichsten Oberflächen sehr präzise vermessen werden.

### Grundprinzip der Triangulation

Um einen Triangulations-Sensor mit Laserlicht zu realisieren, wird ein Laserstrahl auf ein Messobjekt fokussiert. Eine unter einem festen Winkel zum Laserstrahl geneigte, ortsauflösende Sensorzeile detektiert die diffuse Reflexion an der Oberfläche des Objekts. Ändert sich der Abstand zwischen Sensor und Messobjekt, so ändert sich auch der Winkel, unter dem

das reflektierte Licht auf den Sensor fällt, und damit die Position des reflektierten Lichts auf der Sensorzeile. Über die bekannten Winkelbeziehungen im Dreieck lässt sich daraus der Abstand zwischen dem Sensor und der Oberfläche des Messobjekts berechnen. Mit diesem Verfahren sind Messgenauigkeiten bis in den Submikrometerbereich möglich.

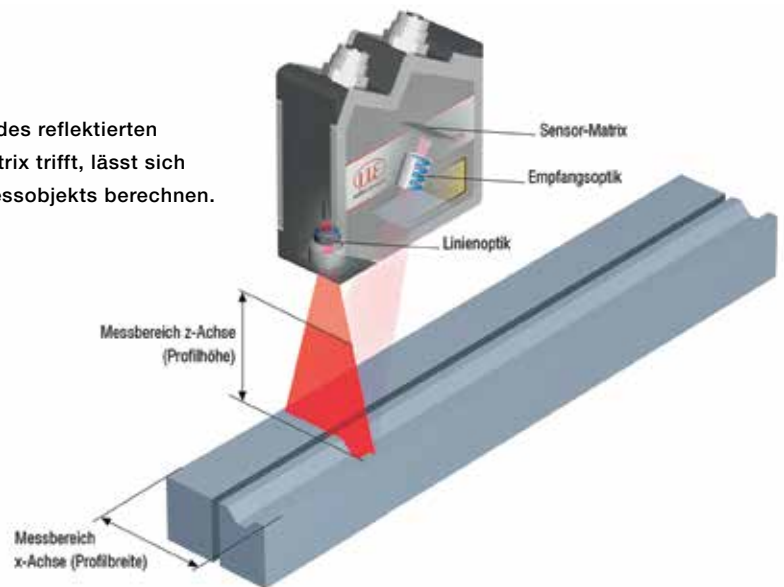
Das beschriebene Messprinzip lässt sich auf zwei Dimensionen erweitern, indem der Laser zu einer Linie statt zu einem Punkt fokussiert wird. Das Verfahren heißt dann entsprechend Laser-Linien-Triangulation. Statt einer Sensorzeile kommt nun ein zweidimensionales Sensorelement (Sensormatrix) zum Einsatz. Unter dem Winkel, aus dem das Sensorelement die zu vermessende Oberfläche „betrachtet“, wandelt sich die ursprünglich gerade Laserlinie entsprechend des Profils der Oberfläche. Man spricht darum auch von Laser-Profil-Sensoren. Das

gesuchte Oberflächenprofil kann aus den Intensitätswerten des reflektierten Lichts, das auf die ortsempfindliche Sensormatrix trifft, berechnet werden. Auch die dritte Dimension lässt sich ergänzen, indem man das Messobjekt senkrecht zur Laserlinie (beziehungsweise der Profilsensor über das Messobjekt) bewegt. So wird der Sensor zum 3D-Laser-Profil-Scanner, der ein dreidimensionales Bild der Oberfläche erstellt.

### Faktoren für mehr Leistung

Die Leistungsfähigkeit eines Laser-Profil-Scanners hängt von vielen Faktoren ab. Im Idealfall sind alle wesentlichen Komponenten, die Laserquelle, die Optik zum Fokussieren der Laserlinie, die Empfangsoptik und das Sensorelement nur in einem einzigen Gehäuse untergebracht. Dadurch ist die thermische und mechanische Stabilität des Scanners besser kontrollierbar. Auch das Umgebungs-

Anhand der Intensitätswerte des reflektierten Lichts, das auf die Sensormatrix trifft, lässt sich das Oberflächenprofil des Messobjekts berechnen.



licht und der Abstand zwischen Sensor und Messobjekt wirken sich auf die Qualität des Messergebnisses aus. Um Störlicht zu unterdrücken, werden Filter vor der Empfangsoptik installiert, die nur für die Wellenlänge des eingesetzten Lasers durchlässig sind.

Neben diesen Einflussfaktoren sind weitere technische Merkmale des La-

ser-Profil-Scanners von Bedeutung für seine Leistungsfähigkeit. Die Qualität der Optik und der eingesetzten Laserdiode entscheidet zum Beispiel darüber, wie gut die Linie auf das Messobjekt fokussiert werden kann. Die Präzision und Geschwindigkeit, mit der sich ein Oberflächenprofil aus dem reflektierten Licht berechnen lässt, hängt indes maßgeblich von der Ortsauflösung der Sensormatrix

und der Leistungsfähigkeit des eingesetzten Prozessors ab.

Auch die Wellenlänge des Laserlichts spielt eine wichtige Rolle für die Genauigkeit des Messergebnisses. Bei einer blauen Laserdiode lässt sich die Laserlinie deutlich schärfer auf das Messobjekt fokussieren als bei den üblicherweise verwendeten roten Laserdioden. Die Tatsache,

Äußerst robuste 20 Watt und 40 Watt DC/DC Wandler für Chassis Montage, mit 4:1 Weitbereichseingängen bis 160 VDC.



TEQ 20WIR & TEQ 40WIR Serie

- Umgebungstemperaturbereich  $-40^{\circ}\text{C}$  bis  $+92^{\circ}\text{C}$
- Übertemperaturschutz
- Geprüft nach EN 50155 und 61373 für Bahnanwendungen.
- Sicher gegen Kurzschluss, Über- und Unterspannung
- Eingangsfiler nach EN 55032 Klasse B

**TRACO POWER**

Reliable. Available. Now.

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



Mit Hilfe einer PC-Software lässt sich eine anwendungsspezifische Parametrierung der ScanControl-Scanner vornehmen.

das blaue Laserlicht nicht so weit in die Oberfläche eindringt, trägt zu einer weiteren Verbesserung bei. Vor allem bei Oberflächen, die sich mit herkömmlichen Laser-Profil-Scannern schwierig vermessen lassen, beispielsweise semitransparente Materialien oder organische Materialien wie Holz oder Lebensmittel, sind blaue Laser-Profil-Scanner deutlich überlegen.

### Nur 7,8 $\mu\text{m}$ Punktabstand

Die Produktfamilie ScanControl von Micro-Epsilon gehört zu den leistungsfähigsten Laser-Profil-Scannern auf dem Markt. Die Scanner arbeiten mit einer CMOS-Sensormatrix, die eine Auflösung von bis zu 1.280 Punkten in x-Richtung, das bedeutet in Richtung der Laserlinie auf der Oberfläche, hat. Eine besonders gute Profilauflösung besitzt das Modell ScanControl 29xx-10 BL. Die Länge seiner Laserlinie beträgt 10 mm, woraus sich ein Punktabstand von gerade mal 7,8  $\mu\text{m}$  ergibt. Dadurch hat der Scanner eine mehr als doppelt so hohe Auflösung wie bisherige Laserscanner mit einem 25-mm-Messbereich. In z-Richtung kann die Auflösung je nach Modell sogar bis zu 1  $\mu\text{m}$  betragen.

Die Auflösung entlang der y-Achse hängt im Wesentlichen davon ab, wie präzise das Messobjekt relativ zum Scanner bewegt wird. Mit solchen Genauigkeiten sind die ScanControl-Scanner in der Lage, auch sehr kleine Teile mit hoher Präzision zu vermessen. Darüber hinaus lassen sich mit Messraten von bis zu 4.000 Hz auch Oberflächen sehr schnell vermessen.

Alle Scanner der ScanControl-Familie verfügen über einen leistungsfähigen Controller, der bereits im Gehäuse integriert ist. Dieser berechnet aus den Intensitätswerten auf der CMOS-Sensormatrix ein zweidimensionales Oberflächenprofil. Mit Hilfe sogenannter Smart-Modelle lassen sich häufig wiederkehrende Messaufgaben direkt im Scanner realisieren und als Messwert ausgeben. Die Parametrierung, beispielsweise für Stufen, Winkel oder Nuten, erfolgt über die PC-Software „Configuration Tools“. Dabei werden die Parametersätze direkt im Sensor gespeichert. Auch die Ausgabe eines IO/NIO-Signals ist möglich. Das erspart dem Anwender die Verwendung einer externen Steuerungs- oder Auswertungseinheit. Wird zum Beispiel die Höhe einer Stufe auf ei-

ner Oberfläche vermessen, kann das Messergebnis analog oder digital über eine der Schnittstellen ausgegeben werden. Zusätzlich oder alternativ kann der Controller das Signal „in Ordnung“ ausgeben, falls der Wert in einem vordefinierten Bereich liegt. Anderenfalls wird das Signal „nicht in Ordnung“ ausgegeben. Sogenannte Usermodes ermöglichen es dem Anwender, aus insgesamt 26 Messprogrammen einen individuellen Parametersatz mit bis zu acht Programmen gleichzeitig auf dem Scanner zu verwenden. Bis zu 15 solcher Parametersätze können auf dem Scanner hinterlegt und beispielsweise über die digitalen Eingänge umgeschaltet werden.

Für den Fall, dass der Anwender eine externe Auswertung der Profildaten vornehmen möchte, können die ScanControl-Scanner auch die Rohprofile der Sensormatrix ausgeben. Als PC-Anbindung dient eine Ethernet-Schnittstelle mit GigE-Vision. Um die Einbindung in eigene Softwarepakete zu erleichtern, stehen Bibliotheken für C, C++ und C# sowie LabView-Treiber zur Verfügung. Auch eine Integration in Linux-Umgebungen ist gewährleistet.

Die Laser-Profil-Scanner von Micro-Epsilon lassen sich vielfältig einsetzen. Erfolgreiche Anwendungsbeispiele, die in den vergangenen Jahren mit Hilfe dieser Scanner realisiert wurden, umfassen die Positionierung von Rasierklingen, die Vollständigkeitsprüfung von Schweißnähten, die optimale Dosierung von Klebstoffen und das richtige Spaltmaß von Autokarosserien. Sehr gut geeignet sind die Scanner für Anwendungen, die eine hohe

Messgenauigkeit und Auflösung erfordern. Typische Einsatzbereiche finden sich in der Feinmechanik, der Elektronik und der Fertigung von Präzisionsteilen. Auch die Qualitätskontrolle beim Laserschweißen ist ein denkbare Anwendungsfeld.

### Schutz für harte Umgebungen

Für den Einsatz unter rauen Umgebungsbedingungen bietet Micro-Epsilon

spezielles Schutzzubehör für den Laser-Profil-Scanner an. Für Schweißapplikationen ist zum Beispiel ein Schutzgehäuse mit austauschbaren Scheiben erhältlich. Zusätzlich schützt eine optionale Druckluftspülung die optischen Komponenten vor Staubablagerungen, die die Leistung beeinträchtigen können. Bei hohen Umgebungstemperaturen kann der Scanner in ein Gehäuse mit Kühlung eingebaut werden. □

## PIC18F „K40“ MCUs integrieren einen intelligenten ADC mit Filter und Signalanalysefunktionen

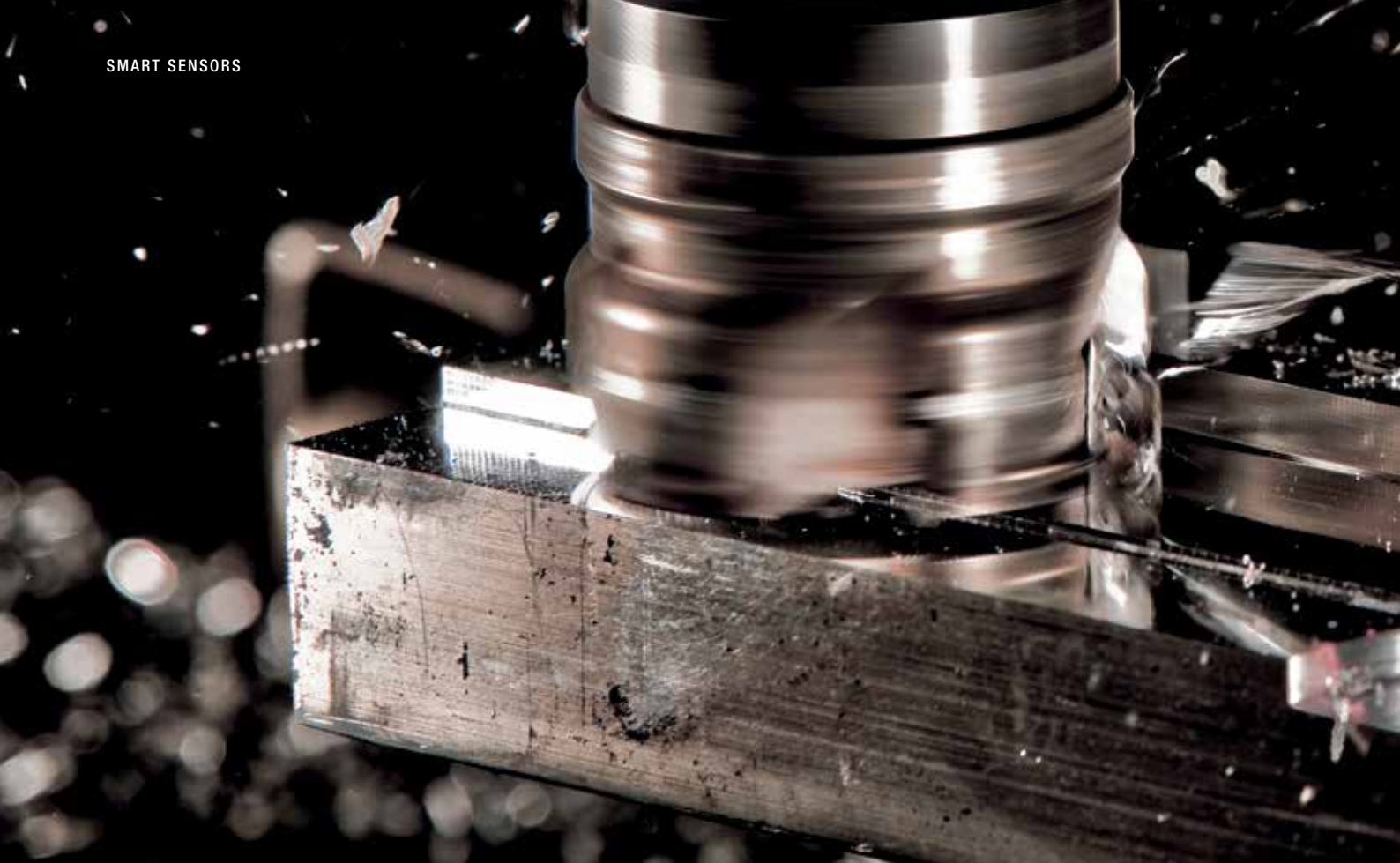
8-Bit PIC® MCUs für Touch- und Signalaufbereitung



Die Core-unabhängige Peripherie (CIPs: Core Independent Peripherals) in Microchips PIC18F „K40“ 8-Bit PIC® MCUs übernimmt die Signalaufbereitung für fortschrittliche Anwendungen mit Touch-Funktionalität.

Zu den intelligenten analogen CIPs zählt ein A/D-Wandler mit integrierter Recheneinheit (ADC2) für die Mittelwertbildung, Filterung, Oversampling und einen automatischen Schwellenwertvergleich. Die MCUs enthalten auch sicherheitskritische CIPs und Hardware-PWMs mit mehreren Kommunikationsschnittstellen, umfangreichen Flash und EEPROM Speicher. Diese Funktionalität ermöglicht zusammen mit einem 5V-Betrieb mehr Flexibilität in der Entwicklung und senkt die Systemkosten.





## ROBUSTE INDUKTIVSENSOREN

# Herumfliegendem Metall trotzen

In der spanenden Fertigung geht es rau zu, denn hier fliegen des Öfteren Eisenspäne umher. Das macht solche Umgebungen zu einem schwierigen Einsatzgebiet für induktive Sensoren, die in diesem Umfeld Detektionsaufgaben übernehmen sollen. Ein überarbeitetes Konzept macht solche Sensoren nun resistent gegen Metallspäne und bringt im praktischen Einsatz weitere Vorteile.

**TEXT:** Benjamin Burns, Contrinex **BILD:** iStock, MattoMatteo

Typischerweise läuft der Einsatz von induktiven Sensoren in der automatisierten, spanenden Fertigung nicht ohne Probleme ab, denn die bei der Fertigung entstehenden Späne setzen sich auf den Sensoren ab. Je nach Sensortyp können sie diese Verschmutzung bis zu einem gewissen Grad kompensieren, was aber zu fehlerhaften, nicht mehr nutzbaren Signalen führt.

Üblicherweise werden die Sensoren dann aufwändig gereinigt, die Produktion steht still. Zudem kann man das beim Reinigen entstehende Schmutzwasser nicht einfach in die Kanalisation abführen, sondern es muss zuvor kostenintensiv gesäubert werden. Anschließend arbeiten die Sensoren für eine

Weile wieder zuverlässig, ehe der Reinigungsprozess von Neuem beginnt.

### Messprinzip macht Sensoren spanfest

Um hier eine zuverlässige und robuste Alternative zu schaffen, hat Contrinex eine Serie spanfester Induktivsensoren entwickelt. Die Sensoren nutzen das patentierte Condet-Verfahren, um trotz Metallspänen im Sichtfeld zuverlässige Ergebnisse zu liefern. Bei diesem Verfahren arbeiten Sensoren prinzipiell wie Transformatoren, folgen also in ihrem Verhalten dem Induktionsgesetz. Hinter der aktiven Fläche liegt eine



Spule, die während eines Sendestromimpulses als Primärspule dient. Sie induziert im zu erfassenden leitfähigen Objekt eine Spannung, die dort einen Strom fließen lässt.

Wird nun der Sendestrom abrupt ausgeschaltet, klingt der Strom auf der Sekundärseite ab und induziert seinerseits als Primärspule eine Spannung zurück in die Sensorspule. Diese rückinduzierte Spannung bildet das Nutzsignal für die Objekterkennung. Mit diesem Verfahren lassen sich metallische Späne ausfiltern. Zudem kann man damit die Sensoren komplett in Edelstahlgehäusen verbauen und große Schaltabstände erreichen. Beides erhöht die Sicherheit beziehungsweise reduziert Sensorausfälle. Durch die transformatorische Kopplung zwischen Objekt und Sendespule sind die Sensoren zudem temperaturunabhängig.

### Vielseitig durch drei Bauvarianten

Die spanfesten Induktivsensoren werden in drei Bauformen angeboten: im M12-, M18- oder M30-Gehäuse jeweils für den nicht bündigen Einbau. Auch wenn Späne aus Eisen, Aluminium, Edelstahl, Messing, Kupfer oder Titan an ihnen haften, detektieren sie zuverlässig Gegenstände aus diesen Metallen. Die Sensoren im einteiligen Edelstahlgehäuse gibt es mit Schutzart IP68 und IP69K sowie einem weiten Temperaturbereich von -25 bis 85 °C; sie sind damit also gewappnet für

den Einsatz in den rauen Industrieumgebungen der spanenden Fertigung.

Ihr Schaltabstand liegt je nach Typ bei 3, 5 oder 12 mm, die Wiederholgenauigkeit zwischen 0,2 und 0,8 mm. Die Sensoren arbeiten mit Frequenzen von 90, 200 oder 400 Hz. In der PNP-Version verfügen sie auch über eine I/O-Link-Schnittstelle für die Kommunikation mit dem Rest der Anlage, was sie beispielsweise für die Automobilindustrie unter anderem auch für die vorbeugende Instandhaltung interessant macht. Sie müssen nicht aufwändig für verschiedene Metalle kalibriert werden und sind dank Plug&Play-Installation schnell einsatzbereit.

Typische Anwendungsbereiche finden sich im Maschinenbau bei automatisierten spanenden Fertigungsverfahren wie Drehen, Fräsen, Bohren oder Schleifen in der Großserienfertigung. Denkbar ist ihr Einsatz aber auch in der additiven Fertigung. Hier stellen die Metallpulver und die damit einhergehenden Stäube hohe Anforderungen an die Sensoren.

Im Metallrecycling können die Sensoren Anwesenheit oder Positionen verschiedener Klappen, Türen, Schubladen oder weitere metallische Gegenstände, die positioniert werden müssen, zuverlässig erkennen, ohne von kleinen metallischen Abfällen bei der Messung gestört zu werden. □

## INDUSTRIAL ANALYTICS

# Damit Stillstand keine Chance hat

Fallen Maschinen aufgrund von Defekten aus, legt das oftmals auch die Produktion lahm. Das kostet nicht nur Zeit, sondern auch viel Geld. Mit Hilfe smarter Sensoren und Analyseprogrammen ist es heute möglich, verlässliche Prognosen darüber zu treffen, wann genau mit welchem Fehler zu rechnen ist und ihn zu beseitigen, bevor er überhaupt auftritt. Mit „Advanced Analytics“ sollen in Zukunft außerdem neue, datengetriebene Geschäftsmodelle möglich werden.

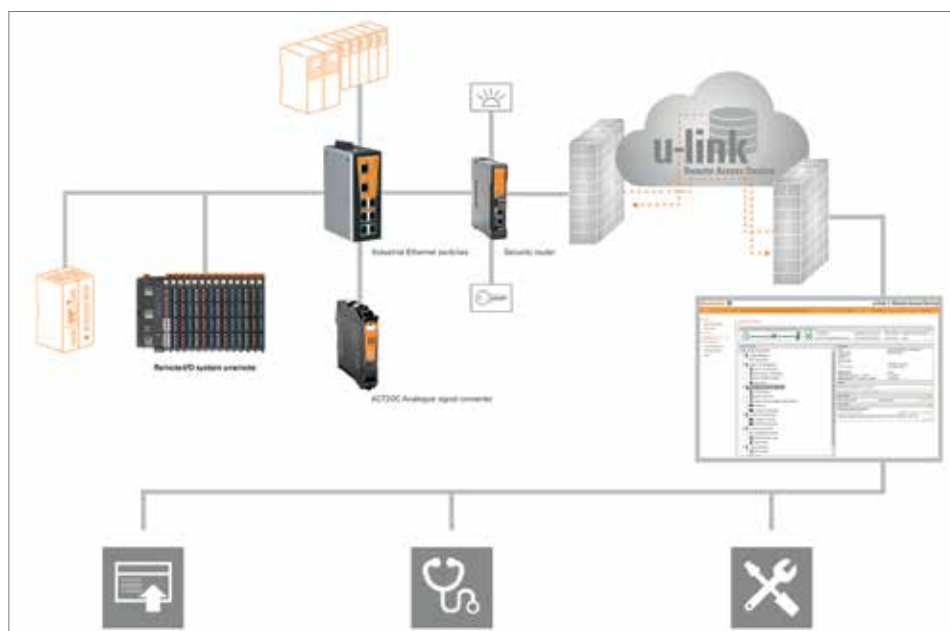
**TEXT:** Horst Kalla, Weidmüller **BILDER:** Weidmüller; iStock, baona

Daten sind das Gold des 21. Jahrhunderts. Das gilt für die Werbebranche und ebenso für Industrieunternehmen. In deren Maschinen und Anlagen fallen nämlich eine Vielzahl von Daten an – Temperatur, Druck, Energieverbrauch, Vibrationen. Ständig messen Sensoren diese Werte, überwachen sie und stellen sie gegebenenfalls der Steuerung bereit. Dadurch entsteht eine enorme Fülle an Daten, die außerdem kontinuierlich zunimmt.

Aus solchen Informationsmengen gilt es, die jeweils relevanten Werte herauszufiltern. Mit Hilfe intelligenter Analyseverfahren lassen sie sich anschließend auswerten, so dass Anomalien frühzeitig erkannt und entsprechende Vorhersagen getroffen werden können. Das ermöglicht es dem Maschinen- und Anlagenbetreiber, rechtzeitig zu reagieren, bevor ein Fehler überhaupt auftritt. Industrial Analytics gestaltet die Produktionsprozesse somit effizienter, da ungeplante Maschinenstillstände eher vermeidbar werden.

Um möglichst zuverlässige Prognosen zu ermöglichen, bietet der Elektrotechnikhersteller Weidmüller seinen Kunden nun ein flexibles und skalierbares Industrial-Analytics-Konzept. Es besteht aus aufeinander aufbauender Hard- und Software und unterscheidet sich damit von den Analyseprogrammen reiner Softwareproduzenten.





Fernwartungslösungen auf Basis des Remote-Access-Service U-Link ermöglichen nicht nur eine vorausschauende Wartung, sondern dienen auch der gezielten Weiterentwicklung von Maschinen und Anlagen.

In den meisten Fällen stellen Maschinen- und Produktionsanlagen schon heute ausreichend Daten zur Verfügung. Auf die Montage von zusätzlichen Sensoren kann man also oftmals verzichten. Im ersten Schritt starten die Ingenieure zunächst mit allen vorhandenen Prozess- und Maschinendaten, aus denen das Verhalten der Anlage erlernt wird. Anschließend werden die Mengen an Informationen reduziert. Nur diejenigen Daten finden Beachtung, die zum eigentlichen Maschinenverständnis erforderlich sind. Abhängig vom Gerätetyp erfolgt anschließend die Konfiguration einer applikationsspezifischen Analytics-Engine. Hierbei handelt es sich um eine Software, mit deren Hilfe sich das Verhalten von Maschinen überwachen und prognostizieren lässt.

### Mehr als bloße Auswertung

Diese Methode wird auch als „Advanced Analytics“ bezeichnet. Denn es geht nicht nur um die bloße Auswertung historischer Daten, sondern vor allem auch darum, konkrete Vorhersagen darüber zu treffen, wann und mit welchen Fehlern zu rechnen ist. Damit verlässliche Prognosen überhaupt möglich sind, greifen die Entwickler auf etablierte mathematische und statistische Verfahren zurück. Mit ihrer Hilfe wird es möglich, das Maschinen- oder Anlagenverhalten zu beschreiben und zu analysieren, selbst wenn die Vorgänge in deren Inneren sehr komplex sind.

Da Weidmüller außerdem über langjährige Erfahrungen mit den jeweiligen Applikationen seiner Kunden verfügt, ist das Unternehmen in der Lage spezifische Analytics-Funktionalitäten für den Maschinen- und Anlagenbau zu entwickeln.

### Anwender als entscheidender Faktor

Die Analyse findet aber nicht in einem rein theoretischen Rahmen statt. Vielmehr steht der Anwender selbst im Mittelpunkt, da sein Wissen um die Funktionsweise der betreffenden Maschinen von besonderem Wert ist. Die Analyse-Engine kann einen Fehler zwar mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit vorhersagen, jedoch ist die Voraussetzung hierfür stets, dass er zuvor klassifiziert worden ist. Nur der Nutzer kann bewerten, ob eine Anomalie tatsächlich als kritischer Fehler einzustufen ist.

Letztlich hat das Vermeiden von Stillstandszeiten durch eine vorausschauende Wartung nicht nur Vorteile für den Betreiber der Maschine beziehungsweise Anlage. Auch deren Hersteller profitieren von den Fehlerprognosen. Damit könnten in Zukunft völlig neue Kundenbeziehungen denkbar werden, etwa in Form eines veränderten, datengetriebenen Geschäftsmodells. Zur Erläuterung folgendes Beispiel: Wenn heute die Maschine aufgrund eines Defekts ausfällt, muss der Betreiber den Hersteller anrufen,



Der Signalwandler ACT20C ist der Ausgangspunkt für die Analysen: Er erfasst Signale, bereitet sie auf oder normiert sie für die weitere Verarbeitung.

der dann wiederum einen Servicefachmann losschickt. Dieser Ablauf könnte sich schon bald umkehren. Sobald Anomalien erkennbar sind, wird der Maschinenbauer seinen Kunden proaktiv kontaktieren und ihn aufgrund der analysierten Daten auf ein aktuelles Problem oder einen bevorstehenden Fehler hinweisen. Damit lassen sich Stillstandszeiten reduzieren oder komplett vermeiden.

## Fernwartung erleichtert weitere Entwicklung

Ferner gibt es aktuell bereits individuell gestaltete Fernwartungslösungen für Maschinen- und Anlagenbauer im Portfolio des Elektrotechnikherstellers. Sie basieren auf U-Link, einem web-basierten Remote-Access-Service, und umfassen den gesamten Lebenszyklus einer Maschine beziehungsweise Anlage. Mit Hilfe der daraus gewonnenen, umfangreichen Analysedaten können die Hersteller darüber hinaus ihre zukünftige Maschinen- und Anlagenmodelle ganz gezielt weiterentwickeln. Die Informationen aus der Praxis helfen ihnen besser zu verstehen, wie genau die Maschinen eingesetzt und beansprucht werden.

Eine Besonderheit von Weidmüllers Analytics-System ist, dass es die Prognosen nicht für einzelne Komponenten erstellt, sondern alle verfügbaren Informationen zusammenfasst, so dass ein umfassender Blick auf die Maschine möglich ist. Hierbei profitieren die Kunden auch von Beratung, Engineering, Software und Hardware, die an ihre individuellen Bedürfnisse angepasst wird. Zudem kann die Analytics-Engine sowohl auf einzelnen Automatisierungskomponenten als auch in der Cloud eingesetzt werden. Wie die Topologie letztlich aussieht, entscheidet der Di-

alog mit dem Kunden. Ein Standardpaket ist also nicht vorgesehen, sondern eine stets flexible und skalierbare Gesamtlösung.

## Sich ergänzende Hard- und Software

Des Weiteren bauen Hard- und Software systematisch aufeinander auf und ergänzen sich. Die kommunikationsfähigen Signalwandler vom Typ ACT 20C erfassen die Signale, bereiten sie auf oder normieren diese und stellen sie zur weiteren Verarbeitung bereit. Eine weitere Möglichkeit zur Signalsammlung und ihrer Weiterleitung bietet das Remote-I/O-System U-Remote mit seinen Modulen in Schutzart IP 20 und IP 67. Daneben gibt es noch eine große Anzahl an Feldbuskopplern der gängigsten Bussysteme.

Zur Realisierung eines leistungsfähigen Kommunikationsnetzwerks stehen Ethernet-Switches und Security-Router bereit. Mit der Fernwartungslösung U-Link lassen sich Maschinen und Anlagen weltweit effizient und sicher überwachen. Die intuitiv bedienbare Oberfläche von U-Link lässt sich, bezogen auf die Anlage, einfach konfigurieren und gemäß den eigenen Strukturen schnell zuschneiden.

Im letzten Schritt werden die gewonnenen Daten dann mit Hilfe einer Software analysiert. Somit lassen sich sehr zuverlässige Aussagen über das Maschinenverhalten treffen. An diesem Punkt ist auch die enge Abstimmung mit den jeweiligen Kunden von großer Bedeutung, um deren individuelles Know-how bestmöglich zu integrieren. Nur damit lässt sich ein verlässliches Ergebnis mit einem konkreten Mehrwert erzielen. □

## NEUHEITEN | TOP-PRODUKTE



### Daten in die Cloud bringen

Um Sensordaten in die Cloud zu übertragen hat das Unternehmen **Spectra** digitale I/O-Module vorgestellt. Die MQ-7200M-Serie sendet die Daten direkt mittels MQTT-Protokoll über das Ethernet in die Cloud. Der MQTT-Broker befindet sich lokal in einer Private oder Public Cloud, wie etwa Microsoft Azure oder IBM Bluemix. Ein großer Vorteil der Module ist dem Hersteller zufolge ihre einfache Bedienung. Alle Einstellungen lassen sich mit einem

eingebetteten Webserver per Browser vornehmen. Zusätzliche Software wird nicht benötigt. Die Module verfügen über Dual LAN, das Daisy-Chain-Strukturen ermöglicht. Vor rauen Umgebungsbedingungen soll ein Metallgehäuse schützen. Nach Herstellerangaben haben die Module außerdem einen weiten Betriebstemperaturbereich von -25 bis 75 °C.

### Paket für Smart Sensors

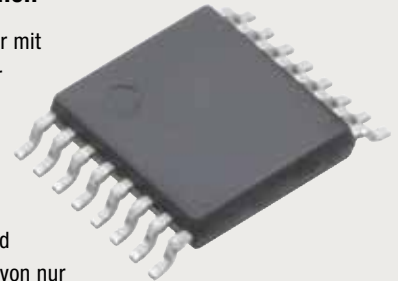
Der Embedded-Hersteller **SSV Software Systems** hat seinen Technologie-Stack Thinglyfied 2 für intelligente Sensoren erweitert. Der Stack besteht aus einer Kombination von Hard- und Software. Neben den CAD-Daten für ein Embedded-Modul mit Betriebssystem und Web- oder NFC-basierter Konfigurationsschnittstelle, enthält er eine Connectivity-Software-Suite mit zahlreichen Automatisierungs-, IoT-, Industrie-4.0- und Security-Protokollen. Außerdem stehen verschiedene Statistik-Softwarekomponenten zur Häufigkeitsverteilungsanalyse von Messdaten oder für

eine Echtzeit-Regressionsanalyse mit permanenter Vorhersage zur weiteren Entwicklung einer abhängigen Variablen zur Verfügung.



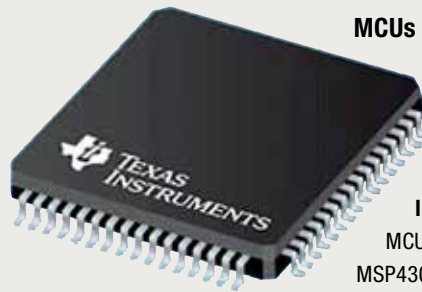
### Nur 0,05 Grad Winkelrauschen

**TDK** hat einen TMR-Winkel-Sensor mit digitalem Ausgang vorgestellt. Der TAD2141 genannte Sensor besitzt eine garantierte Genauigkeit von  $\pm 0,2$  Grad und erzielt nach Herstellerangaben bei Raumtemperatur das nach Industriestandard derzeit geringste Winkelrauschen von nur  $\pm 0,05$  Grad. Er ermöglicht eine berührungslose 360-Grad-Winkel-



messung in einem Temperaturbereich von -40 bis 150 °C. Im Vergleich zu Winkelsensoren mit Resolvern ist er deutlich kleiner und leichter. Die automatische Korrekturfunktion des TAD2141 erleichtert das Design-in erheblich. Er ist außerdem mit einer Selbstdiagnosefunktion ausgestattet, die ein Fehlverhalten des Sensors selbst sowie Störungen des Umfelds erkennt – etwa Fehler in der Stromversorgung oder den Verlust des Magnetfelds.

### MCUs für Sensoren



Für Sensoren gibt es zwei neue Ultra-Low-Power-FRAM-Mikrocontroller von **Texas**

**Instruments**. Die beide

MCUs MSP430FR599x und

MSP430FR596x verfügen über

256 KByte integrierten, von-volatilem

FRAM-Speicher und einen Low-Energy Accelerator (LEA) für DSPs.

Dieser ist Herstellerangaben zufolge in der Lage, bis zu 40-mal schnellere Berechnungen komplexer mathematischer Funktionen als vergleichbare Ultra-Low-Power-MUCs durchzuführen. Das integrierte FRAM bietet bis zu 100-fache Lesegeschwindigkeit im Vergleich zu herkömmlichem Flashspeicher, ohne auf Buffering angewiesen zu sein. Gedacht sind die beiden MCUs unter anderem für die Gebäude- und Fabrikautomation.



GLOBALE DISTRIBUTION

## GEMEINSAM IM TAKT

Weltweit aktive Distributoren sehen sich stetig wachsenden Anforderungen gegenüber. Dabei müssen sie nicht nur ihre Kunden, sondern auch die Lieferanten im Blick haben. Nur wer eng mit beiden zusammenarbeitet, ist grenzübergreifend erfolgreich.

TEXT: Thomas Engler, Börsig BILD: iStock, 36Clicks

Laut Definition ist Distribution die Verteilung von Gütern, Finanzmitteln oder Wissen. Der Warenhandel wird dabei mit logistischen und einkaufsstrategischen Dienstleistungen angereichert. Im einfachsten Fall wird ein Standardprodukt palettenweise eingekauft und dann in kleineren Einheiten, bis hin zum Anbruch von Verpackungseinheiten, an den Markt weitergegeben. Anspruchsvoller wird es hingegen, wenn Unternehmen solche Verteilungen für sich

interpretieren und nachhaltig in die Tat umsetzen, etwa Verfügbarkeit und Flexibilität zu einem wettbewerbsfähigen Preis anbieten möchten.

### Kundenvielfalt ist Trumpf

Um die drei Qualitätsmerkmale Verfügbarkeit, Flexibilität und Preis sicherstellen zu können, braucht es vor allem kompetente Mitarbeiter, Lagerfläche und gebundenes Kapital. Außerdem ist eine

kontinuierliche und stabile Entwicklung von sowohl kleinen, mittleren und als auch großen Kunden unerlässlich, um alle von ihnen gefragten Leistungen abdecken zu können. Dabei profitieren die verschiedenen Kundengruppen voneinander. Nachdem sich beispielsweise einige kleinere Kunden als wiederkehrende Käuferschicht für ein Produkt etabliert haben, ist die Grundlage gegeben, um zuverlässig Kleinstmengen bis hin zum Einzelstück bereitstellen zu können,

- ✓ **Noch mehr Technik** - ganz bequem erreichbar
- ✓ **Alle Bestellungen** - unkompliziert auf Rechnung
- ✓ **Single Source** - schnell und unkompliziert zum richtigen Produkt
- ✓ **Geprüfte Qualität** - sicher richtig einkaufen
- ✓ **Direkter Kontakt zu den Sellern** - bequem über eine Plattform

**The Business Place2B**  
Der neue Conrad Marketplace

### Der neue Conrad Marketplace

... zunächst in der Beta-Version.

[conrad.biz/marketplace](http://conrad.biz/marketplace)

**CONRAD**  
Marketplace

*Ein Distributor, der Unternehmen ganzheitlich bedienen möchte, muss ebenfalls deren Auslandsstandorte betreuen. Dazu gehört ein flächendeckender Vertrieb, auch etwa nach Brno, Košice und Székesfehérvár.*

ohne das Musterlager der Hersteller in Anspruch nehmen zu müssen. Anschließend kann der gesamte Markt, Großkunden inbegriffen, über die Regelbedarfsmengen hinaus flexibel beliefert werden. Auf der anderen Seite ermöglichen wiederkehrende Aufträge von Firmen mit höheren Einkaufsvolumina einen Bezug zu Mengenpreisen. Dadurch sind für das gesamte Kundenspektrum eine verlässliche Verfügbarkeit und ein faires Pricing gewährleistet. Die Vielfalt der Kunden ist somit eine große Herausforderung, kann aber auch den Service und das Angebot deutlich verbessern.

Wie erfolgreich ein Distributor ist, hängt sowohl von seiner Positionierung gegenüber den Kunden und als auch zu den Lieferanten ab. Kundenorientiertes Denken und Handeln ist nach wie vor unerlässlich. Aber spätestens seit sich im professionellen Umfeld Disziplinen wie Lieferantenentwicklung beziehungsweise -pflege etabliert haben, sollte klar sein, dass langfristig zuverlässige Bezugsquellen keine Selbstverständlichkeit sind. Für den Hersteller, dessen Produkte ein Distributor vertreibt, ist dieser jedoch in aller Regel kein Kunde, sondern Partner. Zur Entwicklung stabiler und für beide Seiten nachhaltiger Geschäfts-

beziehungen ist es am vielversprechendsten, wenn beide Parteien als Partner und Problemlöser denken.

#### **Herausforderungen Brexit, Ukraine Konflikt, Türkei**

Angesichts der immer näher zusammenrückenden Welt sind Fähigkeiten zur Problemlösung und innovatives Denken dringend notwendig. Tiefgreifende politische Ereignisse, wie beispielsweise der Austritt Großbritanniens aus der Europäischen Union, der weiterhin schwelende Konflikt in der Ukraine oder die jüngsten Geschehnisse in der Türkei, führen zu Veränderungen der internationalen Marktlandschaft. Unternehmen müssen auf diese früher oder später reagieren.

Weitere aktuelle Themen, auf die sich Unternehmen einstellen sollten, sind unter anderem die Energiewende, elektrische und autonome Mobilität, Cloud-Computing und künstliche Intelligenz. Die damit einhergehenden Verwerfungen mögen von unterschiedlicher Ausprägung und Intensität sein; auch werden manche von ihnen erst mit zeitlicher Verzögerung ihren Weg in den Geschäftsalltag finden. Das ändert aber

dennoch nichts daran, dass diese Veränderungen als solche unumgänglich sind.

Beispielsweise gehört die Überprüfung von Handelswaren auf einen etwaigen doppelten Verwendungszweck (Dual Use) mittlerweile zum Tagesgeschäft in der technischen Distribution. Ein Kabelbinder etwa dient traditionell zur Fixierung elektrischer Leiter, er wird aber auch von Polizeikräften gerne als Handschelle zweckentfremdet. Die Notwendigkeit, etwaige Doppelverwendungsmöglichkeiten gegenüber Kunden und Behörden belegen zu können, hat ihren Ursprung in den Anschlägen auf das World Trade Center im Jahr 2001. Diese markieren den Beginn einer Phase neuer handelspolitischer Gesetze und Verordnungen, die keine geografischen Grenzen mehr kennen.

#### **Flächendeckender Vertrieb bis Brno und Košice**

Auch die Osterweiterung der europäischen Union zwingt Distributoren zum Umdenken. Die zentralosteuropäischen Staaten immer noch als verlängerter Werkbank zu sehen, ist nicht nur geringerschätzig, sondern schlicht falsch.



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

Ihr Lieferant für aktive, passive und elektromechanische Bauelemente von führenden Herstellern aus aller Welt.

**SiTime™**

## MEMS-Oszillator Programmierung



### 24 Stunden Service Wir programmieren für Sie:

- SiT8008, SiT8009
  - SiT8208, SiT8209
  - SiT9121 LVDS / LVPECL
  - SiT9122 LVDS / LVPECL
- Höchste Flexibilität
  - Maximaler Automatisierungsgrad
  - 100% Traceability

### Weitere Informationen zu dem SE Programmierservice

**SE Spezial-Electronic GmbH**  
[sitime.spezial.com](http://sitime.spezial.com)  
[sitime@spezial.com](mailto:sitime@spezial.com)  
 +49 (0) 5722 / 203 - 0

Neben den tschechischen Produktionshallen deutscher Unternehmen stehen längst auch Bürogebäude, in denen die gesamte Verwaltung alleinverantwortlich abgedeckt wird. Dazu zählen auch strategische Entscheidungsprozesse aus dem Einkauf und der Logistik. Ein Distributor, der deutsche Unternehmen ganzheitlich, das bedeutet inklusive deren Auslandsstandorte, betreuen möchte, muss einen flächendeckenden Vertrieb im Innen- und Außendienst auch bis nach Brno, Košice und Székesfehérvár gewährleisten.

### Philosophien in Einklang bringen

Neben den Kunden darf auch die Herstellerdimension nicht vergessen werden. Selbstverständlich ist es wichtig, ein in sich stimmiges Produktportfolio für den Kunden zu entwickeln. Daneben müssen aber auch die Hersteller als eigenständige und vielfältige Unternehmen Berücksichtigung finden. Selbst wenn zwei Unternehmen relativ ähnliche Erzeugnisse herstellen, können deren Herangehensweisen an den globalen Markt mitunter sehr verschieden sein. Hier ist der Distributor in der Pflicht, die unterschiedlichen Philosophien schlüs-

sig und strategisch sinnvoll in das eigene Vorgehen zu integrieren.

In Ländern wie den USA oder Australien, die der europäischen Kultur vergleichsweise nahestehen, mögen sich die für Europa konzipierten Strategien erfolgreich weiterverwenden lassen. Wenn man jedoch wie Börsig über 5000 Kunden in 53 Ländern der Erde betreut, nehmen die Anforderungskataloge, mit dem man sich als Distributor im Mittelstand konfrontiert sieht, sehr große Ausmaße an. Eine exemplarische Neuanforderung für den europäischen Binnenmarkt ist die Gelangensbestätigung, mit deren Hilfe sichergestellt werden soll, dass eine Sendung ihren Weg in das Nachbarland tatsächlich gefunden hat und somit rechtmäßig Mehrwertsteuerfrei berechnet wurde. Bei Geschäften mit Drittländerkunden, das heißt Kunden mit Sitz außerhalb der EU, können neben zollrechtlichen Fragestellungen auch Embargos oder Richtlinien bezüglich des verwendeten Verpackungsmaterials relevant sein. Bei alledem sind die drei zu Beginn erwähnten Basisanforderungen an einen Distributor, nämlich Verfügbarkeit, Flexibilität und Preis, aber nach wie vor die Grundlage und die wichtigsten Erfolgskriterien. □

## LEUCHTDIODEN UND DIE MENSCHLICHE FARBWahrnehmung

# SATTE FARBEN MIT LEDs

Jahrelang war die hohe Effizienz von LEDs das schlagende Argument für deren Einsatz. Mittlerweile steht zunehmend auch eine exakte Farbwiedergabe im Zentrum des Interesses. Die Bereitstellung der dafür erforderlichen Lichtspektren stellt Entwickler vor große Herausforderungen.

TEXT: Rico Schulz, R. Stahl BILDER: R. Stahl; iStock, Goja1

Die Art und Qualität einer Lichtquelle beeinflussen, wie ein Betrachter eine Farbe wahrnimmt. Zur Beschreibung der durchschnittlichen menschlichen Farbwahrnehmung führte die Internationale Beleuchtungskommission (CIE) schon 1931 eine Untersuchung durch. Die Teilnehmer sollten die Helligkeit je einer roten, grünen und blauen Leuchte verstellen, um das daraus gemischte Licht auf einer weißen Fläche mit einer Reihe von Farbtafeln in Einklang zu bringen. Ausgehend von den Ergebnissen definierte die CIE einen Normalbeobachter-Farbraum, der den vom menschlichen Auge wahrnehmbaren Farbtönen Werte für Rot, Grün und Blau zuordnet.

Zur Bewertung der Farbtreue von Lichtquellen spielen Referenztafeln immer noch eine Schlüsselrolle. Die Farbtreue wird

als sogenannter Farbwiedergabewert  $R_a$  ausgewiesen, manchmal auch Color Rendering Index (CRI) genannt. Die notwendige Güte der Farbwiedergabe in Arbeitsräumen legt die Norm DIN EN 12464 fest. Der Idealwert ist der unter Tageslicht gegebene Indexwert  $R_a = 100$ . Für Innenräume schreibt die Norm Leuchten mit einem Farbwiedergabeindex von mindestens 80 vor. Für feste, ständig genutzte Arbeitsplätze muss eine noch zuverlässigere Erkennbarkeit aller Farben sichergestellt werden.

LEDs sind quasimonochromatische Halbleiterbauelemente, die in einem sehr schmalen spektralen Bereich rotes, grünes oder blaues Licht mit hoher Farbsättigung emittieren. Ein Objekt ist jedoch nur farblich korrekt wahrnehmbar, wenn es Licht ausgesetzt ist, das die Wellenlängen unterschiedlichster Farben



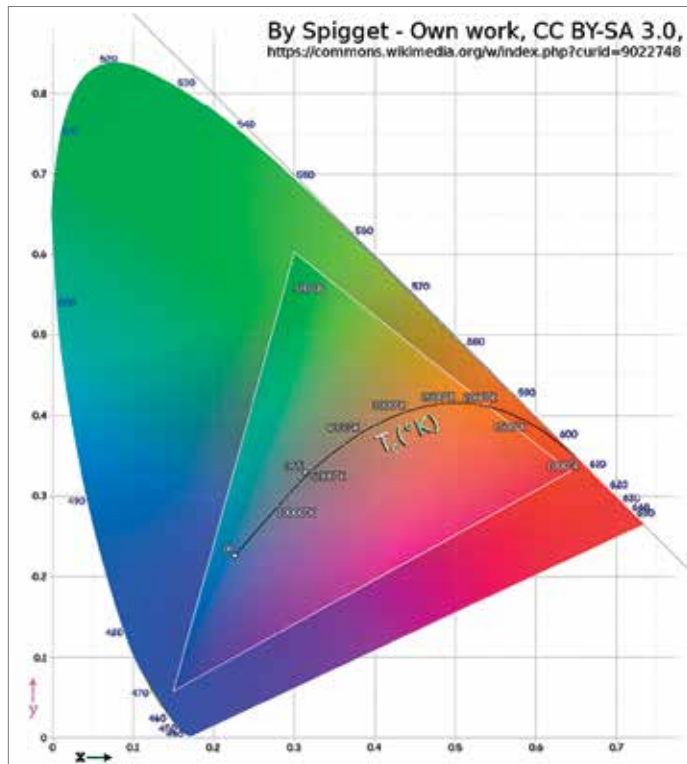
abdeckt. Fehlen spektrale Bereiche, lassen sich diejenigen Farben, deren Wellenlänge nicht im emittierten Licht enthalten ist, nur verfälscht als Schattierungen wahrnehmen. Man sagt dann, das betrachtete Objekt habe eine Gelbstich beziehungsweise einen Rotstich. Klassische Glühlampen emittieren, ähnlich wie die Sonne, Strahlung mit einem kontinuierlichen Farbspektrum, das den gesamten sichtbaren Bereich einschließt und sich bis ins Infrarot erstreckt. Dadurch erreichen sie eine Farbwiedergabe mit  $R_a = 100$ . Sie sind also mit natürlichem Tageslicht vergleichbar.

### Farbechtheit trotz beschränktem Spektrum

Der Farbwiedergabewert von LEDs beträgt hingegen immer unter 100. Im zweidimensional visualisierten CIE<sub>x,y</sub>-Farbraum liegen die Wellenlängen der in LEDs eingesetzten Halbleitermaterialien in der Nähe der geschwungenen Außenflanken. Sie erreichen also keine Farborte, die sich weiter innen im Diagramm befinden. Um das Wellenspektrum von LEDs zu erweitern und die gewünschte Weißlichtemission zu ermöglichen, muss ihnen erst ein Konversionsstoff zugesetzt werden. Zum Beispiel

kann der Halbleiter einer blauen LED mit einem zumeist gelben Leuchtstoff beschichtet werden. Mittlerweile ermöglicht die Kombination aus LEDs und modernen Leuchtstoffen ein breitbandiges weißes Licht mit Farbwiedergabewerten bis über 90.

Der Farbwiedergabewert ist allerdings nicht das einzige Qualitätsmerkmal für Weißlicht. Auch die sogenannte Farbtemperatur spielt eine wichtige Rolle. Die Farbtemperatur von Licht wird in der üblichen Temperatureinheit Kelvin (K) angegeben. Ihr Konzept leitet sich von der thermischen Abstrahlung eines idealen Schwarzkörpers ab. Ein solcher Körper absorbiert sämtliche eintreffende Strahlung. Insbesondere reflektiert er keinerlei elektromagnetische Strahlung. Im Gegenzug emittiert er Wärmestrahlung, deren spektrale Verteilung charakteristisch für seine jeweilige Temperatur ist. Bei Raumtemperatur liegt sein Strahlungsspektrum komplett außerhalb des sichtbaren Bereichs. Ab Temperaturen von etwa 900 K emittiert er jedoch auch sichtbares Licht. Die Farbtemperatur einer Lichtquelle entspricht derjenigen Temperatur eines Schwarzkörpers, bei der dessen emittierte Wärmestrahlung dem zu untersuchenden Licht am ähnlichsten ist.



Im zweidimensional visualisierten CIE<sub>xy</sub>-Farbraum (die fehlende dritte Dimension enthält die Helligkeitsinformation) liegen die Farborte monochromatischer LEDs nahe an den geschwungenen Außenflanken. Die  $T_c$ -Kurve durch Weißpunkte verzeichnet Farbtemperaturen eines idealen Schwarzkörperstrahlers.

Immer häufiger werden Weißlichtquellen entsprechend ihrer Farbtemperatur ausgesucht. Weißlicht mit hohen Farbtemperaturen wird vom menschlichen Auge als kälter empfunden. Weißlicht mit einer geringeren Farbtemperatur, beispielsweise das Licht von Kerzen oder Glühlampen, fühlt sich wärmer an. Je nach Leuchtstoffcharakteristik lässt sich mit modernen LEDs sowohl warmes als auch kälteres Weißlicht erzeugen. Letzteres wird häufig an Arbeitsplätzen oder in Werkshallen bevorzugt. Es gibt sogar Beleuchtungslösungen, die je nach Bedarf Weißlicht mit unterschiedlichen Farbtemperaturen zur Verfügung stellen, sogenanntes „Tunable White“.

## Verwirrende Bezeichnungen der Farbtemperatur

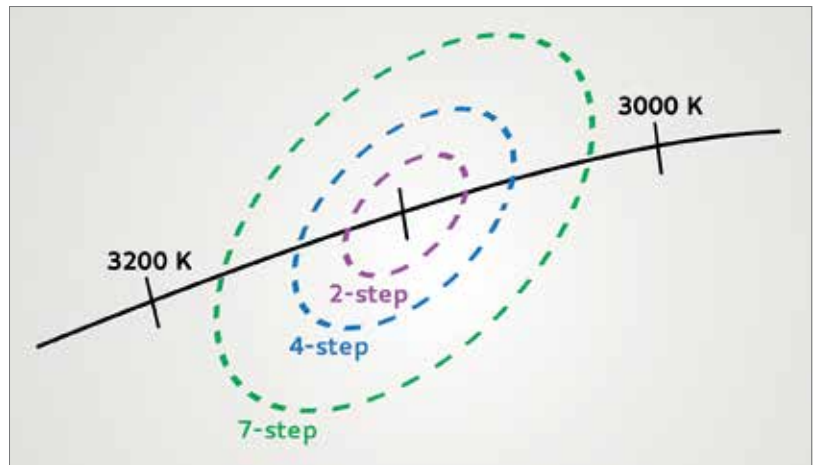
Bei marktüblichen LED-Leuchten für die Industrie sind die Wahlmöglichkeiten bezüglich der Farbtemperatur allerdings noch recht begrenzt. Viele Leuchten werden mit einer oder maximal zwei verschiedenen Temperaturen angeboten. Die Norm EN 12464 definiert für sogenanntes Neutralweiß Farbtemperaturen von 3300 bis 5300 K, nennt Temperaturen unter 3300 K Warmweiß und solche über 5300 K Kaltweiß. Leuchtmittelhersteller verwenden dieselben Bezeichnungen mitunter aber auch für abweichende Temperaturbereiche. Die beste Orientierung bietet daher immer die Farbtemperaturangabe in Kelvin. Sie muss auf jedem LED-Produkt verzeichnet werden. Die Stan-

dard-Farbtemperatur für LED-Leuchten von R. Stahl beträgt beispielsweise 5000 K. Für alle Produkte aus dem Sortiment von R. Stahl stehen grundsätzlich drei Farbtemperaturen zur Auswahl: Neben Neutralweiß (5000 K) gibt es ein Kaltweiß (6500 K) und eine wärmere Variante (4000 K). Der Farbwiedergabewert  $R_a$  liegt durchweg bei 80 oder mehr. Damit sind die Anforderungen der Norm DIN EN 12464-1 erfüllt.

## Güteklassenmerkmale für LED-Lichtfarben

LEDs sind produktionsbedingten Qualitätsschwankungen unterworfen und müssen deshalb sortiert werden. Für die Selektion werden sogenannte Bins (Behälter) definiert, denen unterschiedliche Kriterien wie zum Beispiel Lichtstrom, Flussspannung oder der Farbort im CIE<sub>xy</sub>-Farbraum zugewiesen werden. Da das Emissionsspektrum einer weiß strahlenden LED nicht genau auf der Schwarzkörperkurve liegt, können zwischen LEDs mit derselben Farbtemperatur dennoch (mehr oder weniger störende) Farbunterschiede auftreten. Um ein einheitliches Leuchtverhalten zu gewährleisten, sollten in LED-Arrays möglichst nur Leuchtdioden aus derselben Farb-Bin eingesetzt werden.

Vom Physiker David MacAdam stammt die Idee, das CIE<sub>xy</sub>-Diagramm in Bereiche zu unterteilen, in denen Ab-



MacAdam-Ellipsen definieren Bereiche um einen Bezugspunkt, die farblich als ähnlich wahrgenommen werden. Mit ihrer Hilfe lassen sich LEDs gemäß der Homogenität ihres Farbortes sortieren.

weichungen der Farborte schrittweise immer auffälliger werden. Dabei wird deutlich, dass sich der Toleranzbereich mit geringen Abweichungen gegenüber einem Bezugspunkt nicht gleichmäßig rund, sondern ellipsenförmig um den Punkt verteilt. Als Maßzahl für die Homogenität einer Lichtquelle eignen sich deshalb Ellipsen mit zunehmendem Umfang, die

sogenannten 1- bis 7-Step-MacAdam-Ellipsen. Diese Schrittweite wird in der Produktinformation einer LED angegeben. Aus praktischen Gründen erfolgt die Sortierung allerdings oft nicht direkt nach MacAdam-Ellipsen, sondern über sogenannte ANSI-Bins. Dabei wird aber auf die MacAdam-Schrittweite Bezug genommen. □

## IHR PRODUKT. UNSER LICHT.

Die neue Ring-Beleuchtung: Lässt Schalter, Taster, Logos, Knöpfe und Buchsen erstrahlen.

### Ihre Anforderung

- Anpassbare Helligkeit und gute Ausleuchtung.
- Wirtschaftliche und schnell verfügbare Lösung.
- Flexibilität bei speziellen Anforderungen.

### Unsere Lösung

- Homogenes Lichtbild. Geeignet für Tag- und Nachtanwendungen.
- Kostengünstige Standardprodukte. Lieferbar ab Lager.
- Individuelle Anpassungen einfach möglich.

[www.mentor-licht.de](http://www.mentor-licht.de)





## DISPLAY-OBSOLESZENZ IN DER PRAXIS

# Wenn Displays reif für die Rente sind

Röhrenfernseher, Videoplayer, Walkman – was früher einmal als Spitzentechnologie galt, weckt heute Nostalgie. Denn wenn das Alter seine Spuren hinterlässt, werden viele Geräte obsolet. Was das für Displays von Industrie-PCs bedeutet, zeigen Beispiele aus der Praxis.

TEXT: Klaus Wammes, Wammes & Partner BILDER: Wammes & Partner; iStock, Jakkapan21

Beim Thema Obsoleszenz denken viele Menschen sicher als erstes an Geräte oder ganze Unternehmen, die irgendwann einfach nicht mehr in Mode waren. Andere denken an Unternehmen, denen nachgesagt wird, die sogenannte gesteuerte Obsoleszenz perfektioniert zu haben: Teile und Komponenten überleben gerade einmal den Zeitraum der Gewährleistung – ob zufällig oder gewollt – und gehen dann kaputt. Wieder andere stellt Obsoleszenz vor die Frage, wie in Geräten verbaute Komponenten verfügbar bleiben können, deren Einsatz auf mehrere Jahre ausgelegt ist.

Tatsächlich bedeutet Obsoleszenz all das und noch viel mehr: Auch Änderungen von Zulassungen, einzuhaltende Prüfungen und Spezifikationen oder Recycling spielen im Zusammenhang mit Obsoleszenz eine Rolle. Welche Probleme für das Obsoleszenz-Management auftreten können, zeigen Beispiele aus der Praxis. Zunächst ist jedoch festzuhalten, dass der Ersatz oder das Recycling eines Produkts umso kritischer werden, je älter das Produkt ist und je länger es auf dem Markt war.

Nicht immer gilt das Obsoleszenzproblem dabei für komplette Geräte. Schwierigkeiten entstehen auch dann, wenn beispielsweise eine Komponente

nicht mehr bezogen werden kann, weil es seinen Hersteller nicht mehr gibt. Noch schwieriger wird es, wenn das Device sich auch noch mitten im Lebenszyklus befindet. Der Ersatz muss dann innerhalb einer etwaig erteilten Zulassung oder Spezifikation erfolgen und typischerweise auch im Rahmen des Budgets liegen.

Doch auch wenn der Hersteller einer Komponente noch am Markt ist, besteht keine Garantie für einen Ersatz: Nicht immer sind Hersteller auch Eigentümer der Herstellwerkzeuge und können die Komponente in diesem Fall nicht nachproduzieren lassen. Hersteller können sich auch nicht darauf verlassen, dass ein anderer Produzent ähnlicher Komponenten alle Produkteigenschaften übernimmt und die betroffene Komponente äquivalent weiterproduziert. Entsprechend werden bei Obsoleszenzproblemen dieser Art häufig entweder vorhandene Restbestände gekauft oder funktionsfähige Teile aus nicht funktionsfähigen Produkten oder Komponenten innerhalb von Zulassung und Spezifikation recycelt.

## Obsoleszenz vor der Nutzung

Für die meisten Industrie-Displays, die für den Einsatz in Investitionsgütern geplant sind, gilt die Pflicht einer behörd-

lichen Zulassung für die Nutzung solcher Investitionsgüter. Eine Prozedur, die typischerweise über ein Jahr dauert. In der Avionik oder der Schifffahrt dauern solche Zulassungen häufig sogar noch länger und auch bei zentralen Steuereinheiten, wie sie etwa im öffentlichen Nah- und Fernverkehr oder in Kraftwerken zum Einsatz kommen, sind Zulassungsperioden über mehrere Jahre keine Seltenheit.

Trotzdem müssen auch bei laufender Zulassungsprozedur Materiallisten nach bestimmten Vorgaben verabschiedet, das Design entworfen und Geräte zusammengesetzt werden. Verschiedene elektronische Komponenten müssen also zu einem Zeitpunkt aufgebaut werden, an dem noch nicht feststeht, ab wann sie tatsächlich im Feld stehen und welche Betriebsdauer sie wirklich absolvieren müssen. Nachdem auch das Budget meist noch nicht zu- und aufgeteilt ist, werden in der Regel Komponenten ausgewählt, die aktuell günstig zur Verfügung stehen, typischerweise aber nicht zwingend langlebig sind.

Gerade Displays entwickeln sich schnell weiter und sind deshalb oft nur für kurze Zeit in einer bestimmten Variante erhältlich. Mit veränderten, aktualisierten oder verbesserten Eigenschaften der Devices ändern sich häufig auch die



**Bahn zu spät? Der Grund sind oft hoffnungslos veraltete Displays, die erst eine Zulassung erhalten haben, als sie schon nicht mehr am Markt verfügbar waren.**

Voraussetzungen für die Zulassungen und den Verbau. Allerdings wird im Rahmen der Projektphase ein Plan darüber erstellt, welche Komponenten und Größen nötig sind, beispielsweise die Art der Stecker, die Höhe der Wärmelast oder die Art der Energieversorgung. Wenn dann die Projektierungszeit länger dauert als die Halbwertszeit der Komponenten, entsteht zwangsläufig ein Obsoleszenzproblem – noch bevor die ausgewählten Displays überhaupt zum Einsatz kommen können.

Aus diesem Grund sind beispielsweise Bahnbetreiber nicht immer an allen Verzögerungen selbst schuld: Manche Komponenten für Displays im Bahnbetrieb waren noch nicht offiziell zugelassen, bevor sie bereits nicht mehr verfügbar waren. Zu schnell ändert sich die Verfügbarkeit durch Marktanpassung, sodass immer wieder neue, adaptierte Lösungen gefunden werden müssen.

Ein weiteres Beispiel sind elektronische Mautsysteme. Abseits politischer Diskussionen über die Anlagen, waren diese damals aus technischer Sicht durchaus sinnvoll geplant. Als aus Planung, politischer Einigung und Bereitschaft zur Umsetzung dann die ersten Schritte folgen sollten, hatten sich manche Teile und Technologien

weiterentwickelt. Zum Zeitpunkt der Planung war nicht zu hundert Prozent klar, welche Funktion die Geräte genau erfüllen sollen und welche Zulassungshürden für den Betrieb im öffentlichen Raum zu nehmen waren. Das hatte zur Folge, dass die Komponenten bereits nicht mehr sinnvoll beschafft werden konnten, noch bevor sie jemals im Feld waren.

### Obsoleszenz während der Nutzung

Ein anderes Problem entsteht für Industriesteuerungen mit Displays, die in langlebigen Investitionsgütern mechanisch extrem stabil oder geschützt verbaut werden. Typische Beispiele für solche Displays finden sich in Baukränen, Lokomotiven und großen Arbeitsmaschinen. Durch die technischen respektive mechanisch vorgegebenen Maße sind künftige Änderungen an Displays schon von vornherein nahezu unmöglich. Neuteile sind nur in wenigen Ausnahmefällen in die bis zu 20 Jahre alten, metallischen Rahmen anpassbar.

Deshalb sollte die vorhergehende Planung entsprechend ausgelegt werden: Entweder müssen künftige Adapter berücksichtigt werden oder die Form des

Rahmens muss flexibel genug sein, was zwangsläufig höhere Kosten verursacht. Eine andere Lösung kann eine hohe Bevorratung im Zusammenhang mit einer Langezeitlagerung sein. Allerdings kann kaum ein Hersteller garantieren, dass er die heute benötigten Komponenten in 20 Jahren überhaupt noch herstellt oder auf Lager hält.

Zwar zeigen einige Displays beispielsweise in Flugzeugen, dass ihre Nutzungsbetriebsdauer auf 20 bis 30 Jahre ausgelegt werden kann. Ermüdungserscheinungen und Altersschwäche sind für Komponenten in diesem Zeitraum dennoch wahrscheinlich. Dürfen dann aber im Rahmen der Zulassung keine neuartigen Komponenten integriert werden, müssen gleichartige herkömmliche Komponenten verbaut werden.

Wenn diese nicht mehr hergestellt werden, etwa weil die Stückzahlen nicht mehr benötigt wurden, entsteht ein weiteres Obsoleszenzproblem: Nutzer müssen einen Spezialisten ausfindig machen, der nach den alten Spielregeln ein neues Teil herstellen kann oder einen Dienstleister finden, der aus mehreren alten Komponenten ein funktionsfähiges zusammensetzt respektive recycelt. □

## STEUERUNG VON LED-LEUCHTSYSTEMEN

**ES WERDE LICHT!**

Die perfekte Raumstimmung zu erzeugen oder Gegenstände ins rechte Licht zu rücken, ist eine Herausforderung. Mit dem Tuneable White Module, welches LEDs neu organisiert, könnte sich beides in Zukunft deutlich vereinfachen.

TEXT: Mareike Haaß, Turck Duotec BILDER: Turck Duotec



Mit dem Tuneable White Module bietet Turck Duotec im Bereich Electronic Engineering and Manufacturing Services (E2MS) eine kompakte Basiselektronik zur Steuerung von LED-Leuchtsystemen. Dahinter steckt ein intelligentes Konzept, das die erforderliche Elektronik von LEDs neu organisiert, verschlankt und dadurch für LED-Hersteller Design-Flexibilität schafft.

Im Gegensatz zu konventionellen LED-Steuerungselektroniken liegt dem Tuneable White Module (TWM) ein Konzept zu Grunde, welches sich auf den gesamten Produktlebenszyklus einer LED-Leuchte auswirkt und für LED-Designer wie für den Endkunden Vorteile mit sich bringt. Im Wesentlichen zeichnet sich das TWM durch seinen modularen Aufbau sowie die grundsätzliche Neuorganisation der Steuerungselektronik aus. Diese konzeptionellen Kernpunkte schlagen sich in einer gestalterischen, konstruktiven und anwendungsbezogenen Flexibilität des LED-Designs nieder.

**Konventionelle Vorschaltgeräte ersetzt**

In seiner Grundkonfiguration ist das TWM mit Intelligenz ausgestattet. 80 Prozent der LED-Steuerungselektronik sind auf dem TW-Plattformmodul vorinstalliert. Das umfasst im Wesent-

lichen die LED-Platine sowie die Platine mit der Steuerungselektronik, auf der unter anderem eine Light Management Unit mit Mikrocontroller, LED-Treiber sowie weitere Elektronik-Komponenten untergebracht sind. Die finale anwendungsspezifische Auslegung, die letzten 20 Prozent, werden erst im Finishing vorgenommen. Hier sind die Anforderungen des Kunden maßgeblich: Wünscht er etwa eine DMX- oder DALI-Schnittstelle zur Ansteuerung, welche LED-Typen und wie viele LEDs insgesamt soll das TWM tragen, wie hoch soll der Lumen-Output des Systems sein oder welchen Formfaktor muss das Modul besitzen – diese und weitere Anforderungen konfiguriert Turck Duotec nach individuellen Kundenpräferenzen. Am Ende des Entwicklungsprozesses erhält der Kunde eine komplette, marktfertige und durchgetestete LED-Systemlösung.

**Steuerungselektronik verlagert**

In diesem schlanken Entwicklungsprozess steckt viel Know-how. Während konventionelle LED-Systeme oft für jedes Leuchtmittel ein eigenes Vorschaltgerät mit mindestens zwei getrennten LED-Kanälen für die Ansteuerung der warm- und kaltweißen LEDs benötigen, können mit dem TW-Modul-gesteuerte LED-Leuchten parallel verschaltet werden und zentral mit ei-



80 Prozent der LED-Steuerungselektronik sind auf dem TW-Plattformmodul vorinstalliert. Das umfasst im Wesentlichen die abgebildete LED-Platine sowie die Platine mit der Steuerungselektronik. Auf dieser sind unter anderem eine Light Management Unit mit Mikrocontroller, LED-Treiber sowie weitere Elektronik-Komponenten untergebracht.

nem einfachen 48V-AC/DC-Netzteil versorgt werden. Sowohl die Kommunikation (DALI, DMX, etc.) als auch das Einstellen des LED-Stroms übernimmt dann das in die Leuchte integrierte TW-Modul. Dadurch entfallen beim TWM die mit DALI oder DMX versehenen Vorschaltgeräte. Das entbindet die Hersteller von der oft langwierigen Suche nach unterschiedlich konfigurierten und designten Vorschaltgeräten. Dieses Leistungsmerkmal wird über die Elektronik des TWM geregelt.

### Unternehmenseigenes DALI-Testgerät

Insbesondere für die Steuerung von professionellem Licht, das Szenen, Raumstimmungen oder Lichtzonen präzise und zügig managen muss, eröffnet dieses wirtschaftlich wie technisch Grundkonzept viele Möglichkeiten zur flexiblen und komfortablen Einstellung der Farbtemperatur im Weißlichtbereich. Ist das TWM zum Beispiel mit der busfähigen DALI-Schnittstelle ausgestattet, lassen sich bis zu 64 in Reihe geschaltete LED-Leuchteinheiten mit lediglich einem vorgeschalteten Netzteil konstant mit Strom versorgen und über das TWM individuell ansteuern. Dieses BUS-System adressiert alle LED-Leuchten einzeln durch und stellt so deren exakte Ansprache sicher. Die für die DALI-Zertifizierung erforderliche DALI-Prüfung findet bei Turck Duotec im Haus statt. Hierfür steht das eigens angeschaffte und offizielle ProbitLab2-DALI-Testsystem zur Verfügung.

Die sonst übliche Beauftragung eines Lichtlabors zur Erstellung eines DALI-Gutachtens ist somit nicht erforderlich. Wahlweise kann das TWM die Steuerungskommunikation über eine

DMX-Schnittstelle herstellen oder per Bluetooth über mobile Endgeräte kontrolliert werden. Weitere Funktechniken stehen auf Anfrage zur Verfügung.

### Zentrale Stromversorgung

Die LED-Ansteuerung über das TWM ist kostensparend und attraktiv für professionelle LED-Systeme am Arbeitsplatz, in Bildungseinrichtungen, der Industrie, der Medizin oder auch für Hotels sowie als Shop- oder Museumsbeleuchtung. Gleichzeitig erfüllt sie in diesen und weiteren Umgebungen die Anforderung der individuellen Ansteuerbarkeit jeder einzelnen Leuchteinheit innerhalb des LED-Systems und kann systemintern auf unterschiedliche Lichtstärken parametrisiert werden. Das eröffnet vielfältige Möglichkeiten für das Lichtdesign, wie das Erzeugen von speziell auf den Biorhythmus des Menschen ausgerichtete Licht, das wiederum physiologische Prozesse wie Konzentration, Aufmerksamkeit, Leistungsfähigkeit, Wohlbefinden sowie den Tag-Nacht-Rhythmus positiv unterstützt und beeinflusst. Diese wissenschaftlichen Erkenntnisse untermauern einerseits die hohe Wertigkeit des Lichts, weil es andererseits auf sehr wirtschaftliche Art und Weise an die jeweiligen Bedürfnisse des Benutzers angepasst werden kann.

### Interoperabilität durch Zhaga-Standard

Neben den technischen Vorteilen hat die intelligente Neuorganisation der Steuerungselektronik im TW-Modul auch baulich günstige Konsequenzen. Insbesondere die ohnehin schon perso-



nal-, zeit- und kostenintensive Leuchtenplanung hatte bisher stets ausreichend Raum für Vorschaltgeräte zu berücksichtigen und diese einzudesignen. Wird das TW-Modul eingesetzt, sind die von den Leuchtenherstellern nicht gern gesehenen bauraum- und designkritischen Verkleidungen, Gehäuse und Vorrichtungen zur Unterbringung der Vorschaltgeräte nicht mehr erforderlich, weil LED-Leuchten und Steuerungselektronik vollständig auf dem TWM integriert sind. Der modulare Aufbau nach Zhaga-Standard ermöglicht außerdem eine hohe Interoperabilität zu bereits bestehenden Leuchten und Kühlkörpern, womit eine einfache und schnelle Modulintegration in bestehende Systeme möglich ist.

### Aktives TWM-Wärmemangement

Auch aus thermischer Sicht bringt das Konzept mit einer Zentralen Spannungsversorgung Vorteile. So werden die im Netzteil platzierten thermisch empfindlichen Bauteile, wie Elektrolytkondensatoren, nicht der Hitzestrahlung der LEDs ausgesetzt, welche einen bedeutenden Einfluss auf die Lebensdauer

der Netzteile hat. Das sieht bei konventionellen Aufbauten – bei denen das Vorschaltgerät mit den empfindlichen Bauteilen direkt am Leuchtmittel platziert ist – anders aus. Hier werden die Vorschaltgeräte der Hitzeentwicklung der LEDs direkt ausgesetzt und beeinflussen die Lebensdauer der Leuchte negativ. Weiterhin schützt eine Temperaturregelung mit einer Temperaturerfassung auf der LED-Platine sowie die thermische Entkopplung der Steuerungsplatine von der LED-Platine vor thermischen Schäden der Elektronik.

Durch die ebenfalls von Turck Duotec entwickelte Mischkammer wird nicht nur ein homogenes Farbbild und damit eine gute Farbdurchmischung der verschiedenen Farben der LED erreicht. Bei einem Wirkungsgrad der LED-Steuerungsplatine von 94 Prozent und einem flackerlosen, analogen Dimmbereich von 5 Prozent bis 100 Prozent können außerdem hohe Qualitätsanforderungen erfüllt werden. Ist zusätzlich dazu ein größerer Dimmbereich erforderlich, kann mittels einer TWM der Helligkeitsgrenzbereich bis 0,1 Prozent gesenkt werden. □

# Kingbright

Kingbright Electronic Europe GmbH

■ Quality ■ Efficiency ■ Innovation ■ First-class service

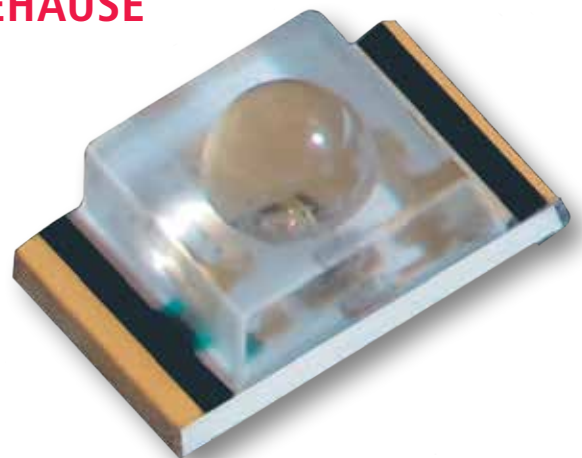
## NEUE DOME-LENS SMD-LED IM 0805 GEHÄUSE KPTD-2012 SERIE

### Eigenschaften:

Abmessung = 2,0 mm x 1,25 mm, Bauhöhe = 1,05 mm  
Lieferbar in den Farben rot, orange, grün, gelb und blau

### Applikationen:

Hintergrundbeleuchtung, Haushalt- und intelligente Geräte, Statusanzeige, „Wearable Computer“, Medizinische Geräte





## INTERVIEW

## „Makerboards in der Industrie sind zur Zeit nur ein Hype“

Seit der Raspberry Pi vor 5 Jahren vorgestellt wurde, spaltet die Frage nach seiner Industrie-tauglichkeit die Ingenieurgemeinde. Nach anfänglich großer Skepsis setzen ihn nun vermehrt Unternehmen in Industriegeräten ein. Wir haben mit Manfred Garz (49), Geschäftsführer des Embedded-Herstellers Garz & Fricke, über diesen Trend gesprochen.

**FRAGEN:** Florian Streifinger, E&E **BILD:** Garz & Fricke

**E&E:** *Eignen sich Makerboards wie der Raspberry Pi für die Industrie?*

Manfred Garz: Das kann man nicht mit ja oder nein beantworten. Rein technisch kann der Raspberry Pi schon in der Industrie eingesetzt werden. Das ist ja ein breites Feld. Für Geräte, die langzeitverfügbar sein müssen, ist er aber ungeeignet.

**Die Technik ist also nicht das Problem?**

Ich bin davon überzeugt, dass sowohl die Qualität des Boards als auch die Softwareunterstützung durch den Hersteller und die dahinterstehende Community dafür ausreichen, um industrielle Projekte umzusetzen. Gerade für Geräte, die in großen Stückzahlen gebaut werden, kann

man den Raspberry Pi gut verwenden. Das gilt allerdings nur, wenn die Produktlebenszeit sehr kurz ist, vielleicht zwei Jahre. Viele industrielle Produkte, zum Beispiel in der Automatisierung und der Medizintechnik, haben aber Lebenszyklen von 10 oder 15 Jahren. Da setzt kein Unternehmen auf den Raspberry Pi. Für solche Ge-

Manfred Garz, Geschäftsführer von Garz & Fricke, sieht Makerboards nicht als Konkurrenz für die eigenen Produkte.

räte eignet sich weder das Produktmodell, beziehungsweise die Produktpflege, seines Herstellers der Raspberry Pi Foundation, noch der verbaute Prozessor von Broadcom.

**Welche Schwierigkeiten gibt es mit diesem?**  
Er ist nicht allgemein verfügbar, wird also von Broadcom nicht ganz normal vertrieben. Sobald ein Modell des Raspberry Pis nicht mehr lieferbar ist, kann man es also nicht einfach nachbauen. Es gibt für ihn auch keine Langzeitverfügbarkeitserklärung, wie es bei anderen Prozessoren der Fall ist.

**Sie haben außerdem die Produktpflege angesprochen. Welche Schwierigkeiten bestehen dort?**

Von der Raspberry Pi Foundation gibt es keine Support- oder Logistikversprechen. Das ist bei unseren Produkten vollkommen anders. Wir schließen Vereinbarungen mit unseren Kunden. Bei Abkündigungen von Bauteilen auf unseren Boards lagern wir dann genügend ein, um sie über den gesamten vereinbarten Zeitraum liefern zu können. Die Kunden können die Boards also auch nach Jahren noch bei uns beziehen. Wir hinterlegen die Produktdaten außerdem bei Escrow Agents. Falls wir als Lieferant ausfallen, kann der Kunde das Board woanders weiterproduzieren. Außerdem bieten wir Langzeitsupport. Es gibt also ein Supportversprechen mit festen Stundensätzen. Die Kunden können sich darauf verlassen, dass ihnen Mitarbeiter für die Beratung und Hilfe zur Verfügung stehen. Das alles ist beim Raspberry Pi nicht gegeben. Wir sehen ihn deshalb auch nicht als Konkurrenten zu unseren Produkten.

**Trotzdem setzen immer öfter Firmen auch bei Industriegegeräten mit langer Verfügbarkeit auf den Raspberry Pi.**

Es gibt solche Projekte. Ich halte es aber für eine überschaubare Anzahl. Für manche spielt sicherlich auch die starke Softwarebasis des Raspberry Pi eine Rolle. Der Rechner hat eine unglaublich starke Gemeinde, weshalb sehr viel Software vorhanden ist. Dadurch kann man sehr schnell Produkte bauen. Ein weiterer

**„Manche Hersteller verwenden den Raspberry Pi nur für das Marketing.“**

**Manfred Garz, Geschäftsführer von Garz & Fricke**

Punkt ist auch, dass es keine kommerzielle ARM-Plattform gibt, auf der Windows 10 läuft. Bei dem Raspberry Pi geht das. Ob es sinnvoll ist, sei dahin gestellt. Ich denke, einige Hersteller verwenden den Raspberry Pi aber auch nur für das Marketing.

**Die Hersteller wollen von der Bekanntheit des Raspberry Pi profitieren?**

Genau. Sie nutzen ihn als Werbung. Andere Hersteller verwenden ihn als Basis, um ein Produkt schnell auf den Markt zu bringen. Nach einiger Zeit schieben sie dann ein selbst entwickeltes Gerät nach. Das ähnelt der Softwareproduktion im Silicon Valley. Dort werden auch schnell Prototypen auf den Markt gebracht, um sie bekannt zu machen und zu testen.

**Anfang des Jahres hat die Raspberry Pi Foundation mit dem Compute Modul 3 ein angeblich speziell auf die Industrie zu-**

**geschnittenes Modul veröffentlicht. Löst es die angesprochenen Probleme?**

Das ist ihr zweiter Versuch mit einem solchen Modul. Der erste hatte keinen Erfolg. Grundsätzlich ändert sich dadurch nichts. Die Probleme bleiben bestehen. Bei dem Broadcom-Prozessor ist die Langzeitverfügbarkeit nicht gegeben und er wird nicht frei verkauft. Auch wie lange das Modul selbst verfügbar sein wird, ist unbekannt.

**Ist die Langzeitverfügbarkeit bei anderen Makerboards, wie dem Arduino oder dem Beagleboard, gegeben?**

Nein, auch bei diesen Rechnern ist unklar, wie lange einzelne Modelle lieferbar sind. Und auch bei ihnen gibt es keine ausreichenden Supportversprechen. Da unterscheiden sie sich nicht vom Raspberry Pi.

**Ist Open Source generell für den Industriebereich sinnvoll oder nur schwer zu verwenden?**

Die Frage stellt sich meines Erachtens nicht mehr. Open Source hat sich in vielen Bereichen fest etabliert. Da gibt es bei vielen Firmen gar keine Diskussion mehr. Die Nachfrage nach Windows 10 geht bei uns beispielsweise deutlich zurück. Stattdessen sind Linux und Android gefragt.

**Stellen Makerboards in der Industrie nur einen kurzen Hype dar oder werden sie sich langfristig etablieren?**

Ich kann mir schon vorstellen, dass sie langfristig eine Rolle spielen und es Modelle gibt, die sowohl für Bastler als auch Industrieunternehmen interessant sind. In der jetzigen Form ist es aber ein ziemlicher Hype, der vor allem durch das Internet of Things befeuert wird. Der wird so nicht langfristig überdauern. □

## ENTWICKLUNGSKITS

# Grundlagen für das IoT

IoT-Geräte stellen besondere Anforderungen an die verwendete Technik. Der Hardwarehersteller Intel hat deshalb speziell auf das Internet of Things zugeschnittene Bauteile entwickelt: Ein Überblick über die wichtigsten Komponenten und die dahinter steckende Technik.

TEXT: RS Components BILDER: RS Components; iStock, Adyna

Das Internet of Things (IoT) bietet viele Möglichkeiten für industrielle Anwendungen. Alle großen Halbleiterhersteller machen deshalb strategische Vorstöße in diesem Feld. Besonders Intel ist in diesem Bereich

sehr aktiv und verfolgt einige interessante Ansätze. Das Unternehmen hat einige Produkte herausgebracht, um Entwickler und Hersteller von IoT-Anwendungen zu unterstützen. Zu diesem Zweck ist Intel außerdem eine strategische Allianz mit dem Distributor RS Components eingegangen, um Industriekunden mit modernen Computing-Möglichkeiten anzusprechen.

Bei den speziellen für das IoT entwickelten Produkten handelt es sich um zwei NUC-Single-Board-Computer, die auf dem Atom-Prozessor E3815 und dem leistungsstarken Core-i5-Prozessor 5300U von Intel aufbauen. Hinzu kommt die vollständige Edison-Entwicklungsplattform, der Intel Compute-Stick und das Makerboard Arduino Genuino 101.

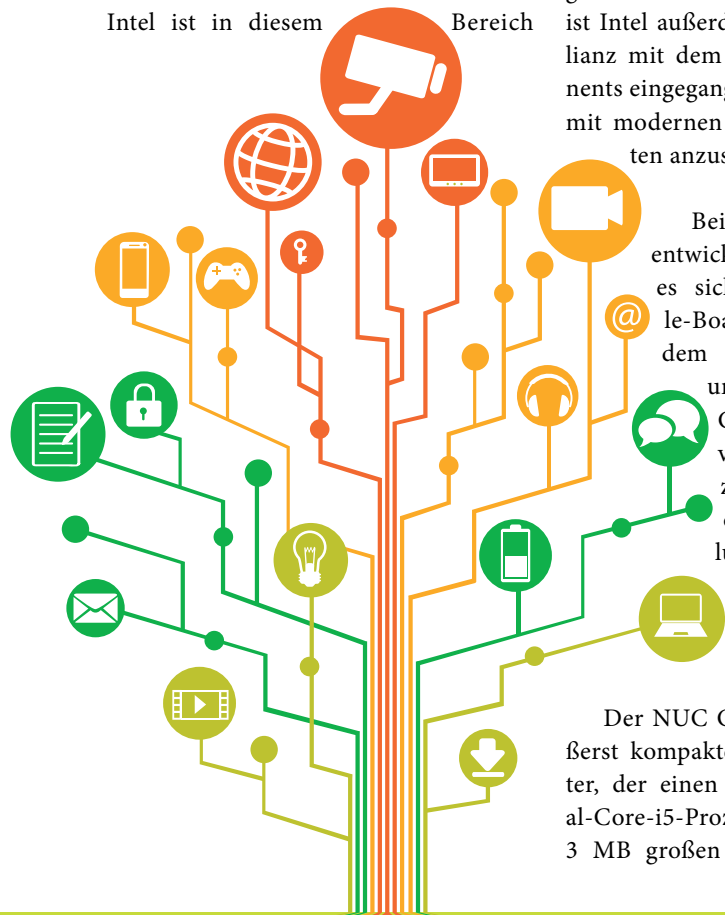
Der NUC Core i5 5300U ist ein äußerst kompakter Single-Board-Computer, der einen 2,9 GHz schnellen Dual-Core-i5-Prozessor 5300U mit einem 3 MB großen Cache-Speicher kombi-

niert. Integrierte Grafikfunktionen, Gigabit-Ethernet-Konnektivität und vier USB-3.0-Ports sorgen für einen hohen Datendurchsatz. Besonders praktisch an diesem NUC ist, dass er auch über einen M.2-SSD-Anschluss verfügt. Dadurch lässt sich ein hochleistungsfähiges Solid-State-Storage (SSS) integrieren, ohne viel zusätzlichen Raum in Anspruch zu nehmen.

## SBC für Linux SDRs

Der Prozessor eignet sich hervorragend für anspruchsvolle Digital-Signal-Processing-Anwendungen (DSP) und für Entwickler, die leistungsstarke Ressourcen für IoT-Anwendungen benötigen. Ein Beispiel für ein Projekt, das sich die hohe Rechenleistung des NUC Core i5 5300U zunutze macht, ist die Entwicklung einer in sich geschlossenen Software-Defined-Radio-Anwendung (SDR), die unter Linux läuft. Dieses wie auch andere auf SDR-Frameworks basierende Projekte sind im Blog-Forum DesignSpark von RS genauer beschrieben.

Intel Edison ist eine Tool-Sammlung für die Open-Source-Entwicklung, die auf das IoT und auf Wear-





Die Edison-Erweiterungskarte von Intel ermöglicht den komfortablen Anschluss an eine Prototyping-Hardware.

able-Computing-Produkte abzielt. Die Plattform basiert auf dem äußerst kleinen Edison-Compute-Modul, das mit dem Edison-Breakout-Board für Rapid Prototyping und dem Edison-Board für Arduino arbeitet. Das Edison-Modul ist ein stark miniaturisiertes Compute-Modul, das sofort in ein Produkt eingebaut werden kann. Es bietet ein System-on-Chip (SoC), welches auf 22-nm-Prozesstechnologie aufbaut. Das SoC fasst einen 500 MHz schnellen Dual-Core-Dual-Thread-Atom-Prozessor und einen 100 MHz schnellen 32-Bit-Quark-Mikrocontroller von Intel zusammen. Die Plattform bietet außerdem Dualband-WLAN (2,4 und 5 GHz), eine stromsparende Bluetooth-Smart-Schnittstelle sowie Device-to-Device- und Device-to-Cloud-Konnektivität. Dadurch eignet sie sich sehr gut für den IoT-Bereich.

## Intel Edison

Die Edison-Erweiterungskarte bietet Schnittstellen zu einer breiten Palette von Arduino-Uno-R3-Shields. Damit besteht Anschluss an eine schnelle und einfache Prototyping-Hardware über Open-Source-Software und die Ardui-

no-Entwicklungsumgebung. Die Input/Output- und Interface-Optionen auf der Platine umfassen 20 digitale I/O-Pins, einschließlich vier Pins als PWM-Ausgänge, sechs analoge Eingänge, UART und SPI-6-Pin-Header. Das Edison-Breakout-Board ist nur wenig größer als das eigentliche Modul und setzt das native 1,8-V-I/O-Modul des Edison-Boards frei. Es bietet eine gitterförmige I/O-Anordnung von Lötstellen mit 0,1 Zoll für die Durchsteckmontage.

## Intel Compute-Stick

Gut geeignet für die Entwicklung von IoT-Geräten ist auch Intels Compute-Stick. Er ist in zwei verschiedenen Versionen erhältlich. Im Wesentlichen handelt es sich bei ihm um einen Mini-PC. Mit seiner Hilfe lässt sich ein HDMI-Fernseher oder Monitor in einen voll funktionsfähigen Computer verwandeln. Optisch ähnelt er einem breiten USB-Memory-Stick. Im Gegensatz zu normalen USB-Sticks wird er jedoch in die HDMI-Buchse des Bildschirms gesteckt. Der Anwender kann dann zwischen den Betriebssystemen Windows 10 oder Ubuntu-Linux wählen. Im Vergleich zu einem Full-Size-Computer bietet der Compute-Stick eine sehr gut

## Embedded-PC Gehäuse

- Funktionelle Aluminiumgehäuse für verschiedenartige Embedded Formfaktoren
- Wahlweise integrierte Kühlrippen zur effizienten Entwärmung von Embedded Mainboards
- Tragschienen- und Monitorbefestigungen
- EMV-gerechte Ausführungen
- Kundenspezifische Anfertigungen mit individuellen Gestaltungsmöglichkeiten



**Mehr erfahren Sie hier:**  
[www.fischerelektronik.de](http://www.fischerelektronik.de)

Fischer Elektronik GmbH & Co. KG

Nottebohmstraße 28  
 58511 Lüdenscheid  
 DEUTSCHLAND  
 Telefon +49 2351 435-0  
 Telefax +49 2351 45754  
 E-mail info@fischerelektronik.de

**Wir stellen aus:**  
**„lighting technology“ in Essen**  
**10. - 12. 10. 2017**  
**Halle 1, Stand 323**

FIRMEN UND ORGANISATIONEN IN DIESER AUSGABE

Firma	Seite	Firma	Seite
Aalto University .....	6	Mentor Präzisions-Bauteile .....	35
Althen .....	14	Micro-Epsilon .....	9, 18
Becker & Müller .....	49	Microchip Technology .....	21
Beta Layout .....	51	Phoenix Contact .....	U4
Bitscope .....	65	R.Stahl .....	32
Börsig .....	28	Rohm Semiconductor .....	64
Bressner Technology .....	5	RS Components .....	44, 65
Codico .....	12	Rutronik .....	11
Conrad Electronic .....	29	SE Spezial-Electronic .....	31
Contrinex .....	22	Sick .....	8, 17
Digi-Key .....	Titel, U2, 4	Spectra .....	27
Digitaltest .....	52	SSV Software Systems .....	27
Electrolube .....	48	TDK .....	27
Farnell Element14 .....	64	Texas Instruments .....	27
Fischer Elektronik .....	45	Traco Electronic .....	19
Garz & Fricke .....	42, 47	Turck Duotec .....	39
Hilscher .....	60	Wammes & Partner .....	36
Janz Tec .....	64	Weidmüller .....	24
Kingbright Electronic .....	41	Winstar .....	65
Kunbus .....	56	Würth Elektronik eiSos .....	3



Der Compute-Stick von Intel verwandelt einen HDMI-Fernseher im Handumdrehen in einen voll funktionsfähigen Computer.

IMPRESSUM

**Herausgeber** Kilian Müller  
**Redaktion** Florian Streifinger (Managing Editor/verantwortlich/-28), Roland R. Ackermann (freier Mitarbeiter), Selina Doulah (-34), Anna Campenrieder (-23), Tabea Lothar (-38), Florian Mayr (-27), Sabrina Quente (-33)  
**Newsdesk** Regina Levenshtein (News Manager/-32)  
**Redaktionskontakt** newsdesk@publish-industry.net  
**Anzeigen** Saskia Albert (Director Sales/verantwortlich/-18), Caroline Häfner (-14), Doreen Haugk (-19), Demian Kutzmütz (-37), Christian Schlager (-15), Jessica-Laura Wygas (-16); Anzeigenpreisliste: vom 01.01.2017  
**Sales Services** Ilka Gärtner (-21), Marina Schiller (-20), Anna Wastl (-24); dispo@publish-industry.net  
**Marketing & Vertrieb** Anja Müller (Head of Marketing), Esther Härtel (Product Manager Magazines)  
**Herstellung** Veronika Blank  
**Verlag** publish-industry Verlag GmbH, Machtinger Straße 7, 81379 München, Germany  
 Tel. +49.(0)151.58 21 19-00, Fax +49.(0)89.50 03 83-10, info@publish-industry.net, www.publish-industry.net  
**Geschäftsführung** Kilian Müller, Frank Wiegand  
**Leser- & AboService** Tel. +49.(0)61 23.92 38-25 0, Fax +49.(0)61 23.92 38-2 44; leserservice-pi@vuservice.de  
**Abonnement** Das Abonnement enthält die regelmäßige Lieferung der E&E (derzeit 9 Ausgaben pro Jahr inkl. redaktioneller Sonderhefte und Messe-Taschenbücher) sowie als Gratiszugabe das jährliche, als Sondernummer erscheinende E&E-Kompodium.  
**Jährlicher Abonnementpreis**  
 Ein JAHRES-ABONNEMENT der E&E ist zum Bezugspreis von 64 € inkl. Porto/Versand innerhalb Deutschland und MwSt. erhältlich (Porto Ausland: EU-Zone zzgl. 10 € pro Jahr, Europa außerhalb EU zzgl. 30 € pro Jahr, restliche Welt zzgl. 60 € pro Jahr). Jede Nachlieferung wird zzgl. Versandkosten und MwSt. zusätzlich berechnet. Im Falle höherer Gewalt erlischt jeder Anspruch auf Nachlieferung oder Rückerstattung des Bezugsgeldes. Studentenabonnements sowie Firmenabonnements für Unternehmen, die E&E für mehrere Mitarbeiter bestellen möchten, werden angeboten. Fragen und Bestellungen richten Sie bitte an leserservice-pi@vuservice.de  
**Gestaltung & Layout** Schmucker-digital, Lärchenstraße 21, 85646 Anzing, Germany  
**Druck** Firmengruppe APPL, sellier druck GmbH, Angerstraße 54, 85354 Freising, Germany  
**Nachdruck** Alle Verlags- und Nutzungsrechte liegen beim Verlag. Verlag und Redaktion haften nicht für unverlangt eingesandte Manuskripte, Fotos und Illustrationen. Nachdruck, Vervielfältigung und Online-Stellung redaktioneller Beiträge nur mit schriftlicher Genehmigung des Verlags.  
**ISSN-Nummer** 1869-2117  
**Postvertriebskennzeichen** 30771  
**Gerichtsstand** München  
**Der Druck der E&E erfolgt auf FSC®-zertifiziertem Papier, der Versand erfolgt CO<sub>2</sub>-neutral.**  
**Mitglied der Informationsgemeinschaft zur Feststellung der Verbreitung von Werbeträgern e.V. (IVW), Berlin**



Der CO<sub>2</sub>-neutrale Versand mit der Deutschen Post

Performance, Speicherkapazität und Wireless-Konnektivität bei wesentlich geringeren Kosten und Abmessungen von nur 103 x 37 x 12 mm<sup>3</sup>. Das Gerät verfügt außerdem über eine integrierte Intel-HD-Grafik und zusätzliche Anschlussmöglichkeiten, zum Beispiel WLAN und Bluetooth 4.0. Um das Äquivalent zu einem traditionellen Büro-PC zu erhalten, ist nur noch eine Stromversorgung, eine drahtlose Tastatur und eine Maus nötig.

Richtig spielt der Compute-Stick seine Vorzüge allerdings erst im industriellen Markt aus. Hier bietet er alle Funktionen, um im Handumdrehen Digital-Signage-Systeme oder POS-Display-Anwendungen umzusetzen. Die Windows-Version verfügt über einen 32 GB großen eMMC-Flash-Speicher und 2 GB DDR3L-SDRAM. Die Ubuntu-Fassung besitzt 8 GB eMMC-Flash-Speicher und 1 GB DDR3L-SDRAM.

Makerboard Genuino 101

Beim Genuino 101 handelt es sich um ein Entry-Level-Lern- und Entwicklungs-Board auf Basis der beliebten Arduino-Plattform mit Intel-Technik. Das Gerät ist für den Bildungssektor und für Embedded-Entwickler gedacht. Es bietet erfahrenen Entwicklern die Möglichkeit, IoT-Konzeptideen für Wearables, smarte Consumer-Geräte oder ähnliches bis zum Prototypenstadium zu entwickeln.

Das Board wird durch ein Intel-Curie-Modul betrieben, das das 32-Bit-Quark-SoC mit einem 384 kB großen Flash-Speicher und 80 kB SRAM verbindet. Es verfügt über eine Bluetooth-Smart-Funknetzwerkverbindung (Bluetooth Low Energy) und einen sechsschigen Combo-Sensor, der die Funktion eines Beschleunigungsmessers und eines Gyroskops in sich vereinigt. Damit eignet sich das Board ideal für Sen-

sor-Hub-basierte Always-On-Anwendungen, zum Beispiel Fitness-Monitore. Der Genuino 101 läuft mit einem Real-Time-Operating-System (RTOS) und einem Open-Source-basierten Software-Framework, das speziell von Intel entwickelt wurde, um den Zugriff auf die Arduino-Entwicklungsumgebung zu ermöglichen und gleichzeitig die Kompatibilität mit Windows, MAC OS und Linux zu gewährleisten. □

#### INTEL NUC CORE I5 5300U

Mainboard-Format: 4 Zoll x 4 Zoll UCFF  
 Abmessungen: 101,6 x 101,6 x 27,75 mm (UCFF)  
 Maximaler Arbeitsspeicher: 16 GB DDR3 SDRAM  
 Maximale Anzahl der Speicherkanäle: 2  
 Prozessor: i5 Dual-Core-Prozessor 5300U mit 2,9 GHz und 3 MB Cache  
 Sockel: Soldered-down BGA  
 Grafik: integrierte Intel Grafik Einheit  
 Audio: Intel HD Audio  
 Eingangsspannung: 12 bis 19 VDC  
 Verlustleistung: 15 W  
 Videoausgänge: 2x mDP, 1x eDP  
 Maximale Anzahl an Bildschirmen: 3  
 Formfaktor des internen Laufwerks: M.2 und 2.5 Zoll  
 Anzahl unterstützter interner Laufwerke: 2  
 USB-Versionen: USB 2.0 und 3.0  
 USB-Ports: 6  
 SATA-Ports: 1  
 Schnittstellen: UART, 4x PCIe, I2C, DMIC, GPIO  
 RAID-Konfiguration: 2.5 Zoll SSD und M.2 SATA SSD  
 Integriertes LAN 10/100/1000 Mbps  
 Wi-Fi: ja  
 Bluetooth: nein  
 Garantie: 3 Jahre

**FITS IN ANY ENVIRONMENT**  
 by Garz & Fricke  Reliable Quality Made in Germany



#### Single Board Computer and Human Machine Interface

- Complete system with CPU board, display, touch, front glass and housing
- Freescale ARM®1.Mx6 architecture
- Scalable CPU performance
- Ready-to-run systems
- Industrial solutions
- Board support packages with drivers for all interfaces
- Operating systems: Windows Embedded Compact®, Linux and Android™

SOLUTIONS THAT COMPLETE!

**GARZ & FRICKE**

Garz & Fricke GmbH | Hamburg | Germany  
 info@garz-fricke.com | www.garz-fricke.com



Vor der Frage, ob Lack oder nicht und wenn ja, welcher, stehen nicht nur modebewusste Frauen. Auch Elektronikfertiger, die den passenden Schutz für ihre Leiterplatte suchen, sollten sich damit auseinandersetzen.



BESCHICHTUNG VERSUS KUNSTHARZ

# LACK ODER NICHT LACK?

Leiterplatten sind wahre Alleskönner und kommen in unzähligen Geräten im Haushalt, in der Industrie und sogar im Militärbereich zum Einsatz. Damit ihre Zuverlässigkeit lange erhalten bleibt, müssen Leiterplatten geschützt werden. Die Frage dabei ist: Schutzlack oder Vergussharz?

TEXT: Electrolube BILDER: Electrolube; iStock, Ollinka

Lack oder Harz? Das ist oft die Frage, wenn es um den Schutz von Leiterplatten geht. Die Antwort hängt davon ab, wie viel Umgebungsschutz erforderlich ist. Aufschluss darauf gibt zunächst die Konstruktion des Gehäuses, in das die Leiterplatte eingebaut werden soll: Ist dieses als primärer Umgebungsschutz für eine Baugruppe ausgelegt, wird häufig ein Schutzlack verwendet, der den Schutz verstärkt, den das Gehäuse bietet. Leistet das Gehäuse jedoch keinen primären Schutz der Baugruppe vor der Betriebsumgebung, sind Harze oft die bessere Wahl. Ein Blick auf ihre Gemeinsamkeiten zeigt: Sowohl Lacke als auch Harze sind allgemein organische Polymere, die nach dem Aushärten eine elektrisch isolierende Schicht bilden. Diese Schicht weist einen gewissen Grad an chemischer Beständigkeit auf und bietet Wärmewiderstand. Auch bei der chemischen Zusammensetzung der Polymere bestehen Gemeinsamkeiten. Am häufigsten werden Acryl, Epoxid, Polyurethan und Silikon verwendet.

## Harz: Dicker Schutz

Harze können mit einer Dicke von 0,5 Millimeter und mehr aufgetragen werden. Zwar erhöht die Dicke das Ge-

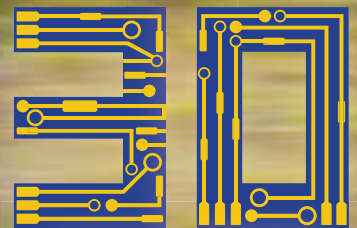
wicht und oft auch den Stückpreis gegenüber Lack, bietet aber einen besseren Schutz der Leiterplatte gegen chemische Angriffe, vor allem bei verlängertem Eintauchen. Je nach Formel schützt Harz zudem besser gegen Erschütterungen, da seine Masse die Kräfte über die ganze Leiterplatte verteilt, anstatt sie zu konzentrieren. Eine Schicht dunkel eingefärbtes Harz verbirgt die Leiterplatte vollständig und macht das Design sicherer. Je nach Harzart kann dessen Entfernung aber auch die Leiterplatte zerstören.

Harze sind normalerweise Zweikomponentensysteme (2K): Harz und Härter werden gemischt, beginnen eine chemische Reaktion und erzeugen ein quervernetztes Polymer. Harze haben häufig eine hohe Viskosität und enthalten mineralische Füllmittel, die ihre Leistung verbessern. Da sie nicht durch Sprühen aufgetragen werden, sind die meisten Zusammensetzungen frei von flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) und zur Aushärtung bei Raumtemperatur ausgelegt. Wärmezufuhr kann die Aushärtezeit reduzieren. Einige Harzen erfordern eine Nachhärtung, um optimale Eigenschaften zu entwickeln. Die meisten Aushärtereaktionen sind exothermisch: Chemische Verbindungen



**WOW!**  
**Schon da!**

Zu Ihrem Vorteil aktualisiert!  
**Online-Kalkulator**



**JAHRE**

**LEITERPLATTEN  
SPEZIALISTEN**

- PUNKTGENAU**
- PLANGENAU**
- PREISGENAU**

**Becker & Müller**  
**Schaltungsdruck GmbH**  
Tel.: +49 (0)7832 9180-0

[www.becker-mueller.de](http://www.becker-mueller.de)



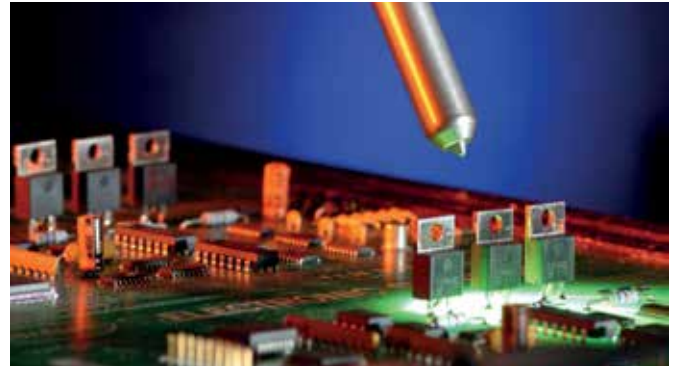
Aufgrund ihrer Dicke bieten Harze einen hohen Schutz von Leiterplatten.

werden gelöst und erneut angeordnet, was naturgemäß Wärme erzeugt. Die Wärme lässt sich kontrollieren, indem die Menge an Material, die in einem einzigen Vorgang gegossen wird, sorgfältig berechnet wird.

Wird zu viel Harz auf einmal aufgetragen, können die Bauteile überhitzen. Ein Mischpaket erleichtert das Auftragen: Die zwei Komponenten werden getrennt und im richtigen Verhältnis geliefert; der Benutzer mischt die Komponenten und gießt sie bis die erforderliche Dicke erreicht ist. Wie bei Lacken wird immer häufiger eine automatisierte 2K-Dosiervorrichtung verwendet, um das Harz zu mischen und nach Bedarf gleichbleibend und wiederholbar zu dosieren. Bei bestimmten Anwendungen, bei denen bisher eine 2K-Harzformel die erste Wahl zum Schutz der Leiterplatte war, könnte nun ein neuer 2K-Schutzlack die bessere Wahl sein. Er weist im Vergleich zu 1K-Lacken verbesserte mechanische Eigenschaften auf. Außerdem entfällt durch den Wechsel von einem Harz zu einem Schutzlack der Gewichtsnechtteil.

### Schutzlacke: Einfach zu verarbeiten

Schutzlacke können mit einer Dicke zwischen 25 und 100 µm aufgetragen werden und erhöhen das Baugruppengewicht nur minimal. Da sie oft durchsichtig sind, können beschichtete Bauteile leicht erkannt und die Beschichtung nachgearbeitet werden. Ihre chemische Beständigkeit und ihr Wärmewiderstand sind bei kurzem Aussetzen der Baugruppe generell gut. Lack setzt die Bauteile relativ geringen Spannungen aus – ein Vorteil bei Bauteilen mit dünnen Stiften oder Füßen. Die meisten Lacke sind 1K-Systeme mit langen Badstandzeiten, niedrigen Aushärte- oder Trocknungstemperaturen und einer kurzen Trocknungszeit. Als 1K-Lösung sind sie einfacher zu verarbeiten und aufzutragen basieren jedoch häufig auf Lö-



Lacke lassen sich durch selektive Lack-Robotersysteme einfach auftragen.

sungsmitteln. Eine neue Variante sind 2K-Lacke aus Epoxid und Polyurethan: Sie kombinieren den Schutz und die Eigenschaften eines Harzes, sind aber genauso einfach aufzutragen wie ein Schutzlack. Da dabei keine Lösungsmittel verwendet werden, sind sie umweltfreundlicher. Sie bieten eine hohe Deckkraft und ihre Flexibilität schützt empfindliche Bauteile. 2K-Lacke bieten gute mechanische Eigenschaften und Abriebfestigkeit, sind aber im Vergleich zu 1K-Lacken schwieriger zu verarbeiten und praktisch nicht mehr zu entfernen, was eine Reparatur der Leiterplatte erschwert.

Lacke können manuell per Pinsel oder Sprühpistole sowie durch Eintauchen aufgetragen werden. Für ein einheitlicheres Ergebnis kommen heute häufig auch selektive Lack-Robotersysteme zum Einsatz. Die Sprühanwendung hat zu einer niedrigen Viskosität der Lacke geführt, so dass diese im Sprühvorgang atomisiert werden können. Bisher waren hohe Konzentrationen an Lösungsmitteln nötig, um die Viskosität des Grundharzes zu verringern. Außerdem war dadurch eine hohe Wärme nötig, um die Lösungsmittel zu entfernen und die Lacke trocknen zu lassen. Ein Aushärten bei Raumtemperatur würde die Lösungsmittel im Lack einschließen. Durch wachsendes Umweltbewusstsein hat sich der Einsatz von Lösungsmitteln mittlerweile geändert und der VOC-Gehalt und der Anteil an Lösungsmitteln im Lack sind gesunken. Moderne Lackmaterialien sind oft lösungsmittelfrei und zu 100 Prozent festkörperhaltig und trocknen je nach Zusammensetzung mit Wärme, Feuchtigkeit oder UV-Strahlung.

### Auf die Umgebung kommt es an

Bei der Frage Lack oder Harz spielen die Konstruktion der Leiterplatte, das Gehäuse und die erwartete Nutzungsumgebung eine wichtige Rolle. Wie eingangs beschrieben, kann ein

## 3D-MID Prototyping

Lack je nach Gehäuse zusätzlichen Schutz zum Primärschutz bieten oder dann wirken, wenn der Primärschutz defekt oder undicht ist. Außerdem bietet er Schutz gegen hohe Feuchtigkeit und Kondensatbildung im Gehäuse. Oft sind Harze Teil des Gehäuses und somit Teil des Primärschutzes eines Systems. Somit müssen sie verschiedenen Verunreinigungen widerstehen, denen das Gehäuse in seiner Nutzungsumgebung ausgesetzt ist. Harze finden oft bei Hochspannungselektronik und in explosionsfähigen Umgebungen eingesetzter Elektronik Verwendung, um eine vollständig dielektrische Schicht zu bilden, die jede Funkenbildung verhindert. Ein gutes Leiterplatten- und Gehäusedesign erlaubt ein schnelles und effizientes Aufbringen von entweder Lack oder Harz, und zwar sowohl effizient bezüglich der erforderlichen Verarbeitungszeit als auch bezüglich der erforderlichen Materialmenge.

Um die Vorteile beider Technologien zu kombinieren, hat Electrolube Lacke entwickelt, die auf einer ähnlichen 2K-Chemie wie Harze basieren, aber durch selektive Beschichtungsvorrichtungen im Bereich von 200 bis 400 Mikrometer aufgetragen werden können. Diese neuen 2K-Schutzlacke haben gute Ergebnisse in kondensierenden Umgebungen erzielt: In Umgebungskammertests, in denen Bedingungen mit starker Kondenswasserbildung simuliert werden, hat eine in Urethanharz eingegossene Baugruppe die höchsten Gesamtwerte bezüglich Leiterplattenschutz erzielt und die geringsten Veränderungen bei Kondenswasserbildung gezeigt. Obwohl der 2K-Lack zehnmal so dick ist wie der Harzeinguss erzielte der 2K-Lack nahezu die gleichen Ergebnisse wie der Harzeinguss. Er kann ohne Rissbildungsgefahr dicker aufgetragen werden als frühere Lacke und bedeckt damit auch scharfe Kanten. Diese neue Lackart bietet dort Vorteile, wo herkömmlicher Schutzlack nicht mehr eingesetzt werden kann und ein Eingießen erforderlich ist. □



- Lasergesinterter 3D-Druck
- Laserstrukturierung
- Metallisierung
- Voll funktionsfähiges und bestücktes MID

SOFTWARE SPART ZEIT UND KOSTEN

# Besser fertigen mit den richtigen Tools

Fehler in der Elektronikfertigung mittels Tests frühzeitig aufzuspüren, senkt die Kosten. Noch besser ist es, wenn der gesamte Fertigungs- und Prüfprozess von einer übergeordneten Software überwacht wird, die wiederkehrende Probleme erkennt und regelnd in den Fertigungsprozess eingreift. Zudem lassen sich mit ihr vorhandene CAD-Daten im Fertigungs- und Prüfprozess weiter nutzen.

**TEXT:** Olaf Rohrbacher, Digitaltest; Nora Crocoll, Redaktionsbüro Stutensee **BILDER:** Digitaltest; iStock, Okea

Welche Fertigungs- und Prüfschritte zur Herstellung einer elektronischen Baugruppe gehören, hängt von der Komplexität und dem Wert des Produktes ab. So können alle der folgenden Schritte vorkommen – oder auch nur Teile davon: Typischerweise beginnt alles am PC mit der CAD-Planung. Ist sie abgeschlossen, werden die Leiterplatten gefertigt. Ein Schablonendrucker oder ein Dispenser bestreicht diese dann mit Lotpaste. Nach der Lotpasteninspektion geht es in die SMD-Bestückung mit anschließender automatischer optischer Inspektion (AOI) zur Bestückkontrolle aller SMD-Bauteile.

Nach dem Lötten stellt ein weiterer AOI-Prozess sicher, dass alle Lötverbindungen stimmen. Normalerweise gibt es an dieser Stelle einen Sichtprüfungsplatz, der Pseudofehler ausschließt. Je nach Art der bestückten Bauteile kommt ein Röntgen-Test zum Einsatz, der auch unter die Bauteile blicken kann. Nun folgen die eigentlichen elektrischen Prüfverfahren wie Flying-Probe-, In-Circuit-, Funktions- und Boundary-Scan-Tests. In manchen Fällen müssen Bauteile manuell bestückt werden. Diese Handbestückung kann sowohl vor als auch nach den elektrischen Prüfungen stattfinden. Schließlich gibt es einen End-of-Line-Test, zum Beispiel einen Funktions-, Stress- oder Dauertest, ehe die vollständig geprüfte Baugruppe das Haus verlässt.

Entlang dieser Wertschöpfungskette werden bei der Produktion und den einzelnen Tests auch jede Menge Informationen generiert und gespeichert. Für den gesamten Produktionsprozess ist es dabei ideal, wenn diese Informationen zwischen den einzelnen Stationen ausgetauscht werden können. Die Ingenieure von Digitaltest haben dazu zwei Softwaretools entwickelt, die mit den marktüblichen CAD-Tools und Automaten zur Elektronikfertigung kommunizieren können.

## Kommunikation längs der Wertschöpfungskette

Ganz am Anfang, noch ehe ein greifbares Produkt in Sicht ist, entstehen in der Konstruktion CAD-Daten. Sie enthalten wichtige Informationen, die für viele Schritte entlang der Boardbestückungskette hilfreich sind. Lassen sich die CAD-Daten einlesen und weiter nutzen, erleichtert das die gesamte Produktion und alle Prüfungen. Hier setzt die CAD/CAM-Software C-Link DTM an.

Sie kann etwa CAD-Daten aus der Planung verifizieren und vorab prüfen, ob eine spezielle Baugruppe automatisiert testbar ist. Zudem hilft sie bei der Definition von Testpunkten. Die gewonnenen Informationen lassen sich einfach exportieren zur Weitergabe an den Hersteller der Prüfadapter. Darüber

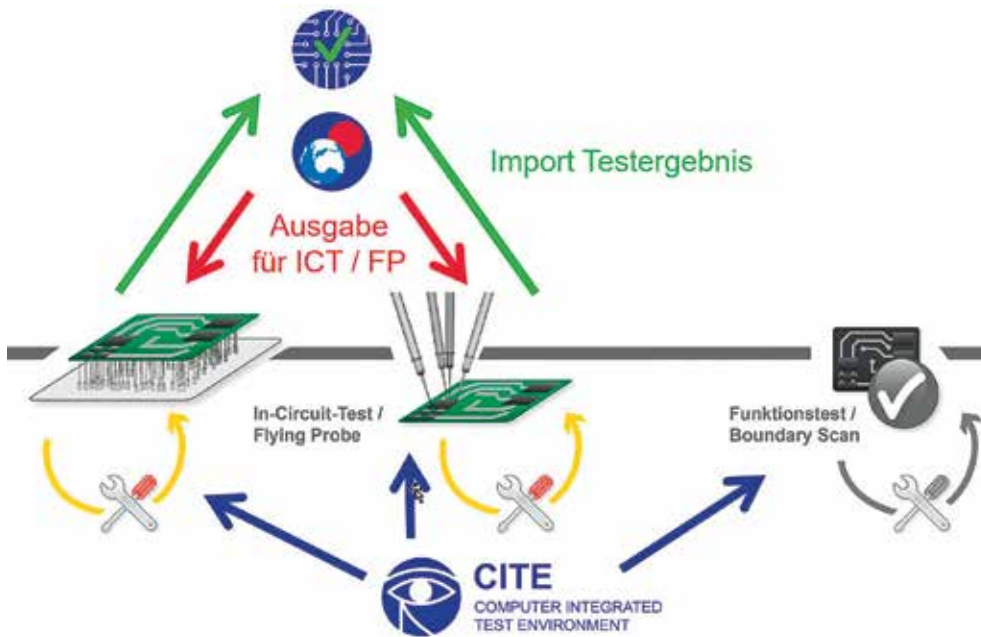


hinaus unterstützt die Software Änderungen, die an der Baugruppe vorgenommen werden, indem sie prüft, welche Testpunkte von der Änderung betroffen sind und ob man einen vorhandenen Prüfadapter unverändert oder durch kleinere Modifikationen weiter nutzen kann. Lässt sich dadurch die Produktion neuer Prüfadapter vermeiden, sind die finanziellen Einsparpotentiale groß – liegen die Kosten für Prüfadapter doch oft im vier- oder fünfstelligen Euro-Bereich.

Auch für den Bau der Schablone zum Lotpastendruck lassen sich mit der Software die nötigen Informationen exportieren und an den entsprechenden Zulieferer weitergeben. Wird stattdessen mit einem Dispenser gearbeitet, liefert die C-Link-Software ebenfalls die notwendigen Koordinaten. Für die Bestückung selbst ist es möglich, eine neutrale Bestückungsdatei zu generieren, die jeder marktübliche Bestückungsautomat nutzen kann.

AOIs, sei es im Anschluss an die Bestückung oder den Reflow-Prozess, können mit Hilfe der Software ebenfalls Nutzen aus den ursprünglichen CAD-Daten ziehen. Das erleichtert es, Testprogramme zu erstellen. Schließlich profitieren auch die elektronischen Tests wie der In-Circuit- und Flying-Pro-

be-Test von der Software, weil sie automatisiert die Konstruktionsdaten aus dem CAD-System für beliebige Testsysteme übersetzt. Geeignete Koordinaten für Testnadeln oder Testpunkte, die angefahren werden müssen, werden von der Software automatisch berechnet und können vom Anwender ohne Aufwand ausgegeben werden.



Mit der CAD/CAM-Software C-Link DTM lassen sich CAD-Daten für die Fertigung und Prüfung nutzen. Die Software QMAN importiert Daten aus diesen Prozessschritten – hier am Beispiel von In-Circuit- und Flying-Probe-Tests.

Noch besser ist es, wenn man Prozesse nicht nur steuern, sondern auch regeln kann. Zu diesem Zweck hat Digitaltest mit QMAN eine zweite Software entwickelt. Sie sammelt die Informationen von den einzelnen Produktions- und Testschritten und gibt sie an die CAD-Software zurück. Sie importiert zum Beispiel nicht nur die Testergebnisse der Lotpasteninspektion, sondern wertet sie auch statistisch aus. Häufen sich die Fehler, könnte etwa eine Reinigung der Schablone notwendig sein. Dann gibt QMAN die entsprechende Warnung aus.

Zudem speichert die Software alle Ergebnisse folgender Tests: AOI nach Bestückung und Reflow-Löten, Röntgen-, In-Circuit-, Flying-Probe-, Boundary-Scan- und End-of-Line-Tests. Mit den gesammelten Ergebnissen lässt sich statistisch beurteilen, ob es bei bestimmten Bauteilen immer wieder Probleme gibt. Es kommt durchaus vor, dass Baugruppen angepasst werden müssen, sei es, weil höhere Leistung oder ein geringer Stromverbrauch nötig ist oder Bauteile nicht mehr lieferbar sind. Dann kann man in diesem Zusammenhang auch mit den gesammelten Informationen anhand statistischer Auswertungen entscheiden, wo es auf einer Baugruppe öfter zu Problemen kommt und wo Designänderungen sinnvoll sind.

Gleichzeitig lässt sich die Qualitätssoftware auch als Wissensmanagement-Tool nutzen: So lassen sich mit ihr knifflige

Reparaturen dokumentieren. War eine Reparatur wegen des hohen Aufwands bislang zu langwierig und damit zu teuer, wird sie nun wirtschaftlich durch die konsequente Dokumentation, die sich beim nächsten Auftreten desselben Fehlers einfach wieder abrufen lässt. Folglich stellt eine Reparatur nun in vielen Fällen eine lohnende Alternative zum Wegwerfen defekter Baugruppen dar. Das schont kostbare Ressourcen und die Umwelt.

## Durchgängig bis zum Schluss

Nach wie vor ist bei manchen Baugruppen auch manuelle Bestückung notwendig. Für diese Handarbeitsplätze generiert die QMAN-Software Checklisten samt Informationen zur Bauteilplatzierung. Nach dem Bestücken wird ins System zurückgeschrieben, wer wann welche Bauteile bestückt hat; für die Nachverfolgbarkeit eine wichtige Information. Abschließend folgt der End-of-Line-Test. Da jede Baugruppe über ihre Seriennummer eindeutig identifizierbar ist, prüft die Software danach nochmals, ob die jeweilige Baugruppe alle notwendigen Produktions- und Testschritte durchlaufen hat und ob diese erfolgreich waren. Hier wird nun der Regelkreis geschlossen, indem die Software entsprechende Reports an das CAD-System zurück gibt. Damit sieht man schnell, wo Qualitätsauffälligkeiten auftreten und kann gezielt eingreifen. □



# FASZINATION ELEKTRONIK

publish  
industry  
verlag

BILD-QUELLE: ISTOCK, KLAPTMAN

## RASPBERRY PI & ARDUINO

### OPEN-SOURCE-IPC

Aus der Formation ausbrechen

S. 56

### IOT-PLATTFORM

Im Container ist es sicher

S. 60

### TRENDSCOUT

Tools und Geräte um Raspberry Pi & Co

S. 64



## OPEN-SOURCE-IPC

# Aus der Formation ausbrechen

Das Nebeneinander verschiedener Programme und der zunehmende Bedarf an dezentralen Steuerungen in der Industrie lassen den Wunsch nach unbeschränkter Konnektivität immer lauter werden. Das möchte ein Open-Source-IPC auf Basis des Raspberry Pi jetzt erreichen. Das System ist modular, frei konfigurierbar und verspricht eine starke Community.

**TEXT:** Ekkehard Krebs, Kunbus **BILDER:** Kunbus; iStock, wildpixel



Der RevPi Core bildet den Kern des Revolution-Pi-Systems. Setzt man ihn als IIoT-Knoten ein, lassen sich auch bestehende Produktionsanlagen kostengünstig vernetzen.



Im Rahmen von Industrie 4.0 und des Internet of Things (IoT) ändern sich die Anforderungen an die Steuerungsebene dramatisch. Einerseits steigt der Bedarf an dezentralen Steuerungen und der Kommunikation im Allgemeinen stark an. Auf der anderen Seite werden aber immer mehr und teils völlig unterschiedliche Applikationen nach und nach in übergeordnete Netzwerke eingebunden.

Gebäudetechnik, Veranstaltungstechnik, Haustechnik, private Steuerungsaufgaben, Überwachungstechnik, Prozessautomatisierung und Automatisierungstechnik rücken somit immer näher zusammen. Diese Entwicklung lässt zugleich auch die Nachfrage nach preiswerten, skalierbaren und industrietauglichen Steuerungen und intelligenten Knotenpunkten, um zum Beispiel Geräte an eine Cloud anzuschließen, enorm wachsen.

## Barrierefreiheit statt geschlossener Systeme

Eine schnelle Umsetzung der Anforderungen wird unter anderem durch die Vielzahl an proprietären Systemen verhindert, die derzeit am Markt vorhanden sind. Ein großer Nachteil geschlossener Systeme ist, dass sie keine barrierefreie Konnektivität bieten. Somit verhindern sie schnelle und kostengünstige dezentrale Lösungsansätze für bestehende Systeme und Steuerungen. Daher wird der Wunsch nach Open Source immer stärker. Mit Revolution Pi bietet Kunbus nun einen Open-Source-IPC an, der den Anforderungen von Industrie 4.0 gerecht werden soll.

Die Grundlage des Systems bildet der RevPi Core genannte Industrie-PC, der sich je nach Anforderung durch zahlreiche Erweiterungsmodule wie zum Beispiel I/O-Module oder

Feldbus-Gateways ergänzen lässt. Die Entwicklung basiert auf dem Raspberry Pi Compute Module und entspricht der Norm EN 61131-2. Dadurch erfüllt die Hardware alle Voraussetzungen für eine vollwertige, industrietaugliche Kleinststeuerung. Untergebracht ist der RevPi Core in einem Hutschienengehäuse und verfügt bereits über USB-, Ethernet- und HDMI-Anschlüsse. Versorgt werden der IPC und die Erweiterungsmodule mit den in der Industrie üblichen 24 V.

## Auch Bildverarbeitung ist möglich

Den RevPi Core gibt es sowohl mit dem Raspberry Pi Compute Module 1 als auch mit dem seit Anfang 2017 erhältlichen Raspberry Pi Compute Module 3. Mit letzterem verfügt der RevPi Core 3 genannte IPC über einen Quad-Core Prozessor mit 1,2 GHz und 1 GB RAM sowie über 4 GB eMMC-Flash-Speicher. Damit ist er selbst für komplexe Steuerungsanwendungen – beispielsweise für die Bildverarbeitung – sehr gut geeignet.

Als Betriebssystem des RevPi Core 3 fungiert ein angepasstes Raspbian Jessie mit integriertem Realtime Patch. Als neues Features besitzt der RevPi Core 3 zudem Master- und Slave-Fähigkeiten für die zwei weit verbreiteten Netzwerkprotokolle Modbus TCP und Modbus RTU. Teure externe Gateways sind bei der Verwendung dieser Protokolle folglich nicht mehr erforderlich.

## Umfassender Open-Source-Gedanke

Die ganze Hard- und Software des Revolution Pi ist Open Source. Das bedeutet: Alle Schaltpläne und Quellcodes des RevPi Core und seiner I/O-Erweiterungsmodule stehen kostenlos



Kunbus' Revolution-Pi-System ist modular aufgebaut. Die Nutzer können es je nach Bedarf um zusätzliche Komponenten, wie zum Beispiel I/O-Module, erweitern.

im Internet zum Download bereit. Der Nutzer verfügt zudem über die vollen Root-Rechte. Sie sorgen dafür, dass ihm keine künstlichen Hürden bei der Implementierung eigener Softwareapplikationen oder eines eigenen Betriebssystems in den Weg gelegt werden.

Ferner kann der Nutzer dank der Nähe zum Raspberry Pi auf dessen bestehende Softwareapplikationen und -bibliotheken zurückgreifen. Für Kunden, die fertige Steuerungssoftware bevorzugen, bietet Kunbus in Kooperation mit verschiedenen Softwareunternehmen außerdem speziell angepasste Soft-SPS und HMI-Lösungen für den Revolution Pi an.

### Modulares System ist leicht erweiterbar

Das baukastenartige System erlaubt es, die Basiskomponenten RevPi Core beziehungsweise RevPi Core 3 je nach Anforderung schnell und unkompliziert durch Erweiterungsmodule zu ergänzen. Dazu werden sie durch eine obenliegende 20-polige Steckverbindung werkzeuglos miteinander verbunden. Der Stecker beinhaltet die „PiBridge“, die dafür sorgt, dass die einzelnen Module miteinander kommunizieren können. Ein Revolution-Pi-System kann aus bis zu zehn unterschiedlichen Elementen bestehen.

Als Erweiterungsmodule werden unterschiedliche digitale I/O-Module angeboten. Neben der Standardversion mit 14 Ein- und 14 Ausgängen sind zudem zwei Spezialversionen erhältlich, die entweder über 16 digitale Eingänge oder 16 digitale Ausgänge verfügen. Um Revolution Pi an einen Feldbus beziehungsweise ein Realtime Industrial Ethernet anzubinden, gibt es Gateways als Slave-Varianten für alle gängigen industriellen Netzwerkprotokolle, wie beispielsweise Profinet, Profibus, Ethercat oder Ethernet/IP. In Kürze wird die Produktreihe außerdem um ein analoges I/O-Modul erweitert, das über

vier Eingänge, zwei Ausgänge, zwei Temperatureingängen für Pt100-Sensoren und eine 24-Bit-Auflösung verfügt. Darüber hinaus ist auch ein USV-Modul mit Watchdog-Funktion geplant.

Für eine erfolgreiche Umsetzung von Industrie 4.0 ist eine Anbindung der Produktion an eine Cloud inzwischen schon beinahe obligatorisch. Hierfür bietet Kunbus allen, die den Revolution Pi als IIoT-Knoten/Gateway nutzen wollen, einen eigenen skalierbaren Cloud-Service an. Daten von Maschinen und Anlagen können dadurch jederzeit live und von überall auf der Welt ausgelesen sowie analysiert werden. Bestehende Produktionsanlagen lassen sich so kostengünstig cloud-fähig machen.

### Internationale Vernetzung und App-Store

Schließlich spielt der Community-Gedanke bei Revolution Pi eine große Rolle. Damit Nutzer und Entwickler die Möglichkeit haben, sich aktiv in der Gemeinschaft zu beteiligen, sind Quellcodes und Schaltpläne der Revolution-Pi-Geräte offen zugänglich. Es ist jedem Anwender möglich, seine eigenen Ideen und Lösungen abzubilden und sogar zu vermarkten. Als Plattform für die Vernetzung steht das offizielle Revolution-Pi-Forum zur Verfügung. Video-Tutorials, How-To's, Blog-einträge und die internationale Community helfen bei Beantwortung offener Fragen.

Für die Zukunft ist außerdem ein offener App-Store geplant, in dem jeder nach Softwarelösungen und Applikationen suchen oder selbst Lösungen bereitstellen kann. Erklärtes Ziel der Entwickler ist es, nicht nur eine günstige, industrietaugliche Version des Raspberry Pi anzubieten, sondern aus dem Revolution-Pi-System ein „Community based Project“ zu machen. □

ACKERMANN'S SEITENBLICKE

# JURISTISCHE STOLPERFALLEN BEIM 3D-DRUCK

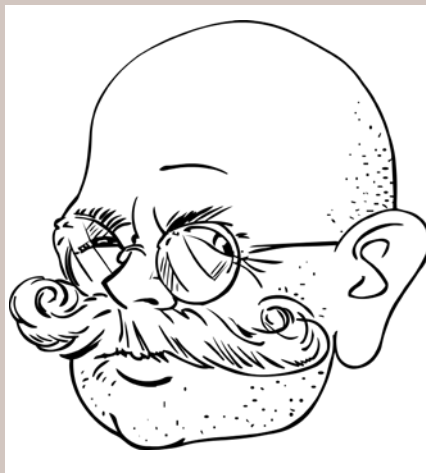
Stellen Sie sich vor, Sie suchen seit langem nach einem erschwinglichen Ersatzteil für ein in die Jahre gekommenes Gerät. Ein Freund bietet Ihnen nun ein von ihm entwickeltes CAD-Programm an, mit dem Sie dieses originalgetreu und funktionierend in 3D ausdrucken können. Hätten Sie Bedenken? Dürfen Sie das?

Für einen Techniker weckt 3D-Druck viel Phantasie, doch er zwingt in mancher Hinsicht auch zum Umdenken: Mithilfe der additiven Fertigungsverfahren kann jeder neben kreativen Neuentwicklungen auch Repliken von Produkten und Ersatzteilen herstellen, die bislang nur von industriellen Anbietern bezogen werden konnten. Und das in einer immer noch zunehmenden Vielfalt von Materialien und Verfahren, um das Original – selbst wenn es aus mehreren Teilen besteht – sozusagen in einem Rutsch nachzubauen.

Das wirft unbestritten rechtliche Fragestellungen auf. Beginnend bei der Definition: Handelt es sich um eine Nachahmung? Wenn ja, können Rechte des geistigen Eigentums wie Urheber-, Marken-, Patent-, Gebrauchsmuster- und Designrechte der Originalanbieter oder anderer Dritter verletzt werden. Oder man verstößt womöglich gegen die Vorschriften des Wettbewerbsrechts (UWG). Dabei kann das zu druckende Bauteil selbst unter Patentschutz stehen, Teil eines patentgeschützten Produkts sein oder einen engen Bezug zu einem wesentlichen Element der patentierten Erfindung haben. Die Verwendung eines nicht vom OEM stammenden, mithilfe des 3D-Druckers nachgemachten Ersatzteils kann zudem unzulässig sein, wenn mit dessen Hilfe ein patentgeschütztes Produkt wieder instand gesetzt wird, das unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten bereits schrottreif ist: Das gilt aus juristischer Sicht als Neuerstellung.

Dann muss man natürlich unterscheiden, ob es um einen reinen Privatgebrauch geht, oder ob Start-ups oder nebenberuflich Gewerbetreibende die Programme zum 3D-Druck verwenden. In solche Fällen wird die Thematik durch Gewähr-

leistungs-, Regress- und Haftungsfragen zusätzlich verkompliziert. Um eines der sich womöglich aufdrängenden Schlupflöcher von vornherein zu schließen: Wenn ein Hersteller nicht ermittelt werden kann, haftet nach dem Produkthaftungsge- setz auch jeder Lieferant. Deshalb ist auch die bloße Weitergabe von Konstruktionsplänen, sofern sie kommerziell erfolgt, risikobehaftet.



Solange es die Elektronikindustrie gibt, begleitet Roland Ackermann sie. Unter anderem als Chefredakteur, Verlagsleiter und Macher des „Technischen Reports“ im Bayrischen Rundfunk prägt er die Branche seit den späten 1950er-Jahren mit.

Die Rechtslage ist also, wie so oft, für den Laien alles andere als leicht zu begreifen. Ich habe mich einzulesen versucht – als Nicht-Jurist geht man sehr schnell in einem Wust von verklausulierten Bedingungen und Regelungen unter oder bleibt an Details hängen. Ein Beispiel: Immaterialgüterrechtsverletzungen setzen eine betriebliche, gewerbsmäßige oder geschäftliche Nutzung voraus. Dagegen kann eine Urheberrechtsverletzung auch im rein Privaten begangen werden: Der Schutz entsteht mit der Schöpfung eines Werks auf dem Gebiet der bildenden Kunst, aber auch bei sonstigen Werktypen wie Brailleschrift-Ausdrucken oder Relief-Nachdrucken. Sogar bei Lichtbildern. Die so genannte *Schöpfungshöhe* spielt nach neuerer Rechtsprechung faktisch kaum mehr eine Rolle, die *freie Werknutzung* indes nach wie vor. Letztere liegt jedoch beim 3D-Druck erst dann vor, wenn auf Druckern und deren Material eine Vergütung, etwa über Verwertungsgesellschaften, wie neuerdings auch bei Speichermedien, geleistet wird. Wie gesagt, es handelt sich nur um ein angerissenes Beispiel

Nochmal zur Beruhigung: Man darf zuhause ein Ersatzteil für seinen Staubsauger nachdrucken und muss dabei lediglich die Grenzen des Urheberrechts beachten. Man sollte sich allerdings tunlichst hüten, die kopierten Produkte irgendwann im Internet anzubieten. □



IoT-PLATTFORM

## IM CONTAINER IST ES SICHER

Die Plattform NetPI ist durch ihre vorinstallierte Software geschlossen konzipiert, um Sicherheitsvorkehrungen nicht erst im Industriebetrieb etablieren zu müssen. Mit dem integralen Bestandteil des NetPIs, der Software Docker, werden Applikationen in sogenannte Container gekapselt und laufen darin isoliert und sicher.

**TEXT:** Armin Beck, Hilscher **BILDER:** Hilscher; iStock, Peshkov

NetPI ist eine auf Raspberry-Pi-3-Architektur basierende Plattform zur Realisierung von Internet-of-Things und Industrie-4.0-Anwendungen in der Automatisierung. Neben der Originalschaltung des Pi 3 enthält das Einplatinendesign Hilschers Industrie-Netzwerkcontroller NetX. Mit seiner Multi-Protokollfähigkeit und der leistungsstarken Pi 3 CPU ermöglicht er den Anschluss an die gängigsten Industrie-Netzwerke. Hilscher entwickelte NetPI zusammen mit dem Distri-

butor Farnell Element14. Sie wurde speziell für den Industrie-einsatz konzipiert.

Zur besseren EMV-Verträglichkeit besteht die Leiterkarte verglichen zum Raspberry Pi 3 aus 8 anstatt aus 6 Lagen. Zudem steigert diese Maßnahme, zusammen mit der mehr als doppelt so großen Platine, entscheidend die Wärmeableitung. Bei einer CPU-Größe von gerade mal 14 mal 14 mm mit vier

Der NetPI beruht auf dem Raspberry Pi 3 und wurde für den Einsatz in der Industrie entwickelt.



integrierten Prozessoren kommt es ansonsten bei extremen CPU-Lasten zum Hitzestau. Die automatische Taktdrosselung der CPU verhindert ab einer Kerntemperatur von 80 °C ihren vorzeitigen Hitzetod. Ab 85 °C arbeitet sie nur noch mit 600MHz. NetPI wurde so dimensioniert, dass es bis zu einer Umgebungstemperatur von 50 °C trotz CPU-Volllast zu keinen Leistungseinbußen kommt. Das Metallgehäuse und ein wärmeabführender Kühlblock auf der CPU garantieren eine Kerntemperatur von unterhalb 80 °C. Zum Vergleich: Die CPU auf einem Pi 3 erreicht trotz eines Kühlkörpers im Kunststoffgehäuse bei gleicher Vollast bereits bei 24 °C Umgebungstemperatur die Schwelle von 80 °C. Bedenkt man, dass die Ausfallwahrscheinlichkeit von elektronischen Komponenten logarithmisch mit der Temperatur steigt, trägt die passive Kühlung der NetPI bedeutend zur Verlängerung der Lebensdauer der Hardware-Komponenten und zur Erhöhung der Zuverlässigkeit des Gerätes bei.

## 7-Tage Puffer

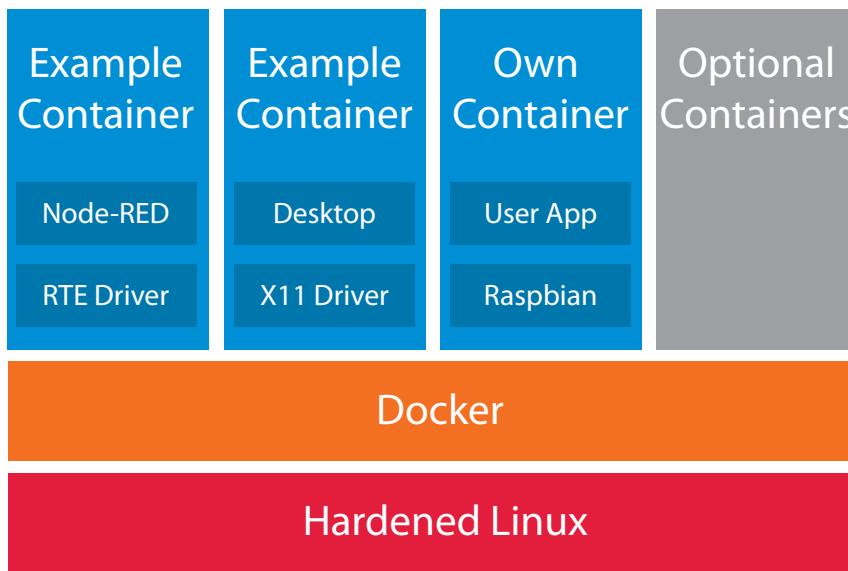
Ein nicht offen zugänglicher microSD-Kartensteckplatz enthält im NetPI das Speichermedium. Das Medium kann in Größe und Haltbarkeit flexibel gewählt oder für kundenspezifische Abwandlungen angepasst werden. Standardmäßig wird NetPI mit einer industriellen 8-GB-SD-Karte ausgeliefert, die im Vergleich zu konventionellen Karten eine 2- bis 3-fach höhere Schreibzyklen-Lebensdauer besitzt. Zudem liefert der Hersteller die Karten vorgetestet, mit markierten Bad-Blocks und garantierter fester BOM, was Kartenlieferungen aus immer dem gleichen Chip-Die zusichert.

Für Daten, die in hoher Frequenz und zuverlässig über lange Zeit nullspannungssicher geschrieben werden müssen, ist NetPI mit einem 8 kByte großen FRAM-Speicher ausgestattet. Dieser Speicher ist so schnell wie ein RAM und erlaubt anders als ein Flash-Speicher, eine nahezu unendliche Schreibzyklenanzahl. Das ist zum Beispiel wichtig für die Speicherung von Prozessdaten einer SPS in jedem Zyklus, um nach einem Stromausfall das letzte Ausgangsdatenabbild zurück zu lesen. Des Weiteren ist NetPI um eine Echtzeituhr (RTC) ergänzt. Sie wird mit einem wartungsfreien Super-Kondensator gepuffert und behält ihre Zeit beim Stromausfall mindestens 7 Tage und überbrückt so typische Stromabschaltungen von Anlagen übers Wochenende.

## Onboard WLAN

Der NetPI verfügt wie der Raspberry Pi 3 über eine Wireless/Bluetooth Antenne und ermöglicht drahtlose Datenübertragungen nach IEEE 802.11 a/b/g/n, beziehungsweise Bluetooth 4.1. Zur bestmöglichen Funkübertragung ist die Antenne allerdings anders als beim Pi 3 über einen Leiterkartensteg aus dem Gehäuse geführt und mit einem Kunststoffdome gegen äußere Einflüsse geschützt.

Die Antenne erspart dem Anwender den Kauf eines zusätzlichen USB-Wireless-Adapters, wie er beim Pi 2 oder dem jetzigen Pi 3 Compute-Module nötig ist. Typische Szenarien wie die Konfiguration oder Diagnose am laufenden Gerät vor dem Schaltschrank, wenn in der Regel der Ethernet-Port bereits belegt ist, können so ohne Aufwand realisiert werden.



Die Software Docker ist einer der wichtigsten Bestandteile des NetPi. Dank ihr können Anwendungen getrennt vom Host-Linux laufen. Das erhöht die Sicherheit des Geräts.

Anders als der Raspberry Pi 3 wird NetPI nicht mit dem offenen Linux-Betriebssystem Raspbian ausgeliefert. Stattdessen basiert seine Systemsoftware auf einem Yocto Custom-Linux (Kernel 4.4) mit AppArmor als Sicherheitsframework. Das ist die Grundlage um der IT-Sicherheitsnorm für Automations- und Steuerungssysteme IEC 62443 zu genügen. Sicheres Booten als Garant für Systemsoftware-Authentizität, Softwareerweiterungen und Update nur mittels signierten Installationspaketen, eine Benutzer- und Rechteverwaltung, deaktivierter SSH-Consolenzugriff, das Erreichen der Konfigurationsseiten über ausschließlich https gesicherte Verbindungen sind implementiert, um gegen Cyber-Bedrohungen wie Datenabgriff oder -manipulation zu bestehen.

### NetX für Profinet, EtherNet/IP

Der im NetPI verwendete Industrie-Netzwerkcontroller NetX 51 ist multi-protokollfähig. Er beherrscht Netzwerke wie Profinet, EtherNet/IP, EtherCAT, aber auch Feldbusse wie Profibus oder CAN und sogar IO-Link Master auf 8 Kanälen. Die Echtzeit-Ethernet Option ist beim NetPI über zwei zusätzliche Ethernet Ports realisiert. Weitere Optionen können flexibel mittels für das vierte Quartal geplanter Einsteckmodule über einen Slot am Boden des Gerätes hinzugefügt werden.

Die Kommunikation zwischen der CPU des Raspberry Pi 3 und dem NetX findet über den DMA geführten SPI-Hochgeschwindigkeitsbus mit 125 MHz statt. Dabei bildet der NetX-Treiber die gleichen API-Zugriffsfunktionen aus, wie man sie seit über 10 Jahren bei Hilschers NetX basierten RTE/Feldbus-PC-Karten CifX kennt. Eine Portierung von bereits programmierten Applikationen ist somit unproblematisch

möglich. Ein weiterer Vorteil im Sinne der IEC 62443 ist die physische Trennung des IT- vom OT-Netzwerks durch die beiden Chips. Lediglich der Softwaretreiber verbindet beide Welten und überlässt dem Anwender die Wahl der durchgeleiteten Daten.

### Jede Applikation läuft sicher

Die Software Docker ist integraler Bestandteil des NetPIs. Sie nutzt Virtualisierungsfunktionen eines Linux-Kernels, um Applikationen in sogenannten Containern zu kapseln und isoliert darin ablaufen zu lassen, ohne dabei das ausführende Host-Linux zu kompromittieren. Dadurch ist es möglich innerhalb NetPIs Yocto-Linux das Betriebssystem Raspbian in einem Container laufen zu lassen und gewohnt zu nutzen. Jeder Container besitzt seinen eigenen Namespace und ein eigenes virtuelles Laufwerk. Dadurch kann ein Container die Prozesse eines anderen weder sehen noch verändern. Ein Container kann einen eigenen Netzwerkstack besitzen und ein eigenes IP-Netzwerk ausprägen oder aber auch das Host-IP-Netzwerk nutzen.

Der Docker-Deamon besitzt Root-Rechte weswegen nur autorisierte Benutzer die im NetPI enthaltene Docker-Web-GUI nutzen sollten, um Container zu konfigurieren und zu starten. Mit Docker wird der ansonsten geschlossen konzipierte NetPI offen für Applikationserweiterungen wie ein Raspberry Pi 3, ist aber gleichzeitig gesichert. Docker-Softwareentwicklungen sind auf dem NetPI allerdings nicht möglich. Mit nur einem Befehl ist Docker aber auf dem offenen Raspberry Pi 3 installiert und macht ihn so zur Entwicklungsplattform für die Docker-Software des NetPIs.

Docker Hub ist ein Portal zur Verteilung von Docker-Software. Jeder kann über diese Webseite anderen durch privat, kommerziell oder öffentlich geführte sogenannte Repositories seine Software anbieten. Zur Verfügung gestellt wird diese in Form von Container-Images. Auch Hilscher führt für NetPI ein freies Repository.

Da die Anprogrammierung des NetX-Treibers Einarbeitungszeit benötigt oder man sie gar nicht erst durchführen möchte, bietet Hilscher als Applikationsbeispiel einen fertigen Feldbus-Knoten für den IoT-Verschaltungseditor Node-Red. Der Knoten lädt wahlweise das Protokoll Profinet oder EtherNet/IP und ermöglicht die flexible Konfiguration der E/A-Datenbreite am Netzwerk. Er kann inklusive einer kompletten Node-Red Installation als fertiges Image vom Repository in den NetPI geladen werden. Weitere Möglichkeiten sind eine Desktop-Oberfläche mit Firefox zur lokalen Nutzung des HDMI-Anschlusses mit Maus und Tastatur oder einfach nur das Raspbian OS eines Drittanbieters.

## Knoten weltweit

Der hohe Verbreitungsgrad des Node-Red, seine sichere Javascript-Basis und die sehr intuitiv benutzbare Web-Oberfläche sind für Hilscher Gründe die NetPI-Leistungen in Form von Node-Red Knoten anzubieten. Es gibt etwa auch für die Nutzung des FRAMs bereits einen Knoten. Node-Red besitzt die Eigenschaft Datenfluss-Vorgänge Menschen verständlich zu abstrahieren. Daten lassen sich in Sekunden auf einfache Weise mit beliebigen Daten anderer Quellen wie TCP/IP, OPC UA, MQTT und Email in einen Kontext bringen und verknüpfen.

Selbst die Raspberry-Organisation hat die Mächtigkeit von Node-Red erkannt und es zu einem integralen Bestandteil von Raspbian werden lassen. Auch namhafte Hersteller wie Microsoft und Amazon haben Node-Red für sich entdeckt und bieten Knoten an, die Verbindungen zu ihren Cloud-Lösungen herstellen. Das sind nur zwei Beispiele von insgesamt über 950 mittlerweile in der Community angebotenen Knoten. Sie zeigen, dass über Node-Red eine sehr hohe Konnektivität erreicht werden kann.

## Für Innovationsschmieden

NetPI richtet sich an Firmen mit moderner Entwicklungskultur, etwa solche die eng mit Universitäten und Studenten zusammenarbeiten. Man hat erkannt, dass gerade die jungen Maker frische Ideen ins Unternehmen bringen und die Innovationsstärke als Maß für den langfristigen Erfolg eines Unternehmens hochhalten.

Praktisch kennt heute jeder den Raspberry Pi und viele setzen ihn zuhause ein. Mit NetPI schwappt die Raspberry-Welle nun in die Industrie. Applikationen, die bereits für den Raspberry Pi 3 entwickelt wurden, können in wenigen Schritten in den Container gepackt und somit auf den NetPI gebracht werden. Wer nicht gleich den NetPI nutzen möchte, kann auch nahezu ohne Invest mit dem Raspberry Pi 3 für 40 Euro starten und macht zunächst Tauglichkeitsprüfungen einer Applikationsidee unter Docker. Diese können dann später für den industriellen Einsatz einfach in den NetPI geladen werden. NetPI trägt damit einschlägig dazu bei, den Gedanken nach Kreativität und Offenheit gerade im Hinblick auf Industrie-4.0-Applikationen zu fördern. □

# TRENDS

## TOOLS UND GERÄTE UM RASPBERRY PI & CO

Die Begeisterung für Bastelrechner ist ungebrochen. Dementsprechend groß ist auch die Auswahl an Zubehör für die Boards. Hinzu kommen immer öfter auch Geräte, die einen der Rechner als Grundlage nutzen. Einige der spannendsten Tools und Geräte haben wir hier versammelt.



Zubehör-Kit

### Der Pi als Desktop-PC

Das Pi Desktop ist ein Zubehör-Kit für den Raspberry Pi, das diesen in einen voll funktionsfähigen Linux-Desktop-PC verwandelt. Entwickelt wurde es von dem Distributor Farnell Element14. Zum Lieferumfang des Kits gehört eine Aufsteckplatine mit mSATA-Schnittstelle, ein intelligenter Leistungsregler und eine Echtzeituhr samt Akku. Der Pi Desktop lässt sich über eine HDMI-Schnittstelle an ein Display anschließen. Das Kit verfügt außerdem über einen bis zu 1 TB großen SSD-Speicher. Er sorgt für einen schnellen Startvorgang, da sich das System direkt über die SSD booten lässt.



Raspberry Pi 3

### IPC mit Touchscreen

Janz Tec hat einen Industrie-PC auf Basis des Raspberry Pi 3 herausgebracht. Der Emview-7/RPI3 beruht auf der Elektronik des Embedded-PCs EmPC-A/RPI. Sie wurde mit einem 7-Zoll-Display und einem stabilen Metallgehäuse kombiniert. Der Panel-PC bietet nach Herstellerangaben ausreichend Grafikperformance, um sich für kleinere Visualisierungen und Bedienstellen zu eignen. Alle Schnittstellen des Raspberry-Systems sind auf der Rückseite des Gerätes herausgeführt. Der PCAP-Touchscreen mit Glasoberfläche verfügt über eine Auflösung von 800 x 480 Pixel.



Arduino Evaluierungskit

### Sensor-Shield

Für Open-Source-Prototyping-Plattformen wie Arduino und mbed hat Rohm ein Evaluierungskit entwickelt, das sieben Sensoren aus dem Rohm-Sortiment unterstützt. Das Sensor-Shield EVK-001 besteht aus einem Open-Source-Erweiterungsboard mit Sockeln für verschiedene Sensorboards. Durch Verbinden des Sensor-Shields mit einer vorhandenen Open-Source-MCU-basierten Plattform wie Arduino Uno lässt sich Software zur Messung von Beschleunigung, Temperatur und anderen physikalischen Größen betreiben. Das Kit soll das Design von Sensoranwendungen erleichtern.



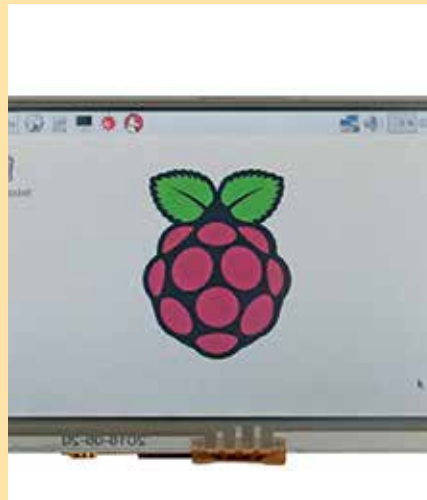
# COULT



Tool für den Pi

## Leichter Lötten

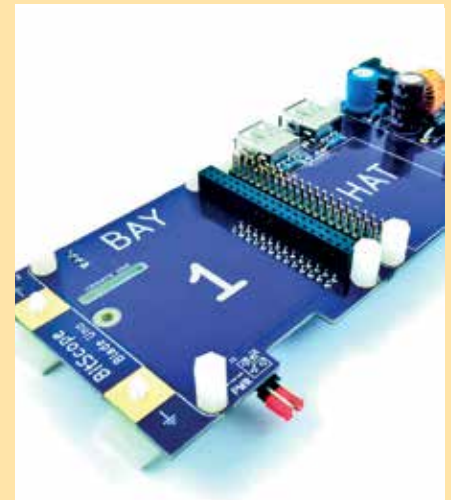
RS Components hat eine Lötplatine mit 40-Kontakten für den Raspberry Pi herausgebracht. Die 40 Lötkontakte passen exakt zu den 40 Pins des Bastelrechners. Die RS Pro genannte Platine ermöglicht das Lötten und Entlöten von elektronischen Komponenten, ohne direkt auf dem Raspberry Pi zu arbeiten. Die Bohrungen in der Lötplatine sind auf die Montagelöcher des Makerboards ausgerichtet. Dadurch kann sie mit Hilfe eines zusätzlichen Montagesatzes direkt unter dem Pi angebracht werden. Durch eine zentrale Öffnung in der Lötplatine lässt sich zudem ein Bandkabel durch die Platine führen.



Resistiver Touchscreen

## Display für den Pi

Das für den Raspberry Pi gedachte Displaymodul WF50BTIFGDHT des taiwanesischen Herstellers Winstar ist mit einem resistiven Touchscreen, einer Steuerplatine mit HDMI-Schnittstelle und einem 40-poligen Stecker ausgestattet. Das entspiegelte TFT-Display verfügt über eine WVGA-Auflösung von 800 x 480 Bildpunkten. Das ist für die meisten Softwareprogramme ausreichend, weshalb sich das Modul für viele portable oder Embedded-Applikationen eignet. Das für einen Betriebstemperaturbereich von 0 bis 70° C spezifizierte WF50BTIFGDHTX ist auch ohne resistiven Touchscreen verfügbar.



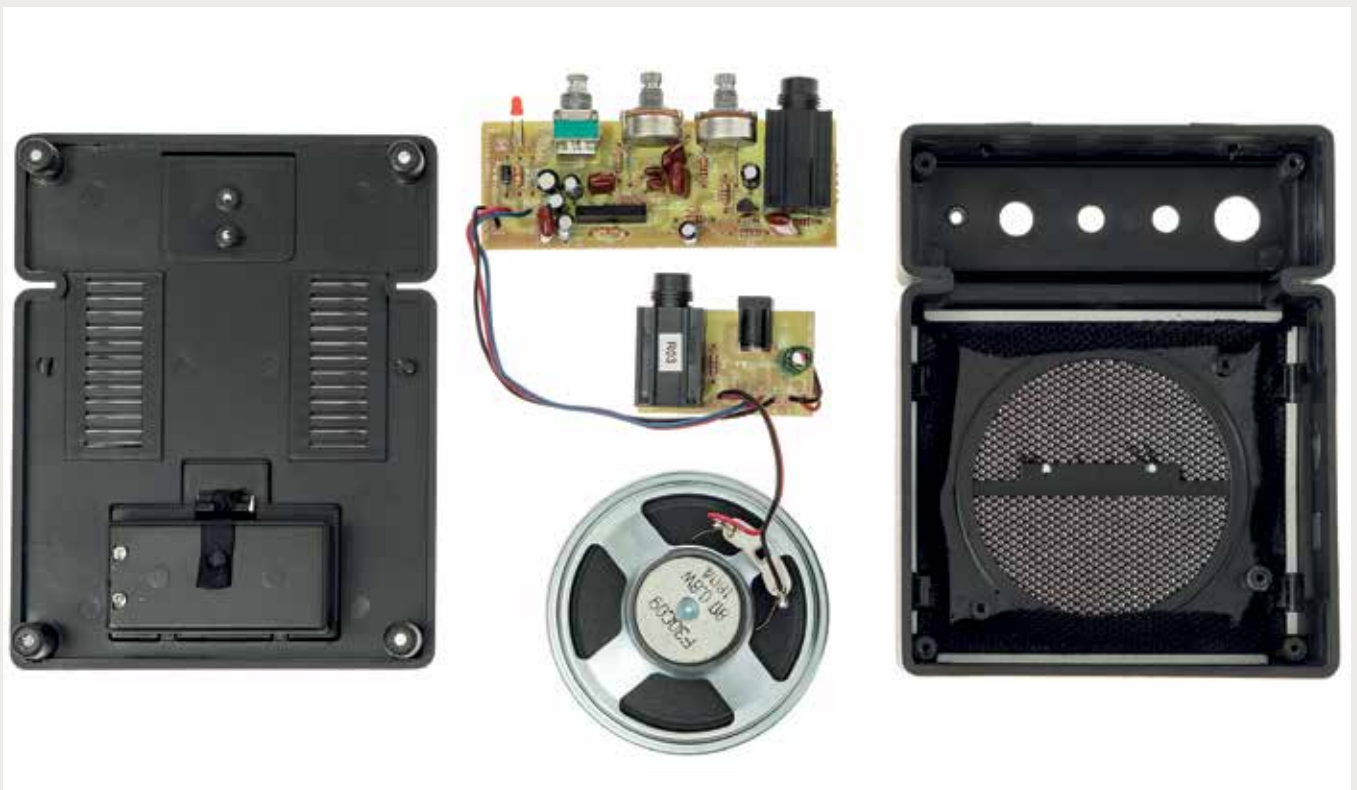
Montage-Platinen

## Pi leichter montieren

Mit den Montage-Platinen Blade Uno, Due und Quattro sollen sich Raspberry Pis leichter an Wände oder in Serverracks montieren lassen. Entwickelt wurden sie von dem australischen Unternehmen Bitscope. Die Platinen können je nach Modell entweder einen, zwei oder vier der Bastelrechner aufnehmen. Die eingesetzten Raspberry Pis werden jeweils über ihre GPIO-Schnittstelle mit Strom versorgt. Auch die Energie für weitere, über USB angeschlossene Geräte soll so zur Verfügung stehen. Gedacht sind die Platinen unter anderem für Server und Testumgebungen.

## AUFGESCHRAUBT: GÜRTEL-VERSTÄRKER

Der Sommer ist da. Und damit auch die Zeit zum draußen sein. Wer im Park oder am See Musik machen möchte, kann entweder rein akustisch spielen oder muss schweres Gerät mitschleppen. Abhilfe dafür schafft ein kleiner Verstärker für den Gürtel. Einfach umschnallen und los spielen. Gespeist wird der Verstärker von Batterie oder Netz und in seinem nur 14 cm x 11 cm x 6 cm großen Gehäuse lauert echter, voller Marshall-Sound. Das kleine Tonwunder ist durch seine geringen Abmessungen überall hin mitnehmbar und im typischen Marshall-Stil ein echter Hingucker.



In unserer Rubrik „Aufgeschraubt“ zeigen wir Ihnen Produkte aus dem Consumer-Bereich auf eine andere Art und Weise. Statt des Gehäuses schauen wir uns das Innenleben der Geräte an. Wenn Sie Ideen haben, was wir für Sie aufschrauben sollen, lassen Sie es uns einfach wissen ([eue.redaktion@publish-industry.net](mailto:eue.redaktion@publish-industry.net)).

Erscheinungstermin: 27.10.2017

# E&E KOMPENDIUM 2018



- 80 Elektronik-Experten
- mehr als 100 Elektronik-Anbieter
- 300 Seiten geballtes Wissen
- als gedruckte Ausgabe, E-Paper und online verfügbar

Seit über 10 Jahren ist das E&E KOMPENDIUM das jährliche Referenzbuch für Elektronik-Entwicklung. Technische und organisatorische Themen mit aktuell hoher Relevanz liefern detaillierte Hintergrundinformationen zu Entwicklungen und Trends und zeigen Lösungswege für typische Design- & Entwicklungsaufgaben.

Kontakt:  
Saskia Albert  
s.albert@publish-industry.net  
T.: +49/89/500383-50



Jetzt kostenfrei Leser werden.  
[www.publish-industry.net/abo](http://www.publish-industry.net/abo)



# Der Rahmen für Ihr Meisterwerk

## Elektronikgehäuse und Anschlussstechnik für Embedded Systems

Embedded Systems sind mehr als unsichtbare Mini-Computer. Sie sind digitale Meisterwerke der dezentralen Automatisierung. Ob für die intelligente Fabrik oder die Gebäudeautomatisierung – mit Anschlussstechnik und Elektronikgehäusen von Phoenix Contact schaffen Sie den Rahmen für Ihre Meisterwerke.

Mehr Informationen unter Telefon (0 52 35) 3-1 20 00 oder  
[phoenixcontact.de/embedded](http://phoenixcontact.de/embedded)

