



FASZINATION ELEKTRONIK

AUSGABE 6 | JUNI 2018 | 18. JAHRGANG | WWW.INDUSTR.COM

A photograph of several triangular slices of watermelon with red flesh and black seeds, arranged in a circular pattern on a light-colored surface.

MEHR ALS NUR STATISTIK

Data Analytics und Sensorik im Fokus

E&E-SPEZIAL

So kühlen Sie Elektronik
richtig [S. 35 - 49](#)

IGBTs

SiC und GaN in bestehende
Designs integrieren [S. 74](#)

VERNETZTE AUTOS

Sicherer und einfacher
dank Ethernet [S. 78](#)

Erscheinungstermin: 30. Oktober 2018

E&E KOMPENDIUM 2019

Manufaktur einzigartiger
Technologie-Magazine



- 50 Elektronik-Experten
- die wichtigsten Anbieter
- 200 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 hoher Relevanz liefern detaillierte Hintergrundinformationen zu Entwicklungen und Trends und zeigen Lösungswege für typische Design- & Entwicklungsaufgaben.

Ansprechpartner für Ihre werbliche Präsenz:
Saskia Albert
Director Sales E&E
s.albert@publish-industry.net
T.: +49.151.582119-18



Jetzt kostenfrei Leser werden.
www.publish-industry.net/abo



Skandale und die DSGVO

Datenerfassung und -analyse genießen im Moment keinen guten Ruf. Das hat vor allem zwei Gründe: den Skandal um das Analyseunternehmen Cambridge Analytica und die Datenschutzgrundverordnung der EU. Cambridge Analytica hatte in großem Stil persönliche Daten von mehr als 300.000 Facebooknutzern für die Wählerbeeinflussung im US-Wahlkampf verwendet. Bereits seit längerem ist bekannt, wie stark die großen Technikkonzerne, neben Facebook natürlich auch Google, Apple und Amazon, das Nutzerverhalten ihrer Kunden aufzeichnen und wie viele persönliche Informationen sie speichern. Der Skandal führt allerdings besonders gut vor Augen, dass sich mit diesen Daten eben nicht nur das Kaufverhalten von Personen beeinflussen, sondern auch deren Meinung steuern lässt.

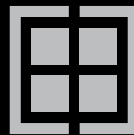
Anders sieht die Situation bei der Datenschutzgrundverordnung aus. Sie sollte eigentlich das Vertrauen in Datenerfassung und -auswertung stärken. Schließlich besteht ihr Ziel darin, Privatpersonen wieder mehr Kontrolle über ihre persönlichen Informationen zu geben; sie gegen die Sammelwut der Datenkraken aus dem Silicon Valley zu schützen. Bisher verunsichert die EU-DSGVO aber vor allem viele und schürt mit ihren hohen Strafen Ängste. Das wird sich in naher Zukunft sicher wieder geben, wenn der Umgang mit ihr erprobt ist. Im Moment schreckt sie aber eher vor der Speicherung und Nutzung von Daten ab.

Beide Beispiele zeigen, dass Datenanalyse vor allem im Konsumbereich verwendet wird. Die Industrie hat noch Nachholbedarf. Sie sollte sich von dem schlechten Ruf der Datenauswertung aber nicht abschrecken lassen. Schließlich geht es ihr nicht um die Verwendung von persönlichen Daten, sondern von Geräte- und Maschineninformationen. Wie sich diese nutzen lassen, erfahren Sie im Fokusthema dieser Ausgabe.

Ich wünsche Ihnen eine spannende Lektüre.

Florian Streifinger

Florian Streifinger, Managing Editor E&E



MACHEN SIE SICH EIN BILD VON UNS...



UND BESUCHEN UNS AUF DER...

- 
 26.06. – 28.06.2018
Sensor + Test
- 
 27.06. – 28.06.2018
IoT Tech Expo Europe
- 
 13.11. – 16.11.2018
electronica

Mehr Informationen zu Produkten und Karriereöglichkeiten unter www.rutronik.com

Committed to excellence

Consult | Components | Logistics | Quality

Auftakt

- 08 FOTOREPORTAGE
Stressresistente Fahrzeugelektronik
- 10 INTERVIEW MIT JOHANNES WINTER VON ACATECH
„KI ist noch weit weg davon, wie ein menschliches Gehirn zu funktionieren“
- 14 DIE WOLKEN VERBINDEN
Zentrale Cloud-Management-Plattform hilft bei der Vernetzung der Produktion
- 16 EUROPAKARTE
Gegenüber welchen europäischen Ländern die USA ein Handelsdefizit haben

Fokusthema

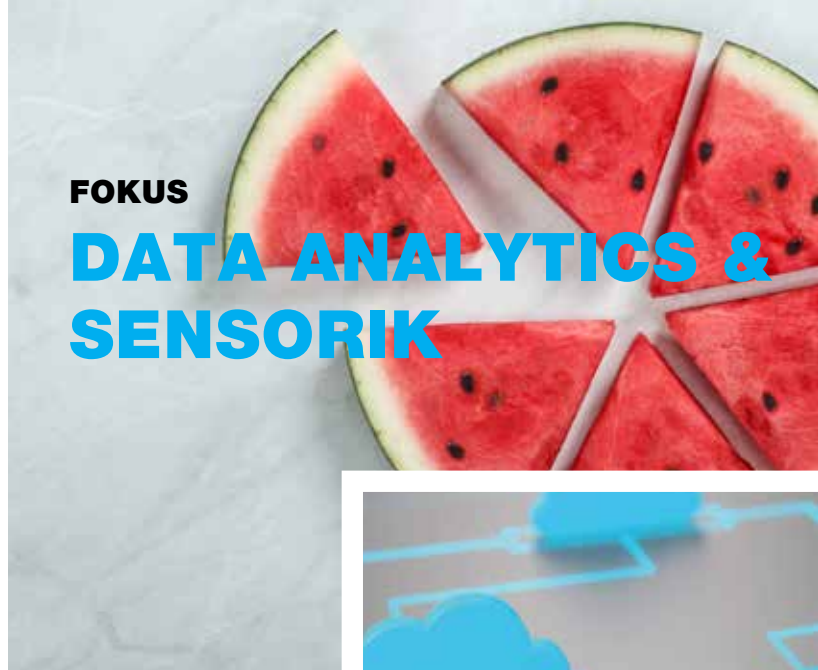
- 18 DATENANALYSE IN INDUSTRIE 4.0
Das Gold des digitalen Zeitalters
- 22 UMFRAGE
Ist die Industrie weit genug, um Vorteile aus Datenanalysen zu ziehen?
- 24 INTERVIEW MIT LARS NAGEL VON DER IDSA
„Firmen können Informationen austauschen und trotzdem Herr ihrer Daten bleiben“
- 28 METHODEN ZUR DATENANALYSE
Wie sich Data Analytics technisch umsetzen lässt
- 32 SENSOR+TEST: 9 NEUHEITEN
Aussteller- und Veranstalter-Highlights auf der Messe

Rubriken

- 03 Editorial
- 07 Ackermanns Seitenblicke
Karriereplanung auf neuen Wegen
- 77 Impressum & Firmenverzeichnis
- 82 Aufgeschraubt

FOKUS

DATA ANALYTICS & SENSORIK



14

MEHRERE CLOUDS ZENTRAL
MANAGEN



62

SPEICHER – SSDs
VERDRÄNGEN HARD DISKS





18

FOKUSTHEMA

MEHR AUS DATEN RAUSHOLEN



24

DATEN AUSTAUSCHEN, OHNE DIE
KONTROLLE ZU VERLIEREN



INHALT

ICT SUEDWERK
TIM Solutions & Services

Distribution & Dienstleistung

- 50 GNSS-POSITIONIERUNG FÜR DEN MASSENMARKT
Mit Satellitensystemen Gegenstände und Fahrzeuge präzise orten
- 54 INTERVIEW MIT STEFAN FUCHS VON CONRAD
„Der Distributor steckt praktisch in einer Sandwich-Position“

Embedded-Systeme & Mikrocontroller

- 58 ENTWICKLUNGSPLATTFORM
Kameras schneller und einfacher integrieren
- 62 SSD: SCHNELL, SICHER, DAUERHAFT
Flash bietet hohe Transferraten und Datensicherheit und verdrängt Hard Drives

Passive Bauelemente & Elektromechanik

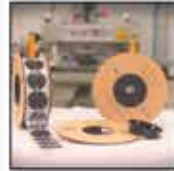
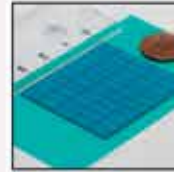
- 66 TIMING-KOMPONENTEN
Zuverlässigere Quarze durch Packaging-Technik

ALL YOU NEED TO MANAGE YOUR HEAT

ICT SUEDWERK
TIM SOLUTIONS
& SERVICES



INSPIRED · CUSTOMIZED · TIM SOLUTIONS



COOL BLEIBEN WENN'S
HEISS HERGEHT

IHRE TIM LÖSUNG IST NUR
EINEN KLICK ENTFERNT

www.ict-suedwerk.de

NET4TIM EuroSemi ZPW **NUCLETRON**
Technologies

ICT SUEDWERK GmbH

Bajuwarenring 12a
82041 Oberhaching
Germany

T +49 (0)89 21 23 102-0
F +49 (0)89 21 23 102-10
e Info@ict-suedwerk.de

INSPIRED CUSTOMIZED TIM SOLUTIONS



74



78

Stromversorgung & Leistungselektronik

- 70 DREIPHASEN-WECHSELRICHTER
Passende Subsysteme für SiC-MOSFETs entwerfen
- 74 SIC- UND GAN-IGBTS IM VERGLEICH
Wide-Bandgap-Halbleiter in bestehende Designs integrieren

Verbindungstechnik & Wireless

- 78 DEEP-PACKET-INSPECTION IN AUTOMOTIVE-NETZWERKEN
Sicheres Ethernet für das vernetzte Auto

Wärmeleitfolien **DETAKTA**



Unverstärkte Pad Typen
 SBC-7 violettgrau 7 W/mK
 SBC-5 grau 5 W/mK
 SBC-3 grau 3 W/mK
 SBC rosa 1,5 W/mK
 Weiche, gelartige Pads mit einer Shorehärte von 2 - 10° - beidseitig haftend
 Stärken 0,5 bis 5,0 mm



Glasgewebe Deckfolie Pads
 SB-V0-7 7 W/mK
 SB-V0-3 3 W/mK
 SB-V0YF 1,3 W/mK
 SB-V0 1,3 W/mK
 Glasgewebe Deckfolie und weiche, gelförmige Unterseite.
 Shorehärte 2 - 20°. Einseitig haftend bis klebend. Stärken 0,5 bis 5,0 mm



Silicon-Glasgewebe Folie
 SB-HIS-5 5 W/mK
 SB-HIS-4 4 W/mK
 SB-HIS-2 2 W/mK
 SB-HIS 1 W/mK
 Dünne glatte Folie, **auch einseitig haftend - ohne zusätzlichen Kleber.**

Hans-Böckler-Ring 19
 22851 Norderstedt
 Tel.: (040) 529 547 - 0

Fax: (040) 529 547 - 11
 E-Mail: info@detakta.de
 Web: www.detakta.de

E&E-Spezial: Elektronik kühlen ab Seite 35

- 36 WÄRMEMANAGEMENT
Lange Lebensdauer von elektronischen Bauteilen ermöglichen
- 40 TRENDS-COUT
Top-Produkte für die Entwärmung
- 42 KÜHLUNG FÜR LEDS
Vor- und Nachteile von thermischen Interface-Materialien
- 46 FIRMENPROFIL
Austerlitz Electronic
- 47 FIRMENPROFIL
CTX Thermal Solutions
- 48 FIRMENPROFIL
Fischer Elektronik
- 49 FIRMENPROFIL
ICT Suedwerk

ACKERMANN'S SEITENBLICKE

KARRIEREPLANUNG AUF NEUEN WEGEN

Der Arbeitsmarkt ist im Umbruch. Technik, Computer und Smartphones haben Arbeitsweise und -plätze tiefgreifend verändert. Arbeitszeiten und Aufgaben werden flexibler. Für Arbeitnehmer und -geber ist das aber nicht nur positiv, sondern schafft auch neue Herausforderungen.

In einem sich stetig ändernden Arbeitsumfeld Karriere zu machen, ist nicht per se einfach. Die Definition und das Verständnis des Karrierebegriffs hat sich in den letzten Jahren deutlich verändert. In grauer Vorzeit, also in den Anfangsjahren meines Berufslebens, war damit ausschließlich eine Bewegung „nach oben“, ein „Aufstieg“ in der Hierarchieleiter gemeint. Verbunden mit mehr Geld, mehr Verantwortung, eine höhere soziale Stellung und alles dokumentiert von dem wohlklingenden Titel auf der Visitenkarte.

Heutzutage, im Zeitalter der digitalen Transformation, von Digital Workplace und New Work, sowie am Übergang von der Industrie- zur Wissensgesellschaft, akzeptieren erfahrene HR-Experten jedoch neben Aufwärts- durchaus auch Seitwärts- oder freiwillige Abwärts-Karrieren im Lebenslauf. Diese entstammen häufig dem Wunsch nach höherer Flexibilität und Mobilität, um beispielsweise mehr Zeit für Familie und Kinder, aber auch für Hobbys und die Selbstfindung zu haben. Gleichwohl beharren bislang die meisten Firmen unbeirrt auf der 40-Stunden-Woche und der Präsenzpflcht.

Gleichzeitig entstehen aber ständig alternative Arbeitsmodelle. Oft verbunden mit kreativen Wortschöpfungen wie Fernanwesenheit, virtuelle Teams, Job-Sharing, partielles Home-Office, Swarming, Design Thinking oder Scrum. Bei ihnen sind die Grenzen zwischen Arbeit und Freizeit oft unscharf. Im Rahmen des „Work-Life-Blending“ schenken die Mitarbeiter den Unternehmen Privatzeit, ergo müssen sie auch Eigenzeit während der Arbeit erhalten. Die Vier-Tage-Woche hat sich vom Krisensignal zum bewusst gewählten Lebensentwurf gewandelt. Und eine Sechzig-Stunden-Woche ist womöglich nur die Vorleistung für ein Sabbatical.

Man kann sich vorstellen, dass die neue Freiheit und Flexibilität auch den Führungspersonen völlig neue Fähigkeiten abverlangt. Anfallende Arbeitsaufträge werden mehr und mehr über agile Projekte gesteuert. Die Leader müssen lernen, an- wie abwesende, anweisungsorientierte wie auch selbstorganisierte und angestellte Mitarbeiter wie auch Freelancer und Dienstleister zu führen und schnellstmöglich produktiv zu machen. Dazu braucht man Netzwerk-Organisatoren, Moderatoren und Katalysatoren, die mit dem damit verbundenen Macht- und Kontrollverlust souverän umgehen können.

Die Vorgaben der neuen Arbeitswelt sollten aber niemand daran hindern, sich konkrete berufliche Ziele zu setzen. Denn gerade Ziellosigkeit bremst, neben fehlendem Antrieb, fehlender Lernwilligkeit oder widrigen gesellschaftlichen Umständen, ein Weiterkommen im Berufsleben aus; egal in welche Richtung. Auch falsche Bescheidenheit, Selbstüberschätzung und schlechte Eigenvermarktung stehen dem beruflichen Weiterkommen im Wege.

Jeder Arbeitnehmer muss sich dabei ehrlich fragen, welche Punkte für und welche gegen ein Erreichen der gesetzten Ziele sprechen; wobei auch die Meinung Dritter mit in die Betrachtung einfließen sollte. Und notfalls sollte man einen Umstieg und die Suche nach einer neuen Herausforderung in Erwägung ziehen, nicht nur einen Job- sondern vielleicht sogar einen Berufswechsel. Forscher haben festgestellt, dass Optimisten im Grunde zwar immer heiter, Pessimisten immer miesepetrig bleiben, dass aber die Arbeitszufriedenheit nach einem freiwilligen Jobwechsel fast rauschartig für ein paar Jahre zunimmt. Bevor sie dann wieder aufs Normalniveau abfällt. Statt unzufrieden zu sein – wäre deshalb vielleicht ein Jobwechsel einen Versuch wert. □



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

STRESSRESISTENTE FAHRZEUGELEKTRONIK

Fahr- und Flugzeuge enthalten immer mehr Elektronik. Fortbewegung wird damit in Zukunft zwar intelligenter, aber auch anfälliger, etwa gegen elektrostatische Entladungen. Damit es dadurch nicht zu Ausfällen kommt, hat das Projekt Resist Konzepte erforscht, um besonders leistungsfähige mikro- und nanoelektronische Bauteile zuverlässig, robust und langlebig konstruieren zu können.

TEXT: Selina Doulah, E&E BILD: UK Fraunhofer IIS/EAS

Frühwarnsystem für Fahrzeugelektronik

Elektronische Baugruppen in künftigen Automobil- und Luftfahrtanwendungen sollen eine längere Lebensdauer und eine höhere Ausfallsicherheit bekommen. Dazu hat sich im Projekt Resist ein Team aus verschiedenen Unternehmen und Forschungseinrichtungen zusammengeschlossen, um einige Bauelemente zu verbessern. Dabei ist unter anderem eine Art Frühwarnsystem entstanden, bei dem ein Sensor die Funktion einer Schaltung laufend überwacht. „Drohendes Versagen durch Verschleiß kann so rechtzeitig erkannt und dem Fahrzeugführer oder Wartungsservice gemeldet werden“, erklärt Christoph Sohrmann, Projektleiter beim beteiligten Fraunhofer IIS/EAS.

Außerdem haben die Forscher robuste Bauelemente entwickelt, die Schaltungen vor elektrostatischen Entladungen schützen. Denn diese können zu einer verkürzten Lebensdauer der Elektronik führen. Durch diese Maßnahmen erreichte die Projektgruppe, dass Bauteile betriebsbedingte Belastungen im Fahrzeug besser überstehen als bisher und damit deutlich länger ausfallsicher funktionieren.

Die Gruppe hat zusätzlich einen ausfallsicheren Gleichspannungswandler gebaut, der auch beim Versagen von kritischen Teilkomponenten seiner Schaltung die Funktion aufrechterhält. Damit ermöglicht er den unterbrechungsfreien Weiterbetrieb der gesamten Elektronik und Sicherheitssysteme.



INTERVIEW MIT JOHANNES WINTER VON ACATECH ZU KÜNSTLICHER INTELLIGENZ

„Die KI ist noch weit weg davon, wie ein menschliches Gehirn zu funktionieren.“

In vielen Gebieten scheint künstliche Intelligenz herrschende Probleme lösen zu können. Gleichzeitig sind die Vorbehalte ihr gegenüber groß. Johannes Winter berät mit der in der wissenschaftlichen Akademie Acatech angesiedelten Plattform Lernende Systeme Politik und Wirtschaft rund um KI. Im Interview mit der E&E verrät er, welche Gefahren und Fortschritte durch KI entstehen und wozu sie bereits in der Lage ist.

INTERVIEW: Selina Doulah, E&EBILDER: iStock, alexialex; David Ausserhofer

„Die Systeme müssen mit den richtigen und möglichst vielfältigen Daten trainiert werden.“

Johannes Winter, Acatech



E&E: Werden durch den Einsatz von künstlicher Intelligenz (KI) zukünftig Arbeitsplätze vernichtet?

Johannes Winter: Nein. Durch die drei vorherigen industriellen Revolutionen sind immer mehr Arbeitsplätze entstanden als weggefallen. Ich bin sehr zuversichtlich, dass das beim Einsatz von KI genauso sein wird. Doch die Arbeit wird sich verändern, ebenso wie die Berufsbilder selbst: Zukünftig stehen kontinuierliches Lernen und selbständiges Arbeiten ebenso im Fokus wie die Zusammenarbeit mit lernenden, autonomen Systemen. Unternehmen müssen eine agile, flexibilitäts- und kreativitätsfördernde Arbeits- und Unternehmensorganisation vorantreiben und die Aus- und Weiterbildung der Mitarbeiter entsprechend anpassen sowie stärken. Natürlich werden auch Arbeitsplätze verschwinden. Es kommen aber neue hinzu, so dass sich die Gesamtbeschäftigung kaum verändern wird.

Welche neuen kommen denn hinzu?

Während Berufe rund um die Steuerung und Wartung von Maschinen und Anlagen an

Bedeutung verlieren werden, wird es Zuwächse in den IT-, Medien-, und Sozialberufen, im Dienstleistungsbereich und außerdem der Erziehung geben. Das ist das Ergebnis einer Studie des Instituts für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB), das die Beschäftigungsentwicklung im Kontext der Digitalisierung detailliert für das Jahr 2035 in Deutschland prognostiziert hat. Eine weitere Studie des Zentrums für europäische Wirtschaftsforschung (ZEW) bestätigt, dass kognitive Routine-Berufe durch analytische und interaktive Berufe ersetzt werden.

Wie sollte die KI eingesetzt werden und wie nicht?

KI kann vor allem ein Helfer sein, um die zahlreichen Herausforderungen des Lebens und in der Wirtschaft zu lösen. Sie kann den Menschen dienen. Natürlich kann es auch zu gesellschaftlich unerwünschten Entwicklungen kommen. Zum Beispiel könnten Algorithmen diskriminierende Entscheidungen treffen, die für die Nutzer nicht mehr nachvollziehbar sind. Es gab den Fall von algorithmusgestützten Entscheidungen über

Haftverlängerungen in den USA. Das Problem bestand darin, dass Menschen mit weißer Hautfarbe häufiger frühzeitig entlassen wurden, als Menschen mit schwarzer Hautfarbe. Der Algorithmus lieferte also kein diskriminierungsfreies Ergebnis. Hier muss die KI unbedingt reguliert werden.

Wie kann auf technischer Ebene verhindert werden, dass die KI ein diskriminierendes Ergebnis liefert?

Die Systeme müssen mit den richtigen und möglichst vielfältigen Daten trainiert werden. Und wir brauchen ethische Prinzipien für Programmierer, die Algorithmen schreiben. Die Entscheidung,

The advertisement is split into two main vertical sections. The left section has a blue background with the 'display' logo at the top, followed by the text '...since 1984'. Below this, the words 'LCD', 'LED', 'TOUCH', 'OLED', 'TFT', and 'KEYPADS' are stacked vertically in large, white, semi-transparent letters. At the bottom of this section is a circular logo for 'TUV SUD'. The right section has a black background and features three images: a cockatoo with colorful feathers, a row of four smartphones in different colors (blue, green, yellow, red), and a colorful frog. The text 'COLOUR UP' and 'YOUR LIFE' is written in large, white, bold letters between the images. At the bottom of the advertisement, the website 'www.display-elektronik.de' is displayed in white on a dark blue background. Below that, the company name and address are listed: 'Display Elektronik GmbH · Am Rauner Graben 15 · D-63667 Nidda', followed by the phone and fax numbers: 'Tel. 0 60 43 - 9 88 88 - 0 · Fax 0 60 43 - 9 88 88 - 11'.

wer aus der Haft früher entlassen werden darf und wer nicht, hat die KI aufgrund von Algorithmen getroffen. Die Algorithmen arbeiten mit riesigen Datensätzen, aus denen sie Muster herauslesen und Schlüsse ziehen. Doch diese Daten müssen auch die richtigen sein. Häufig reproduzieren Algorithmen Vorurteile, zum Nachteil von Straffälligen.

Was sind denn die richtigen Daten?

Nehmen wir ein anderes Beispiel: eine Unfallsituation mit dem Auto. Im Gegensatz zu Katzen- oder Hundebildern, die milliardenfach im Internet vorhanden sind, gibt es wenige von solchen Unfallsituationen. Eigentlich müsste maschinelles Lernen mit realen Daten durchgeführt werden. In diesem Fall stehen aber nicht genügend zur Verfügung. Deshalb müssen Entwickler stärker mit Simulation arbeiten, um am Ende

eine vernünftige Datenbasis für das Training zu haben. Die Programmierer simulieren etwa, wie ein Kind auf die Straße laufen könnte, dem das Auto ausweichen muss. Sie modellieren Fallbeispiele und

„Was der KI fehlt, ist ein Bewusstsein.“

Johannes Winter, Acatech

trainieren damit die KI. Auf diese Weise können die Daten aus verschiedenen Sensoren, wie Funk, Radar und Infrarotkameras, mit möglichen Szenarien verknüpft und eine Unfallsituation bestmöglich antizipiert werden. Das ist ein Beispiel, wie die lernenden Systeme trotz vermeintlich fehlender Daten trainiert werden können.

Wir haben über algorithmusbasierte Entscheidungen über Häftlinge, autonomes Fahren und Sprachassistenten

gesprochen. Welche Vorteile kann die Industrie durch KI gewinnen?

Zum einen gibt es den großen Trend zur Automatisierung und Autonomisierung der Produktionsabläufe. Zum an-

deren werden Unternehmen durch künstliche Intelligenz produktiver. Sie können einfacher planen, werden wandlungsfähiger und flexibler. Ein weiterer Punkt sind Geschäftsmodell-Innovationen: Hersteller können ganz neue Leistungsversprechen geben. Ein aktuelles Beispiel aus dem Handel zeigt das sehr gut. Amazon Fresh bietet jetzt Erdbeeren mit einer garantierten Haltbarkeit an, also gehören dort nun braune Stellen der Vergangenheit an. Um diese Garantie zu gewährleisten, werden Methoden der künstlichen Intelligenz genutzt. Dabei kommen Infrarotkameras zum Einsatz, die mit Hilfe eines Algorithmus das Produkt auf braune Stellen untersuchen. Das Ergebnis ist ein perfektes Produkt, das mit den früher eingesetzten Stichproben nicht möglich war. Dabei gab es noch immer eine zehn- bis zwanzigprozentige Fehlerquote.

Und wie sieht es in den Produktionshallen aus?

In der Fabrik selbst wird es so sein, dass die Roboter aus dem Käfig kommen. Derzeit arbeiten sie noch hinter Gittern, um die Arbeiter vor ihnen zu schützen. Künftig arbeiten Roboter und Mensch Hand in Hand in hybriden Teams zusammen. Roboter werden die Menschen zum Beispiel bei Überkopf-Arbeiten oder Unterboden-Montagen entlasten. Außerdem helfen sie dabei, den Wertschöpfungsprozess effizient und für den Menschen körperlich schonend bewältigen zu können.

Welche Anwendungsbeispiele gibt es noch?

Wir können durch den Einsatz von KI Lösungen für wichtige, gesellschaftliche Herausforderungen, wie gesellschaftliche Teilhabe, Sicherheit oder Nachhaltigkeit anbieten. Denkbar sind zum Beispiel ein emissionsfreies Fahrzeug oder die Verhinderung eines Staus. Heute verbrauchen die Verkehrsträger immense Mengen an Energie und Ressourcen und die Reisenden verlieren sehr viel Zeit in Staus. Durch Vernetzung, Elektrifizierung und Automatisierung wird es einen effizienteren, intelligenteren Verkehrsstrom geben. Das kommt uns allen zugute. Damit werden auch perspektivisch die Diskussionen um ein Fahrverbot zurückgehen.

PLATTFORM LERNENDE SYSTEME

Die Plattform Lernende Systeme will „Lernende Systeme im Sinne eines guten, gerechten und verantwortungsvollen gesellschaftlichen Zusammenlebens gestalten und den gesellschaftlichen Dialog zum Thema Künstliche Intelligenz fördern.“ Dazu gibt sie der Politik Handlungsempfehlungen im Hinblick auf künstliche Intelligenz an die Hand. Sie bezieht auch Arbeitnehmer- und Arbeitgeberverbände, wie Verdi und die IG Metall, unabhängige Patientenvertretungen und Verbraucherschutzorganisationen aktiv in ihre Arbeit ein.

Interessant ist auch die Frage, was aus uns in einer zunehmend alternden Gesellschaft wird. Dafür verbessern Forscher die Diagnostik und Therapie im Gesundheitswesen mit Hilfe der künstlichen Intelligenz, wie etwa Watson, den IBM in der Krebsforschung einsetzt.

Auch im Hardware-Bereich werden viele kleine Helfer das Leben im Haushalt und damit auch im Alter einfacher machen. Natürlich ist die KI kein universeller Heilsbringer und kann nicht alle Probleme der

Gesellschaft lösen. Herausforderungen wird es weiterhin geben.

Was kann KI nicht?

KI versucht, die menschliche Intelligenz nachzubilden. Was ihr jedoch fehlt, ist ein Bewusstsein. Sie weiß nicht, weshalb sie etwas gerade tut, also was der übergeordnete Zweck davon ist. Programmierer können künstliche Intelligenz zwar trainieren, mit großen und vielfältigen Trainingsdaten oder Simulationen. Die KI lernt dabei aber

nur, Muster zu erkennen und wird dadurch sukzessiv besser. Sie kann dann auf einem Bild einen Hund von einer Katze unterscheiden oder ein Haus von einem Auto. Doch sie weiß eben nicht, weshalb sie das tut.

Also ist KI derzeit nur Mustererkennung?

Ja, aber das greift zu kurz. Richtig ist, dass es sehr große Erfolge in der Mustererkennung und der Vorhersage gibt. Die künstliche Intelligenz ist kein neues Phänomen.

An ihr wird bereits seit vielen Jahren geforscht. Inzwischen gibt es aber die notwendige Speicherleistung, die Netze (und Vernetzung) und die Rechenleistung, um die riesigen Datenmengen nutzbar zu machen und künstliche Intelligenz dadurch in die Anwendung zu bringen.

Richtig ist auch: Die KI ist im Grunde noch weit entfernt davon, wie ein menschliches Gehirn zu funktionieren. Es bleibt vorerst lediglich bei dem Versuch, menschliche Intelligenz nachzubilden. □

create:electronics

NEU LEITERPLATTEN
8-Stunden-Service

NEU FRONTPLATTEN
in 1 AT*

NEU BESTÜCKUNG
in 2 AT*

NEU 3D-DRUCK
in 4 AT*

SCHABLONEN

3D-MID

RFID

eSTORE

* AT = Lieferzeit in Arbeitstagen

WENN WOLKEN MITEINANDER REDEN

Effizientes Cloud-Management

Zunehmend verlagern Fertigungsunternehmen IoT-Lösungen, Monitoring und Datenanalysen in diverse Clouds. Schnell kommt es zu einer Multi-Cloud-Lösung und der administrative Aufwand steigt. Nur eine zentrale Cloud-Management-Plattform kann die Vernetzung in der Produktion auf ein neues Niveau heben – vorausgesetzt sie ist in einen umfassenden Security-Ansatz eingebettet.

TEXT: Jürgen Hahnraht, Cisco BILD: iStock, D3Damon

Cloud first, auch in der Industrie: Analysten erwarten, dass in Deutschland der Markt für IoT-Anwendungen stärker wachsen wird als klassisches Hosting. Ein Grund für diese Entwicklung sind immer neue Lösungen, die auf den Markt kommen. Ein Beispiel ist die Lösung Google Cloud IoT Core. Hier handelt es sich um einen vollständig verwalteten Service zur Vernetzung, Verwaltung und Analyse von Daten auf IoT-Geräten über die Google Cloud Platform. Mit Hilfe solcher und ähnlicher Lösungen wird die Cloud auch für diversifizierte Produktionsumgebungen interessanter. Denn sie bedienen zwei der Hauptfragen zur Cloud im Zusammenhang mit IoT: Wie lässt sich ein echter Nutzen aus der Cloud im IoT-Umfeld ziehen? Und wie kann man die Technik so implementieren, dass sie auch einfach zu bedienen und gleichzeitig sicher ist?

Multi-Cloud-Szenarios in der Produktion

Betrachtet man lediglich die Einführung von Cloud-Anwendungen, ist die reine Migration der Lösungen heute aufgrund zahlreicher bereitstehender Services und Technologien kein großes Problem mehr. Clouds verschiedener Anbieter lassen sich kombinieren und gebündelt nutzen – Stichwort Multi-Cloud. Damit können Unternehmen die jeweiligen Vorteile der Plattformen miteinander kombinieren.

Doch gerade dies erhöht die Komplexität des Managements für die IT-Verantwortlichen – gerade innerhalb komplexer

Produktionsanlagen mit zahlreichen Devices. Denn während sich Einzellösungen vergleichsweise einfach verwalten lassen, stellt jeder Cloud-Anbieter seine eigene Oberfläche bereit. Dadurch entsteht bei der Multi-Cloud mehrfacher Aufwand. Zudem gehen dann Überblick und Transparenz schnell verloren. Daher sollten Unternehmen eine integrierte Cloud-Management-Plattform einführen, die eine Oberfläche für alle eingesetzten Cloud-Dienste bietet.

Lösung: umfassende Management-Plattform

Mit einer Cloud-Management-Plattform lassen sich über wenige Befehle Konfiguration, Skalierung und Rechteverwaltung zentral steuern. So wird kein System mehr übersehen und Richtlinien, etwa im Bereich IT-Sicherheit, sind wirklich unternehmensweit umgesetzt. Wenn zudem Daten über alle Unternehmensplattformen hinweg miteinander verknüpft werden können, entsteht ein weiterer großer Vorteil: ein zentraler Datenpool.

Eine solche Lösung bietet zum Beispiel Cisco Kinetic. Kinetic verwaltet dabei nicht nur Verbindungen und Konnektivität aller IoT-Geräte, sondern auch die Regeln und Datenpfade, über die Informationen verarbeitet, übertragen und übersetzt werden. Dabei werden Edge, Datacenter und Cloud-Instanzen mit einbezogen. Unternehmen profitieren dadurch von einer stärkeren Kontrolle mit praktisch nutzbaren Erkenntnissen,

verbessertem Kostenmanagement, hoher Service-Verfügbarkeit und einer schnelleren Markteinführung von Produkten und haben die Kontrolle über die Daten und Informationen aus dem IoT, auch über mehrere Cloud-Dienste hinweg.

Ein entscheidendes Kriterium sollte im Zusammenhang der vereinfachten Cloud-Nutzung aber immer auch die IT-Sicherheit sein. Denn durch die umfassende Vernetzung von IoT-Geräten und -Prozessen – auch über Unternehmensgrenzen hinweg – können diese für Cyberkriminelle zum Einfallstor werden. Der aktuelle Cisco Annual Cybersecurity Report 2018 bestätigt, dass Supply-Chain- und IoT-Angriffe 2018 ganz oben auf der Liste der Angriffsziele für Cyberangriffe stehen. Auch im IoT-Umfeld braucht es daher entsprechende Vorkehrungen zur umfassenden IT-Sicherheit.

Ganzheitlicher Security-Ansatz

Cisco Kinetic nutzt beispielsweise Sicherheitsmaßnahmen über mehrere Ebenen und verhindert damit unautorisierten Zugang auf IoT-Geräte, Kundendaten und Backend-Systeme. Dazu gehören zuverlässige Kontrollen für Geräte- und Nutzer-Authentifizierung sowie Betrugserkennung. Zudem schützen automatisiertes Monitoring und Sicherheits-Richtlinien vor unbefugter Nutzung und externen Bedrohungen. Aber auch hier gilt: Einzellösungen alleine können nicht alle Anforderungen erfüllen. Solche Management-Plattformen sind mit

einem ganzheitlichen Security-Ansatz zu ergänzen – auch in der Cloud. Dazu sollten Unternehmen erfahrene Partner einbinden, die bei Konzipierung, Einführung und Management helfen.

Aufgrund der ständig neuen Bedrohungen und der explodierenden Datenmenge im Zuge des IoT können Menschen alleine jedoch nicht mehr für Sicherheit sorgen. Daher sind in Zukunft immer häufiger Lösungen mit Künstlicher Intelligenz (KI) und Machine Learning (ML) einzusetzen, die – vom Edge Device bis zum Core des Netzwerks – sowohl die Absicherung als auch das Management der Systeme unterstützen. Damit steigern sie in beiden Bereichen die Effizienz. So nutzen schon heute 39 Prozent der Unternehmen Automatisierungslösungen, 34 Prozent ML- und 32 Prozent KI-Systeme, um Angriffe schneller zu erkennen und die Sicherheit zu verbessern. Auch das geht aus dem Cisco Annual Cybersecurity Report 2018 hervor.

Unternehmen benötigen zur Digitalisierung ihrer Produktionsumgebungen also eine zukunftsorientierte Strategie, starke Partner und eine zukunftsgerichtete Infrastruktur. Die Cloud bietet auf technischer Ebene dafür gute Voraussetzungen und kann mithilfe einer Cloud-Management-Plattform Prozesse entscheidend erleichtern – und zusammen mit einem passenden Security-Ansatz selbige auch gegen Angriffe absichern. □

US-Handelsdefizit

Donald Trump streitet mit der halben Welt über deren Handelsbeziehung zu den USA. Ein besonderer Dorn im Auge ist ihm das Außenhandelsdefizit der USA. Mit Gesamteuropa betrug es im ersten Quartal 2018 etwa 44 Milliarden US-Dollar. Davon entfallen 38 Milliarden auf die Europäische Union (EU). Wie hoch das Defizit mit einigen europäischen Ländern ist, zeigt unsere Karte.

Irland

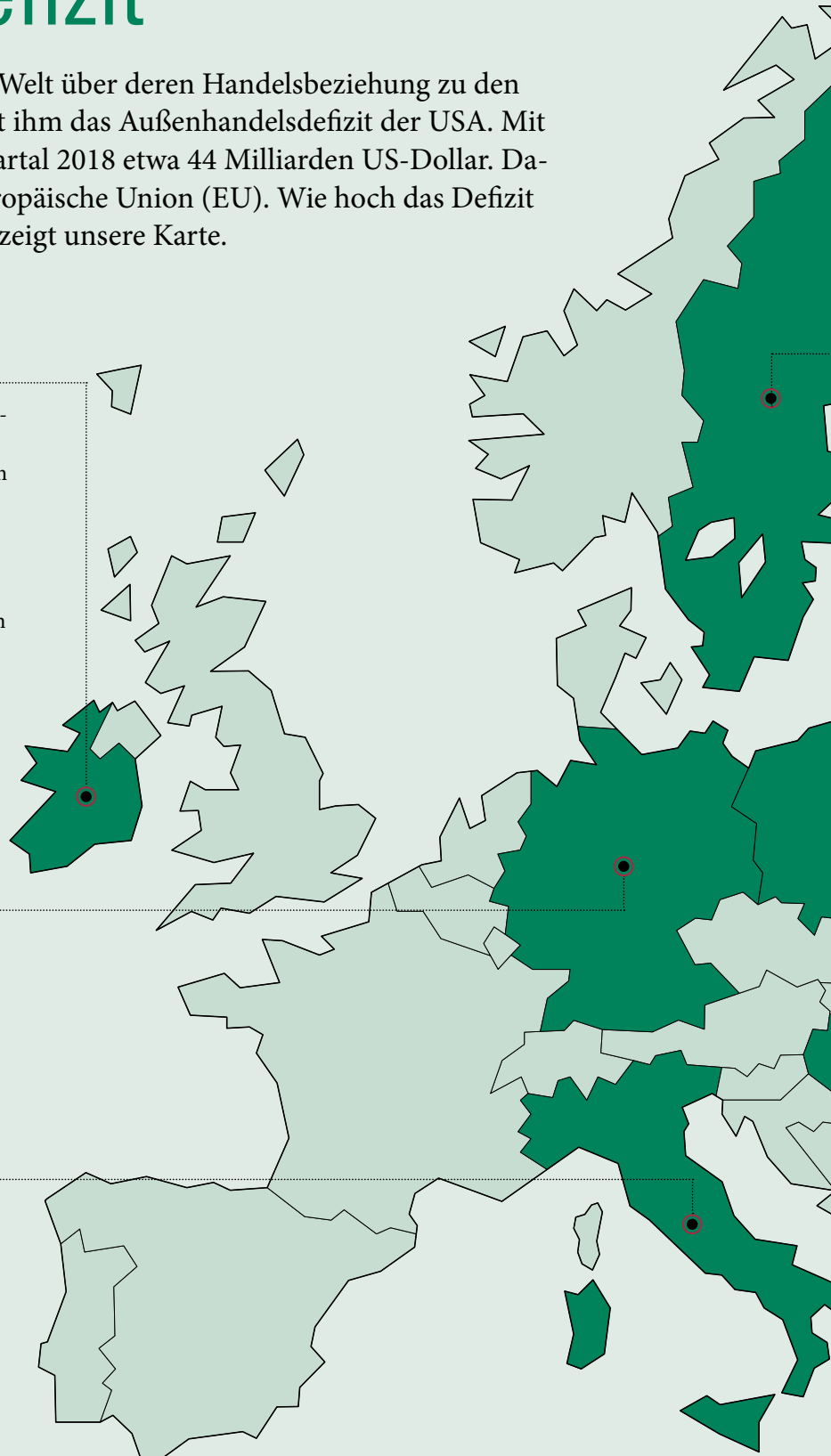
Im ersten Quartal dieses Jahres hatte die Republik Irland einen Handelsüberschuss von 11,2 Milliarden US-Dollar gegenüber den USA. Gegenüber dem benachbarten Großbritannien (UK) verzeichneten die USA hingegen im gleichen Zeitraum einen Überschuss von 2,5 Milliarden US-Dollar.

Deutschland

Deutschland ist mit fast 16 Milliarden US-Dollar Warenhandelsüberschuss gegenüber den USA die europäische Exportmacht. Dennoch glaubt der Chef des Deutschen Instituts für Wirtschaftsforschung (DIW), Marcel Fratzscher, seien durch die Abschaffung der Ausnahmeregelungen für die Aluminium- und Stahlzölle Zehntausende Arbeitsplätze in Gefahr.

Italien

Gegenüber Italien hatten die USA ein Handelsdefizit von 7,3 Milliarden US-Dollar. Im Elektronikbereich sieht es allerdings anders aus. Im März importierte Italien für 21 Millionen Dollar elektronische Waren wie Schaltungen, mehrlagige Leiterplatten oder oberflächenmontierte Bauteile aus den USA. Das sind 10 Millionen mehr, als sie im gleichen Zeitraum in die USA versandten.



Amerikanischer Außenhandel

Im gesamten Jahr 2017 hatten die USA ein weltweites Handelsdefizit von 566 Milliarden US-Dollar. Das sind 2,9 Prozent der amerikanischen Wirtschaftsleistung. So hoch war es zuletzt 2008. Auf die EU entfielen davon 151 Milliarden US-Dollar. Zu Beginn 2018 verschlechterte sich die Bilanz erneut: Das Defizit stieg beispielsweise von Februar auf März um 100 Millionen Dollar.



Schweden

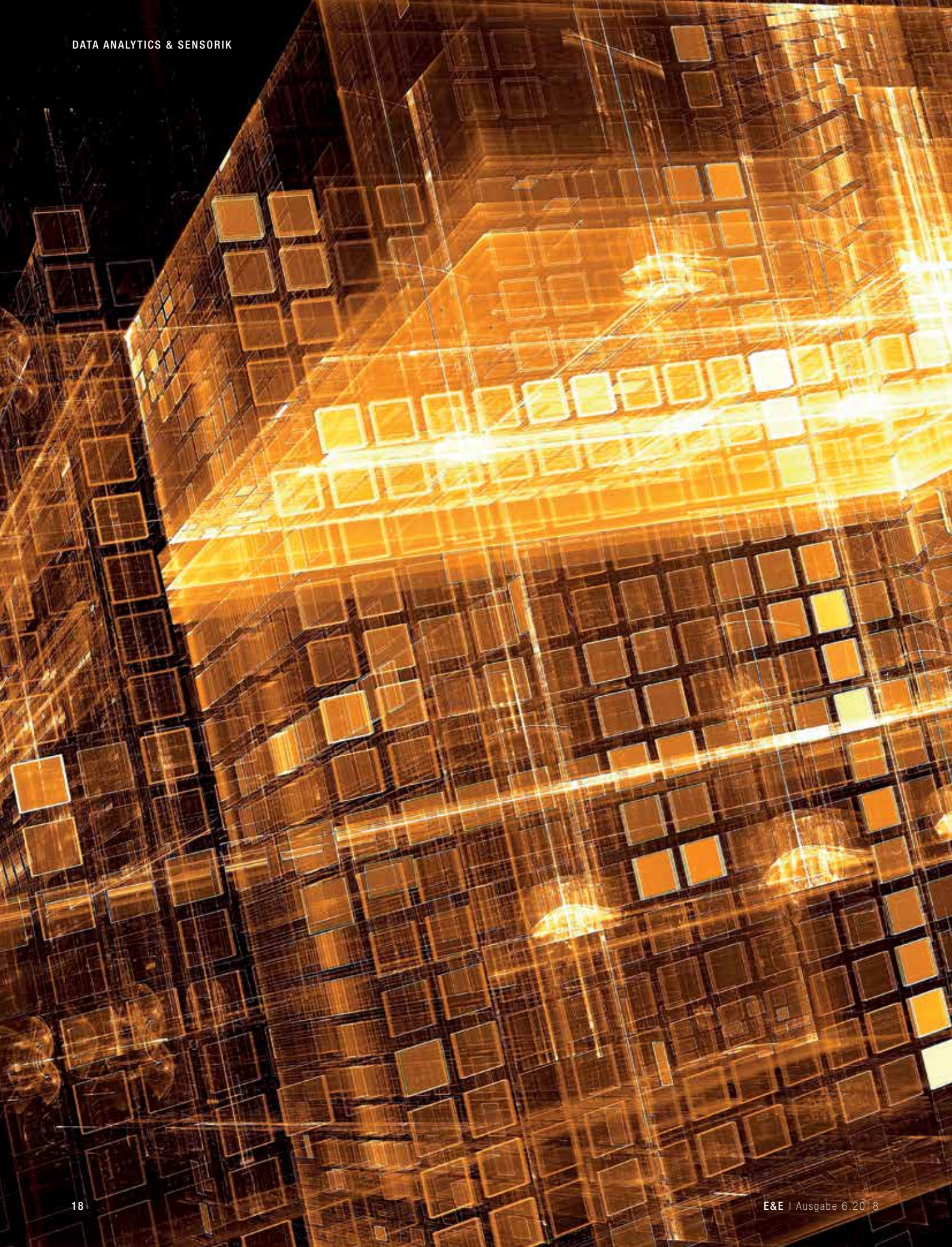
Betrachtet man den Norden Europas, sticht Schweden mit 1,8 Milliarden US-Dollar Handelsüberschuss zu den USA heraus. Der schwedische IT-Verband (IT-Föreningen) gibt an, dass derzeit das Software- und IT-Dienstleistungsgeschäft besonders stark wächst. Schweden gehört zu den führenden Nationen in den Bereichen IT und Biomedizin und ist deshalb stark abhängig vom internationalen Handel.

Polen

Aus Polen haben die USA Handelswaren im Wert von 1,9 Milliarden US-Dollar importiert, jedoch nur fast 1,4 Milliarden dorthin exportiert. Es entstand somit ein Defizit von 500 Millionen US-Dollar. Der im Juli 2017 beschlossene Waffendeal könnte diesen Wert allerdings verändern. Polen kauft laut dem polnischen Verteidigungsministerium bis 2022 Waffensysteme aus den USA im Gesamtwert von 4,7 Milliarden US-Dollar, umgerechnet 3,8 Milliarden Euro.

Ungarn

Das Handelsdefizit der USA mit Ungarn summiert sich auf 805 Millionen US-Dollar. Da die Exporte Ungarns einen sehr großen Teil des Bruttoinlandsproduktes ausmachen, wäre das Land von einem eskalierenden Handelsstreit zwischen den USA und der EU besonders betroffen.





Datenanalyse für Industrie 4.0

GOLD DES DIGITALEN ZEITALTERS

Die digitale Transformation gewinnt an Fahrt. Die Datenmenge, die Unternehmen zur Verfügung steht, wächst stetig. Noch ist es schwierig, diese Goldmine zu nutzen. Bei vielen Unternehmen, besonders im Mittelstand, herrscht diesbezüglich noch Nachholbedarf.

TEXT: Ragna Iser, E&E BILDER: iStock, Olga Salt, Metamorworks

Die weltweite Datenmenge soll bis 2025 auf 163 Zettabyte steigen - das wäre das Zehnfache im Vergleich zu 2016. Das sagt eine Prognose des Marktforschungsunternehmens International Data Corporation (IDC) voraus, 2017 im Whitepaper „Data Age 2025“, veröffentlicht. Bisher stellte die größte Quelle der weltweit generierten Daten der Endverbraucher dar. 2025 sollen hingegen 60 Prozent der globalen Datenmenge von Unternehmen erzeugt werden. Die Studie zeigt: Die Big-Data-Ära ist im vollen Gange. Aus diesem Grund wird von Daten als dem Rohstoffe der Zukunft gesprochen. Auch große Industrieunternehmen sehen das so. BASF-Vorstandschef Martin Brudermüller sagte etwa 2017, damals noch als Vize-Vorstandschef: „Wir sitzen auf einer wahren Goldmine und wissen nicht einmal, wie viel Gold drin ist.“

Doch wie diese Goldmine nutzen? Das Schlagwort lautet Data Analytics. Auf Basis von Daten lassen sich mit Hilfe intelligenter Software relevante Sachverhalte herausarbeiten und Vorhersagen treffen. Als Ergebnis davon steigt die Effizienz und neue Geschäftsfelder entstehen. Maschinen- und Anlagenbetreiber können beispielsweise bereits pro aktiv agieren, bevor Fehler in ihren Geräten und Produktionsstätten entsteht und dadurch ungeplante Anlagenstillstände vermeiden. Datenanalyse bietet aber auch Empfehlungen zur Entscheidungsfindung.

Trotz dieser vielversprechenden Aussichten kommt Data Analytics in der Realität bisher noch recht wenig zum Einsatz. 2015 kam die Universität Potsdam in Zusammenarbeit mit dem Softwarehersteller SAS in ihrer Studie „Wettbewerbs-



Datenanalyse betrifft nicht nur die Industrie: In der Vision der Smart City geben Sensoren unter anderem Auskunft über den Füllstand von Mülleimern und den Lärmpegel an ausgesuchten Punkten.

faktor Analytics“ zu dem Ergebnis, dass 90 Prozent der Industrieunternehmen in Deutschland, Österreich und der Schweiz weniger als die Hälfte ihrer Daten nutzen. 34 Prozent der befragten Unternehmen würden analytische Systeme in der Produktion nutzen, 40 Prozent in der Logistik. Im Qualitätsmanagement sind es nur 20 Prozent. Die internen Strukturen vieler Unternehmen, vor allem im Mittelstand, sind der Studie zufolge noch nicht für das riesige Potenzial von Big Data bereit.

Analyse nicht ohne Sensoren

Ohne die richtigen Sensoren sind alle übergeordneten Systeme zur Datenanalyse blind. Sie bilden die Schnittstelle zwischen digitaler und realer Welt. Für die Datenverarbeitung und Bereitstellung gibt es verschiedene Möglichkeiten: Die Informationen können direkt im Sensorgehäuse verarbeitet und angezeigt werden, als zweite Möglichkeit stehen

externe Auswertemodule und Anlagensteuerungen zur Verfügung. Außerdem können Daten in einer Cloud analysiert werden.

Geeignete Sensoren sind allerdings teuer. Der Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA) hat deshalb dieses Jahr einen Leitfaden Sensorik für Industrie 4.0 herausgegeben. Auch das Fraunhofer-Institut IIS weiß um die Problematik. Schwierigkeiten hätten dabei vor allem kleine und mittelgroße Unternehmen. Gemeinsam mit anderen Fraunhofer-Instituten sowie dem Halbleiterhersteller Globalfoundries arbeitet es deshalb an dem Projekt „Universelle Sensor-Plattform“ (USEP). 2019 soll der Prototyp eines Sensorknotens fertig sein. Das Paket umfasst einen System-on-Chip (SoC), verschiedene Sensoren unterschiedlicher Hersteller, eine Energieversorgung, ein Radio Interface und drahtgebundene Schnittstellen, also eine Kommunikationstechnologie, die draht-

los oder über Kabel mit der Außenwelt kommuniziert.

Aber selbst der beste Sensor bringt keine Fortschritte, wenn die Daten nicht ausgewertet werden. Analysesoftware gibt es verschiedene auf dem Markt. Ein Beispiel ist Anominer von Knowtion, ein Ingenieur- und Softwaredienstleister. Der Cloud-Dienst wurde zusammen mit dem Karlsruher Institut für Technologie (KIT) entwickelt und erkennt zeitliche Veränderungen und Abweichungen vom Normverhalten.

Analytic-Tools aus der Cloud können den Einstieg in die Datenanalyse erleichtern. Microsoft Azure ist eine der großen Cloud-Computing-Plattformen neben Amazon Web Services (AWS) und Google Cloud Platform. Zusammen mit Nvidia macht Microsoft zudem Ressourcen für KI-Anwendungen über die Cloud verfügbar. Nutzer können auf HGX-1-Chassis mit acht Hochleistungs-Grafikprozessoren der Reihe Pascal 100 von Nvidia zugreifen.

Analytics „on the edge“

Viele Unternehmen betrachten die Cloud jedoch mit Skepsis. Sie fürchten um die Sicherheit ihrer Daten. Auch für Einsatzgebiete, bei denen aus der Datenanalyse direkte Handlungen abgeleitet

DIE FÜNF TYPEN VON DATA ANALYTICS

Descriptive Analytics ist die einfachste Form und stellt dar, was geschehen ist. **Diagnostic Diagnose** geht einen Schritt weiter und gibt Aufschluss darüber, was geschehen ist und weshalb. **Predictive Analytics** sagt voraus, was wann und warum geschehen wird. **Prescriptive Analytics** ist eine durch Simulationen unterstützte Analyse, die die beste Vorgehensweise vorschlägt. **Cognitive Analytics** stellt die komplexeste Variante dar, zu der computerbasierte simulierte Denk- und Vorgehensweisen gehören. Es beinhaltet Künstliche Intelligenz und Maschinelles Lernen.

Messen Sie sich mit uns!



SENSORIK
Wir entwickeln und fertigen
spezifische Elektronik für
Ihre Sensoren



SENSOR+TEST 2018
DIE MESSTECHNIK-MESSE
The Measurement Fair

Besuchen Sie uns in
Halle 1, Stand 334

www.turck-duotec.com

werden, ist die Cloud ungeeignet. Sämtliche Daten, die Maschinensensoren und Produktionssystemen erzeugen, müssen dabei ohne Zeitverlust ausgewertet werden. Wichtig ist deshalb eine Analyse der Informationen vor Ort; also nah am Sensor. Kleinrechner können die Bewertung von Sensordaten direkt in der Maschine ausführen. Über eine Event Stream Processing Engine (ESP) lassen sich Daten während der Übertragung, also im Datenstrom und vor der Speicherung, analysieren. Probleme können so im Vorfeld abgewendet werden. GE Transportation analysiert etwa Sensordaten für seine rund 1.200 Lokomotiven mit SAS Event Stream Processing direkt an Bord in Echtzeit, um unter anderem den Energieverbrauch der Maschinen zu optimieren.

Bei Data Analytics müssen Unternehmen auf leistungsstarke Hardware setzen, die optimal mit der Analyse-Software zusammenarbeitet. Der Halbleiterhersteller Intel kooperiert deshalb mit mehreren Softwareanbietern. Zum Beispiel verfügen IoT-Gateways von Intel über einen Software-Stack von SAP. Zusammen mit SAS hat Intel außerdem „Analytics Fast Track for SAS“ herausgebracht. Die Hardware wird von Intel zur Verfügung gestellt, die Software von SAS ist bereits vorkonfiguriert. Hier profitieren SAS-Anwendungen von den Leis-

tungen der Intel-Xeon-Platinum-Prozessoren.

Um 163 Zettabyte Daten auszuwerten, ist eine Leistungssteigerung bei der Hardware notwendig. Xilinx hat deshalb die Produktkategorie „Adaptive Compute Acceleration Platform“ (ACAP) angekündigt. Noch dieses Jahr soll der Tape-out für 7 nm erfolgen, die Auslieferung 2019. Über 20 Mal so schnell wie der aktuelle FPGA-Chip von Xilinx soll sie beim Maschinenlernen rechnen, um den Faktor 10 bis 100 schneller als aktuelle CPUs bei Workloads arbeiten und mehr Einsatzmöglichkeiten als GPUs und ASICs bieten.

10.000 Data Scientists gesucht

Es zeigt sich: Im Bereich Data Analytics wird in den nächsten Jahren noch viel passieren. Und auch wenn die Datenanalyse für viele Unternehmen noch ein Buch mit sieben Siegeln ist: Ein neuer Beruf ist bereits entstanden - der Data Scientist. Der Stifterverband für die deutsche Wissenschaft hat für seinen Hochschulbildungsreport 2017/18 den Bedarf an Datenanalysten ermittelt. Auf Basis der Stellenangebote auf der Online-Jobbörse Stepstone rechnete der Verband hoch, dass in Deutschland rund 10.000 Spezialisten auf diesem Gebiet gesucht werden. Und das schon heute. □

Höhere Effizienz in der Produktion

Nachgefragt: Schon bereit für Data Analytics?

Datenerfassung ist kein Selbstzweck. Die gespeicherten Informationen sollen auch einen Mehrwert liefern. Data Analytics verspricht mehr Effizienz in der Produktion und soll zusätzliche Geschäftsmodelle ermöglichen. Aber ist die Industrie überhaupt schon weit genug, um wirklich Vorteile aus Datenanalysen ziehen zu können?

UMFRAGE: Florian Mayr, E&E

BILDER: ABB, IBM, Microsoft, Phoenix Contact; iStock, Liulolo



**RALF
BUCKSCH**

Unsere Erfahrung zeigt, dass es nicht wirklich an Daten und an Analysefähigkeiten in den Unternehmen fehlt. Vielmehr mangelt es an der Fachexpertise, auch die richtigen Fragen zu stellen – damit die eingesetzten Analytics-Werkzeuge Antworten liefern können, um wirklich neue Erkenntnisse zu gewinnen und die Produktivität zu verbessern. Zudem schießen IoT-Plattformen wie Pilze aus dem Boden. Viele Unternehmen versuchen, ihre eigenen Plattformen in der eigenen Cloud zu bauen – ohne sich Gedanken über Skalierbarkeit, Verfügbarkeit oder die Vernetzung mit anderen Wertschöpfungspartnern ihrer Supply Chains zu machen. Sie tun dies vor allem aus Gründen der Sicherheit und des Datenschutzes. Die Daten sollen möglichst nicht die eigenen Systeme verlassen. Mit dieser Haltung werden sie jedoch kaum die Vorteile von Data Analytics für sich erschließen können.

Technical Executive Watson IoT
Europe, IBM



**JÜRGEN
WIRTGEN**

Analysten von McKinsey prognostizieren, dass durch die Nutzung von Datenanalysen und KI das aktuelle Ziel für das Bruttosozialprodukt schon im Jahr 2030 um vier Prozent übertroffen werden soll. Viele unserer Kunden bauen schon heute auf die Auswertung und Verarbeitung gewaltiger Datenmengen, um ihre Produktion zu verbessern oder neue Geschäftsfelder zu erschließen. Allerdings variiert der Reifegrad der digitalen Transformation stark, vor allem im deutschen Mittelstand herrscht noch Nachholbedarf. Wir raten Kunden und Partnern, die Transformation proaktiv voranzutreiben! Dazu gehört nicht nur, Prozesse zu optimieren und bestehende Angebote zu digitalisieren, sondern sich neuen Geschäftsmodellen zu öffnen und agil an die Problemstellungen heranzugehen.

Data Platform Lead, Microsoft
Deutschland



**JOHANNES
KALHOFF**

Die vorhandenen Algorithmen erzeugen bereits heute gute Ergebnisse im Service- und Wartungsbereich. Durch die Kombination vielfältiger Sensor- und Aktuatorssignale lassen sich zudem Messgrößen als virtuelle Sensoren und Prozessabläufe generieren, die Produktionsprozesse verbessern und bestehende Sensoren erweitern sowie ersetzen können. Potenzial gibt es auch im Engineering. Die zunehmende Dynamik in Projektteams, Kundeninteraktionen und die Einbindung von externen Partnern erfordern eine smarte Methodik in den Toolketten. Data Analytics wird bereits an vielen Stellen eingesetzt, hat aber ein weit höheres Potenzial, das in den kommenden Jahren durch die Automationshersteller, Dienstleister und Maschinenbauer und ihr spezifisches Wissen ausgebaut werden muss. Nötig dazu ist aber eine Automation, die es Anwendern erlaubt, die Daten zu administrieren und zu nutzen.

Master Specialist Corporate
Technology & Value Chain, Phoenix
Contact



**BENJAMIN
KLÖPPER**

Bereits heute kann man erheblich Vorteile aus Data Analytics ziehen. Entscheidend ist dabei das richtige Vorgehen. Nur irgendwelche Daten in eine Big-Data-Plattform zu werfen, ist das Rezept für ein teures und am Ende möglicherweise gescheitertes Projekt. Aber wenn man eine klare analytische Fragestellung identifiziert, die ein Problem adressiert, kann man die richtigen Daten auswählen, gegebenenfalls durch zusätzliche Instrumentierung sammeln und dann in der Analyse nutzen. Dadurch wird auch die größte Herausforderung thematisiert, nämlich die Datenqualität. Bei ABB sehen wir viele Beispiele für solche Projekte von Problemidentifikation, Datenakquise, Datenanalyse bis zur kontinuierlichen Nutzung in Anwendungsfelder wie Instandhaltung und Wartung oder Prozessüberwachung und -optimierung.

Principal Scientist für Industrial Data
Analytics, ABB



”

Interview mit Lars Nagel, Managing Director der IDSA

Ende 2014 startete die Fraunhofer Gesellschaft ein Forschungsprojekt, um einen sicheren Datenraum zu schaffen. Der Industrial Data Space war geboren. Er soll Firmen die gemeinsame Nutzung von Daten ermöglichen, ohne, dass sie die Hoheit über ihre Daten aufgeben müssen. Um auch Unternehmen an der Umsetzung zu beteiligen, wurde Anfang 2016 die Industrial Data Space Association (IDSA), mittlerweile International Data Space Association, gegründet. Zu den 85 Mitgliedern gehören unter anderem SAP, Siemens, Sick und der ZVEI. Lars Nagel ist seit der Gründung Managing Director der IDSA. Der studierte Maschinenbauer arbeitete davor für das Fraunhofer Institut für Materialfluss und Logistik und war in der Softwarebranche tätig.

Dateneigentum und -nutzung

„Firmen können Informationen austauschen und trotzdem Herr ihrer Daten bleiben“

Um einen Mehrwert von Daten zu erhalten, sind Firmen meist auf den Austausch mit anderen Unternehmen angewiesen. Davor schrecken viele bisher zurück. Zu groß sind die Bedenken Geschäftsgeheimnisse preiszugeben. Diese Befürchtungen soll der Industrial Data Space zerstreuen. Wie das funktioniert, erklärt Lars Nagel, Managing Director der International Data Spaces Association, im Interview.

INTERVIEW: Florian Streifinger, E&E **BILDER:** Andreas Oertzen

E&E: Bereits seit Jahren existiert das Bild von Daten als dem Öl des 21. Jahrhunderts. Bisher trifft das aber hauptsächlich auf den Konsumbereich zu. Warum tut sich im Industriebereich bisher noch nicht mehr?

Lars Nagel: Industrieunternehmen sind in der Tat noch recht zurückhaltend bei der Nutzung von Daten. Es sind einfach noch zu viele Fragen offen, wie mit ihnen als Wirtschaftsgut umgegangen werden muss. Bei vielen Unternehmen besteht in diesem Punkt noch eine große Unwissenheit und dadurch natürlich auch Unsicherheit.

Es liegt Ihrer Meinung nach also vor allem an rechtlichen Bedenken? Fehlt es nicht eher an Ideen, wie sich die Daten konkret nutzen lassen?

Es trifft sicherlich beides zu. Die Unternehmen möchten die Daten austauschen, wie das im B2C- oder im C2C-Bereich bereits geschieht. Sie sehen schließlich, welche Wertschöpfung und Umsätze dort entstehen. Gleichzeitig möchten sie aber ihre Geschäftsgeheimnisse, ihr Know-how nicht einfach preisgeben, ohne zu wissen, was damit konkret geschieht und ohne davon zu profitieren. An dieser Stelle setzen wir mit unserem Vorschlag des Industrial Data Space (IDS) an. Der IDS ermöglicht zwei oder mehr Firmen, sich auf einen sicheren und geregelten Austausch von Daten zu verständigen und sorgt gleichzeitig dafür, dass jedes der Unternehmen Herr über seine Daten bleibt. Die Wirtschaft braucht dringend einen geregelten Umgang mit Informationen. Sie haben aber natürlich vollkommen recht, dass in sehr vielen Fällen die konkreten Ideen fehlen. Im Industriebereich wird zurzeit ganz viel gehofft und noch wenig umgesetzt. Einige Unternehmen verdienen allerdings bereits mit Daten Geld und optimieren nicht nur ihre Prozesse.

Welche Firmen und Projekte meinen Sie damit?

Die Telekom bietet mit dem Data Intelligence Hub zum Beispiel einen Datenmarktplatz an. Auch die französische Firma Datex verfolgt ein solches Geschäftsmodell. Auf ihrer Plattform sind schon ungefähr 3.000 Unternehmen aktiv. Und dort werden eben nicht Produkte gehandelt, sondern wirklich Daten.

Lassen Sie uns über die Eigentümerschaft von Daten sprechen. Welche Daten gehören einem Unternehmen überhaupt?

Das Eigentum an Daten ist an sich sehr klar geregelt. Ich halte die Frage der Eigentümerschaft an sich für nicht besonders relevant. Erfasst ein Sensor die Temperatur 28 Grad, dann ist nicht entscheidend, wem der Wert 28 Grad gehört. Der bringt nämlich niemanden weiter. Relevant ist der Kontext, in dem er aufgenommen wurde; also >

- > an welcher Stelle, zu welcher Zeit, welche Werte davor und danach gemessen wurden und welche Umgebungsbedingungen herrschten. Wem die einzelnen Daten gehören, ist klar geregelt. Interessant sind sie aber erst in Kombination. Dafür müssen sich Unternehmen untereinander vernetzen, denn keines kann alleine alle Informationen erheben. Um daraus ein seriöses Geschäft zu entwickeln, muss natürlich geklärt werden, welchen Anteil jede Firma erbracht hat und wie das vergütet wird. Das ist die eigentlich spannende Frage.

Bleiben wir kurz bei der rechtlichen Problematik. Wenn ein Maschinenproduzent eine Baugruppe in einem Gerät einsetzt, gehören die von diesen Bauteilen erhobenen Daten dem Hersteller des Geräts oder der Baugruppe?

In diesem Fall gehören die Daten dem Maschinenhersteller und nicht dem der Baugruppe. In dem zwischen den beiden geschlossenen Vertrag ist das normalerweise auch geregelt. Genauso verhält es sich, wenn die Maschine weiter verbaut wird, etwa in ein Auto. Auch das ist vertraglich geregelt. Führt wiederum eine Person mit diesem Auto, dann ist auch das Eigentum an den dabei erfassten Daten vertraglich festgeschrieben. Rechtlich ist die Lage also absolut klar. Aktuell gehören die aufgezeichneten Informationen dem Automobilhersteller. Ob das wünschenswert ist, wird zurzeit vollkommen zu recht diskutiert. Ich halte es nicht unbedingt für gut.

Wir brauchen also ein verändertes Recht zum Dateneigentum?

Es bringt nichts, die aktuellen Gesetze zu ändern oder ein neues zum Dateneigentum zu erlassen. Stattdessen brauchen wir Mechanismen, auf die sich Parteien jedes Wirtschaftsumfelds im Grunde einigen können. Die Details fallen in der Automobilindustrie sicher anders aus als in der Medizin oder in der Bankenwirtschaft, aber die Grundlage sollte die gleiche sein. Und um auf ihre vorherige Frage zurückzukommen: Interessant ist doch, was der Komponentenhersteller überhaupt mit den Daten anfangen möchte. Der Umfang der dort erfassbaren Informationen ist einfach nicht besonders hoch. Ob zum Beispiel ein oder fünf Volt fließen, lässt keine großen Rückschlüsse zu. Dafür zahlt niemand. Interessant wird es, wenn sich aus diesen Daten konkret etwas ablesen lässt. An diesem Punkt brauchen wir einen Mechanismus, mit dem sich die beteiligten Unternehmen über die Datennutzung einigen können. Ob überhaupt beide Interesse an der Verwendung haben oder ob sie die Daten sogar zusammen nutzen möchten, in einem gemeinsamen Geschäftsmodell. In dem Moment befinden wir uns in der Datenwirtschaft.

Ein solcher Mechanismus soll der Industrial Data Space (IDS) sein. Um was genau handelt es sich dabei?

Der IDS ist eine Referenzarchitektur für ein Ökosystem, in dem Daten vertrauensvoll und sicher ausgetauscht werden können. Die Daten lassen sich in diesem mit Bedingungen für die Nutzung versehen und diese können auch durchgesetzt werden. Der große Vorteil für Unternehmen besteht darin, dass sie Informationen miteinander teilen können, ohne die Kontrolle über ihre Daten zu verlieren.

Wie genau funktioniert das?

Technisch läuft das ganze über ein sicheres IoT-Gateway, den sogenannten Connector. Er fungiert als Schnittstelle und kann sich mit anderen Connectoren zu einem Peer-to-Peer-Netzwerk zusammenschließen. Der Austausch läuft also nicht über eine Cloud, wobei die Daten bei einem Drittanbieter gespeichert wären, sondern direkt zwischen den beteiligten Unternehmen. Im Connector lässt sich außerdem genau festlegen, wie die Daten genutzt werden dürfen, also wie oft jemand auf sie zugreifen darf, welche Werte er zu sehen bekommt, ob er sie abspeichern und weitergeben darf und natürlich auch, ob Kosten für die Nutzung anfallen. Den Connector gibt es in vier Varianten, je nachdem, wie sicher der Austausch sein muss. Für die meisten Anwendungen reicht sicherlich die Basisvariante. Sie verfügt über alle grundlegenden Funktionen, ermöglicht also die sichere Informationsübertragung und setzt die festgelegten Datennutzungsbedingungen um. Unternehmen, die genau wissen wol-

>

- > len, welcher Chip die Werte erfasst oder anfordert, benötigen den Trusted Connector mit einem Trusted Plattform Module (TPM). Soll das System auch noch 24 Stunden am Tag nach Eindringlingen und Manipulationen durchsucht werden, ist der Trusted Plus Connector notwendig. Außerdem gibt es für Testzwecke noch eine freie, offene Variante.

Das bedeutet aber auch, dass Unternehmen ein zusätzliches Gerät installieren müssen.

Natürlich braucht man den Connector. In der Regel handelt es sich dabei aber um ein klassisches Gateway, das die meisten Unternehmen sowieso benötigen, wenn sie Daten exportieren möchten. Der einzige Unterschied ist, dass dieses Gateway eben IDS-konform und -zertifiziert sein, also der Referenzarchitektur entsprechen, muss. Danach braucht der Nutzer nur noch eine digitale Identität und kann loslegen. Wir raten Unternehmen deshalb, ihre Produkte von vornherein IDS-kompatibel zu gestalten. Die Firma Sick, die bei uns sehr aktiv ist, macht das beispielsweise bereits. Sie bauen in ihre Sensoren den Trusted Connector ein.

Durch die Vernetzung steigen auch die Erwartungen an die IT-Sicherheit. Wie stellen Sie diese im IDS sicher?

Ganz wichtig ist, dass es sich um ein Peer-to-Peer-Netzwerk handelt und um keinen Data Lake, keine Cloud. Es tauschen nur die Beteiligten bilateral Daten aus und es existiert keine zentrale Instanz, die korrumpiert werden kann. Die Connectoren enthalten außerdem eine Reihe von Sicherheitsmechanismen. Sie beruhen auf Containertechnologie, die Daten befinden sich in einem anderen Container als die Applikationen. Sie können sich also nicht gegenseitig korrumpieren. Dafür kommt in den meisten Fällen die Software Docker zum Einsatz. Außerdem verwenden die Connectoren End-to-End-Verschlüsselung. Wichtig ist auch das Identitätsmanagement. Jeder Connector und Nutzer benötigt ein eigenes digitales Identitätszertifikat, um sicherzustellen, dass es sich wirklich um die entsprechende Komponente und das jeweilige Unternehmen handelt.

Sehen Sie den Industrial Data Space auch als Marktplatz, auf dem Firmen Daten kaufen und verkaufen?

Wir sind nur der Enabler dafür. Wie eingangs erwähnt, entstehen solche Marktplätze bereits, etwa von der Telekom. Unser Ziel ist es, dass diese Marktplätze durch die IDS-Architektur wirklich so funktionieren, wie sie sollen. Das eben gerade nicht ein Händler Informationen verkauft und der Käufer sie nutzt, wie es ihm in den Sinn kommt und es nachher dann zu einem Gerichtsverfahren kommt. Wir bieten eine technische Lösung dafür, dass die gesamte Data Supply Chain, vom Datenerzeuger bis zum -nutzer, unter Kontrolle bleibt. □

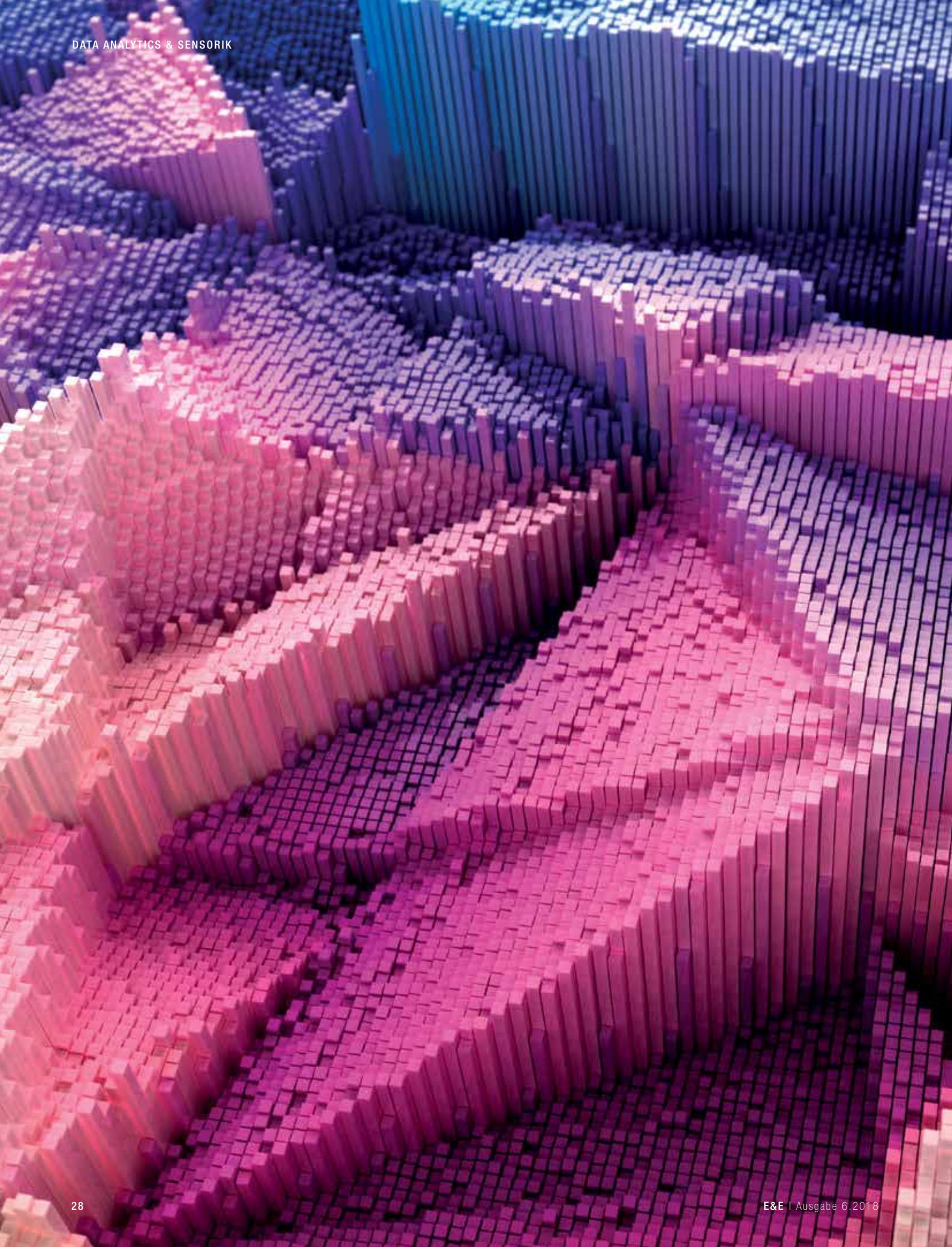
Unerreicht bei Qualität, Kompetenz und Service.

Socionext bietet innovative System-on-Chip-Lösungen für aktuelle technische Problemstellungen im Zusammenhang mit Themen wie IoT, Cloud Computing, Big Data, Rich Content und Nachhaltigkeit an.



socionext™
EUROPE

info@eu.socionext.com
eu.socionext.com



Methoden zur Datenanalyse

Muster im Datenwirrwarr aufspüren

Die Auswertung von Daten birgt für alle Branchen großen Nutzen. Je nachdem in welchem konkreten Gebiet Datenanalyse zum Einsatz kommen soll, eignen sich dafür unterschiedliche Methoden und Verfahren. Welche es gibt und wie sich Data Analytics umsetzen lässt, erfahren Sie hier.

TEXT: Klaus-Dieter Walter, SSV Software Systems

BILDER: SSV Software Systems; iStock, Enot-Poloskun

Schritt für Schritt wird den Komponentenherstellern und Gerätebetreibern klar, dass Digitalisierung nicht nur mit dem Internet, sondern in erster Linie mit Daten zu tun hat. Liegen geeignete Daten vor, lassen sich Data-Science-Methoden, wie Algorithmen der Künstlichen Intelligenz (KI) einsetzen. Mit solchen Methoden sind nicht nur selbstfahrende Autos möglich, sondern auch intelligente Maschinen und Komponenten, die Wartungstermine vorhersagen, den Energiebedarf optimieren und Anomalien erkennen.

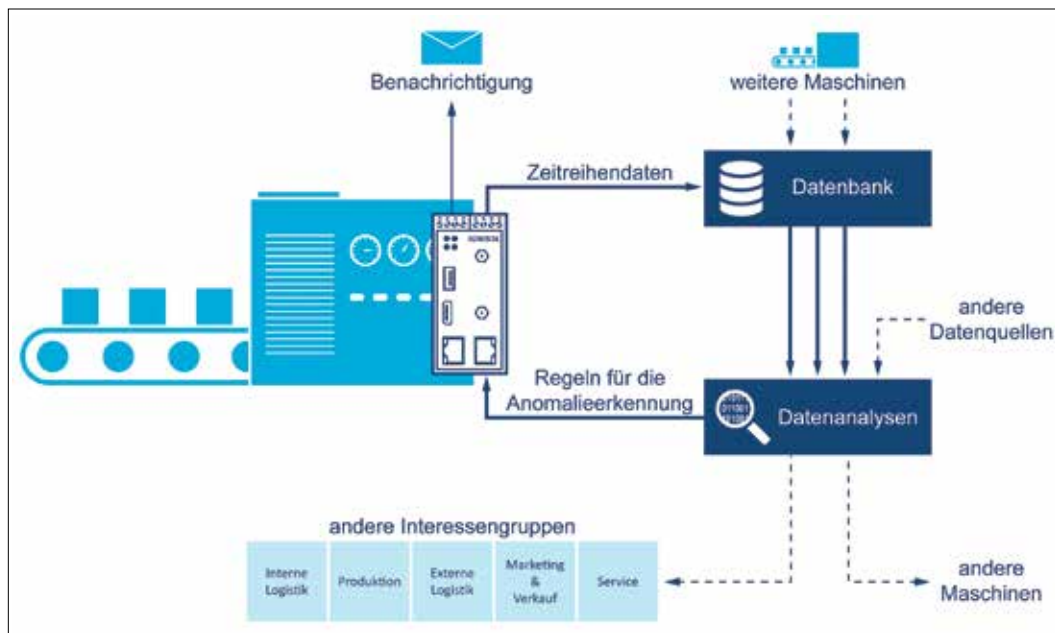
KI-Anwender besitzen oft keine relevanten Daten

Ein großes Problem in der Praxis ist, dass die meisten potenziellen KI-Anwender in der Maschinenbauwelt praktisch überhaupt keine geeigneten Daten besitzen. Insofern muss in einem ersten Schritt zunächst einmal für brauchbare Daten gesorgt werden. Technisch lässt sich dieses Vorhaben durch Abgreifen der vorhandenen Daten aus der Steuerung umsetzen. Das kommt allerdings nur für Baugruppen- und Maschinenhersteller in Frage, da Eingriffe in die Steuerung erforderlich sind. Ohne Eingriffe in die Steuerung lässt es sich durch nachträgliches Hinzufügen

geeigneter Sensoren per Maschinen- beziehungsweise Anlagen-Retrofit und Nutzung der Sensordaten bewerkstelligen. Die dabei erhaltenen Daten werden von einem geeigneten Gateway aufbereitet und über einen sicheren Verbindungsweg in einem IT-System, zum Beispiel einer Datenbank, gespeichert. Dort stehen die Maschinendaten für nachfolgende Datenanalysen zur Verfügung. Zuvor ist in der Regel allerdings noch ein umfangreiches Preprocessing erforderlich, da Sensorrohdaten Ausreißer und andere Störgrößen enthalten, die die Ergebnisse verzerren können.

Datenanalysen mit KI-Algorithmen und Data-Science-Methoden, wie beispielsweise das in der Finanzwelt weit verbreitete Time Series Forecasting (TSF) ermöglichen Predictive Analytics im Umfeld von Maschinen und Anlagen. Dadurch bestehen folgende Optimierungsmöglichkeiten:

Predictive Maintenance: Durch Datengewinnung mittels geeigneter Algorithmen lassen sich ungeplante Maschinenstillstände vermeiden. Mit Hilfe moderner Data-Science-Methoden sind inzwischen zum Beispiel auf Tage genaue Aussagen zur Ausfallwahrscheinlichkeit von Antrie-



Durch das systematische Erfassen und die Auswertung von Maschinendaten ergeben sich oftmals bisher unbekannt Einsichten. Diese besitzen wirtschaftlichen Wert für Maschinenhersteller und -betreiber. Darüber hinaus liefern Datenanalysen als Rückkopplung Modelle an die Maschinen zurück, die als Basis für intelligentes Verhalten dienen.

ben in Maschinen möglich. Damit lassen sich die erforderlichen Ersatzteile unter Berücksichtigung der Lieferzeiten frühzeitig bestellen und zu einem geeigneten Zeitpunkt einbauen.

Predictive Quality: In jeder Maschine gibt es Werkzeuge, deren aktueller Zustand maßgeblich Einfluss auf die Qualität des Endprodukts hat. In Anlagen sieht es bezüglich wichtiger Hilfsstoffe ähnlich aus. Ein Daten-Retrofit über zusätzliche Sensoren mit nachfolgender Datenanalyse ermöglicht Vorhersagen zur Qualität der finalen Produkte. Mit Predictive Analytics kann beispielsweise der Zeitpunkt vorhergesagt werden, ab wann eine Maschine zukünftig Ausschuss produziert. Durch rechtzeitige Eingriffe, etwa einen Werkzeugtausch, lässt sich so etwas verhindern.

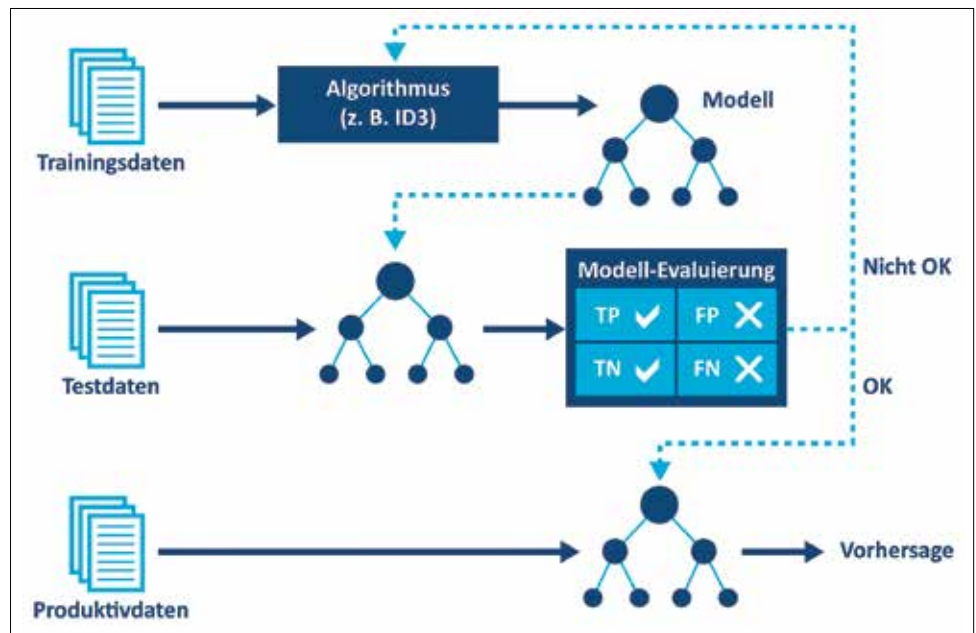
Predictive Efficiency: Ein Verbund aus vielen Maschinen in einer Fabrik erzeugt hin und wieder Strombezugsspitzen, die zu hohen Stromkosten führen können. Intelligente Algorithmen, die über eine Retrofit-Sensorik mit Daten versorgt werden und darüber hinaus mittels Aktoren die Leistungsaufnahme einiger Maschinen drosseln können, helfen dabei, Energie effizienter zu nutzen. Im einfachsten Fall – also ohne die Aktoren – lassen sich durch Datenanalysen auch Maschinen- und Anlagenfahrpläne erstellen, die manuell umgesetzt werden und deren Sequenz zur Kosteneinsparung beiträgt.

Predictive Service mit Hilfe einer automatisierten Anomalieerkennung: Die Status- und Fehlermeldungen eines bestimm-

ten Maschinentyps werden in der Cloud oder auf einem zentralen Server gespeichert. Mit einem an die Daten angepassten Preprocessing und der dann folgenden Analyse erfolgt die Auswertung und Informationsgewinnung.

An der Schnittstelle zwischen Datenerfassung und -analyse werden die erhobenen Informationen in einem Format benötigt, das die existierenden Data-Science-Werkzeuge unterstützen. Nebenstehende Tabelle zeigt ein generisches Beispiel dafür: In den Spalten X1 bis X5 der Tabelle wurden verschiedene Datenpunkte einer Steuerung und die Rohdaten einzelner Sensoren in einem Datensatz zusammengefasst und mit einem Zeitstempel versehen. Aus dem Zeitstempel geht hervor, wann die Daten eines Datensatzes gemessen wurden. In der Praxis können nun beliebig viele gleichartige Datensätze in einer Datei zusammengefasst und analysiert werden. Nahezu alle Datenanalysewerkzeuge akzeptieren das altbekannte CSV-Dateiformat als Input.

Mittels einer deskriptiven Datenanalyse, also einer manuellen statistischen Analyseverfahren, lassen sich etwa die Lagemaße der Spalten X1 bis X5 und die zentrale Tendenz der Häufigkeitsverteilung ermitteln und graphisch darstellen. Als Lagemaße können das Minimum, Maximum, arithmetisches Mittel, der Modus, Median sowie das untere und obere Quantil bestimmt werden. Auch statistische Streuungsmaße, also die Variabilität der Häufigkeitsverteilung, zum Beispiel Spannweite, Standardabweichung, Interquartilsabstand, sind per Datenanalysewerkzeug für sehr große



Für den Einsatz des Supervised Machine Learning wird ein entsprechender Datenbestand zunächst in Trainings- und Testdaten aufgeteilt. Mit den Trainingsdaten wird dann der Algorithmus trainiert. Dabei entsteht ein Modell, für das sich eine Genauigkeit beziehungsweise Fehlerquote berechnen lässt.

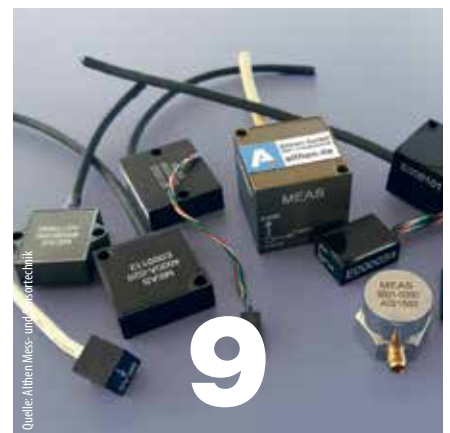
CSV-Dateien mit einer Struktur gemäß der unten stehenden Tabelle recht schnell berechenbar.

Maschinen die Datenanalyse beibringen

KI-Algorithmen, wie das sehr populäre und weit verbreitete Machine Learning, erfordern für die Datenanalyse eine Trainingsphase, bevor per Klassifikation, Mustererkennung und Vorhersage verwertbare Ergebnisse zu erwarten sind. Stehen nur relativ wenige Daten zur Verfügung, lässt sich dafür das überwachte Lernen (Supervised Machine Learning) nutzen. Dazu sind allerdings entsprechend vorbereitete Trainingsdaten notwendig, in denen jeder einzelne Datensatz einer bestimmten Klasse zugeordnet ist. In untenstehender Tabelle ist die Y-Spalte für die Klassifikation eines Datensatzes vorgesehen. In dieser kann beispielsweise ein Maschinen- oder Anlagenzustand wie „OK“, „Fehler“ oder „Kritisch“ gekennzeichnet werden.

In der Praxis müssen Trainingsdaten für das Supervised Machine Learning erst einmal erzeugt werden. Die dafür erforderliche Vorgehensweise und Zeitspanne muss für jeden Anwendungsfall individuell bestimmt werden. Insgesamt ergibt sich ein beschleunigter Learning-Effekt, wenn man für jeden X-Messwert mit Hilfe einer deskriptiven Datenanalyse die normalen und unnormalen Bereiche bestimmt. Datensätze mit einzelnen Ausreißern, also mindestens einem Messwert im unnormalen Bereich, werden mit entsprechendem Expertenwissen genauer untersucht und klassifiziert. Eine andere Möglichkeit ist, zum Beispiel im Rahmen eines größeren Feldtests, die anfallenden Daten zunächst einmal durch unüberwachtes Lernen (Unsupervised Machine Learning) mit Hilfe einer Clusteranalyse in Ähnlichkeitsgruppen unterteilen zu lassen. Die dabei entstehenden Gruppen und Gruppenzuordnungen der einzelnen Datensätze schaut sich ein Experte von Zeit zu Zeit an, um daraus Trainingsdaten für das überwachte Lernen abzuleiten. □

ZEITSTEMPEL	X1	X2	X3	X4	X5	Y (KLASSIFIKATION)
t1	x11	x12	x13	x14	x15	OK
t2	x21	x22	x23	x24	x25	Fehler
t3	x31	x32	x33	x34	x35	Kritisch
t4	x41	x42	x43	x44	x45	OK
t5	x51	x52	x53	x54	x55	Fehler
tn	xn1	xn2	xn3	xn4	xn5	OK





NEUHEITEN

Die Sensor+Test in Nürnberg ist das Forum für Anwenderbranchen, die für ihre Entwicklung und ihre Produktion immer mehr Sensorik und Messtechnik benötigen. Vom 26. bis zum 28. Juni 2018 zeigen dafür nicht nur verschiedene Anbieter ihre Lösungen. Wissenschaftler und Entwickler aus der ganzen Welt stehen Rede und Antwort und auf Kongressen und Sonderforen stehen aktuelle Trends im Vordergrund. Wir haben Aussteller- und Veranstalter-Highlights für Sie ausgewählt.

Halle 1, Stand 324 und 429

Industrial Internet

Eines der Sonderthemen der Sensor+Test 2018 wird „Sensorik und Messtechnik im Industrial Internet“ sein (siehe Kasten 4). Diesem Schwerpunkt widmet sich auch das **Sensorik-Netzwerk**, zu dessen 16 Mitgliedern unter anderem **Infineon** gehört. Das Cluster zeigt an einem Gemeinschaftsstand aktuelle Entwicklungen bei Sensorik- und Messtechnik. *Kostenloses Ticket für Standbesucher: bit.ly/2J0Tt3t*

1

Saal München 1, NCC Mitte, 26.06., 9:30 Uhr

Frischer Wind

Der **AMA-Innovationspreis** zeichnet Ideen von Forscher- und Entwicklerteams aus. Die Sieger werden am 26. Juni verkündet. Fest stehen die Gewinner der Sonderkategorie „Junge Unternehmen“: Das Team um Dr. **Matthäus Langosch** hat ein Dünnschicht-Folien-DMS für robuste, energiesparende Sensorsysteme entwickelt und **Houssam El Moutaouakils** Team eine KI-gestützte Sicherung von Bahnübergängen.

2

Halle 5, Stand 355

Dynamisch messen

Für den Einsatz in der elektrischen Antriebstechnik, im Batteriemangement oder der E-Mobilität hat **Sensitec** den programmierbaren Stromsensor **CFS1000** entwickelt. Er übernimmt die hochdynamische elektronische Messung von DC, AC und gepulsten Strömen mit integrierter galvanischer Trennung. Seine kompakten Abmessungen bieten die Perspektive, Stromsensoren noch tiefer in Leistungsmodulen zu integrieren.

3

Halle 5

Sonderthema

Das Industrial Internet und Industrie 4.0 versprechen mehr Effizienz, Leistungsfähigkeit, Sicherheit und Qualität. Der Schlüssel dazu liegt in der Vernetzung und Analyse von Daten, die Sensoren, Mess- und Prüfsysteme zur Verfügung stellen. Das Sonderthema „Sensorik und Messtechnik im Industrial Internet“ in Halle 5 bietet Anbietern und Anwendern Raum zum Innovationsdialog.

4

Halle 1, Stand 319

Smart für das IoT

Unter dem Begriff „smart“ fasst **Rutronik** **Elektronische Bauelemente** Sensoren, Security-Bausteine, Funktechnik-Kryptografie-ICs und Cloud-Services zusammen, die sich aufgrund ihrer kleinen Baugröße, ihres niedrigen Energieverbrauchs und ihrer hohen Integration für smarte Anwendungen im IoT eignen. Die Produkte finden sich in Proof-of-Concept-Designs wieder, die das Unternehmen an seinem Stand zeigt.

5

NCC

Sensorfachtagung

Am 26. und 27. Juni findet parallel die Fachtagung „Sensoren und Messsysteme“ statt, die gemeinsam von der Informationstechnischen Gesellschaft im **VDE** und der **VDI/VDE-Gesellschaft** Mess- und Automatisierungstechnik getragen wird. Schwerpunkte sind dieses Mal Sensoren und Sensorsysteme für den industriellen Einsatz. Außerdem informiert die Tagung über neue Entwicklungen bei Messsystemen.

6

Halle 1, Stand 336

Genau hinhören

Um an Computerfestplatten und -lüftern oder in Elektroautos selbst kleinste Schalldrücke ab 6,5 dB(A) zu messen, hat **PCB Synotech** das vorpolarisierte Low-Noise-Mikrofon **378A04** entwickelt. Ein Filter gewährleistet eine lineare Empfindlichkeit bei Frequenzen von 10...16.000 Hz. Das Mikrofon benötigt Konstantstromspeisung und ist kompatibel zu allen ICP- und IEPE-Kanälen. Zusätzliche Verstärker entfallen damit.

7

Halle 2

ETTC 2018

Die **European Test and Telemetry Conference (ETTC) 2018** ist eine internationale Plattform für Telemetrie, Test Instrumentierung, Telecontrol und Datenverarbeitung und findet zum dritten Mal parallel zur Sensor+Test statt. In Halle 2 präsentieren Unternehmen und Institute ihre Produkte, Technologien, Dienstleistungen und vielfältige Lösungen. Parallel zu der Ausstellung findet die **ETTC-Fachtagung** statt.

8

Halle 5, Stand 405

Rasante Sensoren

Neben neuen Datenloggern für die Elektronikbranche stellt **Althen Sensors & Controls** in Nürnberg zertifizierte, miniaturisierte Beschleunigungsaufnehmer in verschiedenen Varianten vor. Anwender können etwa wählen zwischen einer Variante mit fest angebautem, geschirmtem und rauscharmem Kabel oder mit Steckverbinder. Letztere eignet sich für Positionen, an denen Kabel hohen Belastungen ausgesetzt sind.

9



FASZINATION ELEKTRONIK

publish
industry
verlag



ELEKTRONIK KÜHLEN

BILD-SPONSOR: FISCHER ELEKTRONIK

LANGES LEBEN DANK ENTWÄRMUNG
Kühle Grundlage für die
Elektronik.....Seite 36

TRENDS COUT
Top-Produkte für die
EntwärmungSeite 40

ÜBERBLICK ÜBER TIMS FÜR LEDS
Wider den Hitzetod.....Seite 42

FIRMENPROFIL
Austerlitz ElectronicSeite 46

FIRMENPROFIL
CTX Thermal Solutions...Seite 47

FIRMENPROFIL
Fischer ElektronikSeite 48

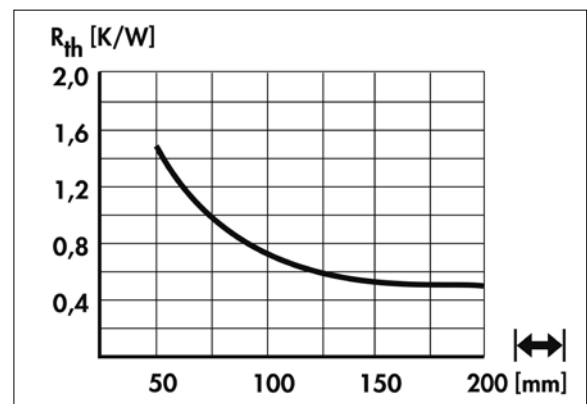
FIRMENPROFIL
ICT SuedwerkSeite 49

DAS PASSENDE WÄRMEMANAGEMENT FINDEN

Kühle Grundlage für die Elektronik

Die Lebensdauer ist eines der wichtigsten Qualitätsmerkmale von elektronischen Bauteilen. Um eine möglichst lange Einsatzbereitschaft zu erreichen, ist es entscheidend, das richtige Wärmemanagement zu wählen. Dabei gilt es, verschiedene Aspekte zu berücksichtigen: den Kühlkörperwerkstoff, die richtige Dimensionierung und Ausrichtung des Kühlkörpers sowie das Wärmeleitmaterial.

TEXT: Jeannine Schmidt, Fischer Elektronik **BILDER:** Fischer Elektronik; iStock, Poike

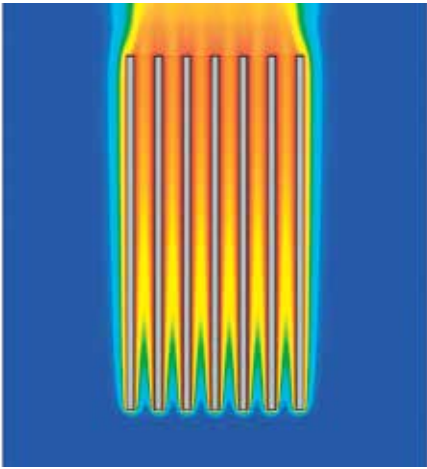


Der thermische Widerstand eines Kühlkörpers hängt von dessen Länge ab. Die Höhe des Widerstands lässt sich aus Diagrammen ablesen, die die meisten Hersteller von Kühlkörpern veröffentlichen.

Thermisch gesehen ist Kupfer (E-Cu58) mit einer Wärmeleitfähigkeit von 380 W/mK, einer der besten Werkstoffe für die Herstellung eines Kühlkörpers. Es hat aber auch einige Nachteile, zum Beispiel den Preis und das hohe Gewicht. Aus diesem Grund wird für die Kühlkörperherstellung in den meisten Fällen Aluminium verwendet. Aluminium besitzt mit 110 bis 220 W/mK je nach Aluminium eine deutlich geringere Wärmeleitfähigkeit als Kupfer. Es hat aber den Vorteil, dass es durch seine geringere Dichte von 2.700 kg/m³ sehr viel leichter ist. Weitere Vorteile sind die gute Oberflächenbehandelbarkeit und dass es sich sehr gut spanend bearbeiten lässt.

Kupfer oder Aluminium

Für die Herstellung kommen verschiedene Herstellverfahren in Frage. Bei komplexen Geometrien kommt oft das Druckgussverfahren zum Einsatz. Bei diesem wird das Aluminium in eine Form gegossen und härtet in dieser aus. Ein Nachteil davon sind die hohen Werkzeugkosten für die Druckgussform, die sich erst bei sehr hohen Stückzahlen durch den Wegfall aufwendiger mechanischer Bearbeitung lohnen. Für dieses Verfahren wird sogenanntes Druckgussaluminium wie EN AC AlSi8Cu3 verwendet. Es liegt mit einer Wärmeleitfähigkeit von 110 bis 130 W/mK weit unter der von Strangpressaluminium, wie EN AW 6060 T66 mit einer Wärmeleitfähigkeit von bis zu 220 W/mK. Darin besteht ein weiterer Nachteil der Druckgusskühlkörper. Bei gleicher Kühlkörpergröße ist die Entwärmung deutlich schlechter als bei einem durch Strangpressen hergestellten Kühlkörper. Beim Strangpressverfahren drückt eine Maschine das Aluminium durch eine Matrize, die eine feste Kontur vorgibt. Anschließend wird der Strang auf die gewünschte Länge abgesägt und mechanisch bearbeitet.



Durch den Kamineffekt erhöht sich die natürliche Konvektion. Um diesen zu erreichen, müssen die Rippen des Kühlkörpers passend ausgerichtet sein.

Ein genereller Nachteil von Aluminium ist, dass es an der Luft korrodiert. Dadurch verschlechtert sich die Wärmeabstrahlung. Um das Korrodieren zu verhindern ist eine Oberflächenbehandlung des Aluminiums notwendig. Für die Aluminiumlegierung ENAW 6060 T66 eignet sich zum Beispiel sehr gut die Anodisierung. Die wichtigste Methode dafür ist das Eloxal-Verfahren. Bei dieser Methode wird durch anodische Oxidation eine oxidische Schutzschicht auf dem Aluminium gebildet. Durch Umwandlung der obersten Metallzone wird ein Oxid beziehungsweise Hydroxid gebildet. Es entsteht eine 5 bis 25 µm dünne Schicht, die den Kühlkörper vor Korrosion schützt. Diese Schicht kann zusätzlich durch Zugaben im Eloxalbad in unterschiedlichen Farben hergestellt werden. Abhängig von der Geometrie können auch Pulverbeschichtungen oder Lackierungen auf dem Aluminium aufgebracht werden.

Die perfekte Dimensionierung und Ausrichtung des Kühlkörpers

Der thermische Widerstand (Wärmewiderstand) ist eine wichtige Kenngröße für die Dimensionierung des Wärmemanagements. Dieser Wert gibt Auskunft über die Wärmemenge, die über den Kühlkörper an die Umgebung abgegeben werden kann und verhält sich umgekehrt proportional zur Wärmeleitfähigkeit. Je kleiner der Wärmewiderstand eines Kühlkörpers ist, desto mehr Wärme kann abgeführt werden. Für die verschiedenen Kühlkörperprofile existieren von den Herstellern Diagramme, die den Wärmewiderstand in Abhängigkeit von der Länge angeben. Der thermische Widerstand berechnet sich nach folgender Formel (R_{th} = Wärmewiderstand in K/W, T_j = Junction Temperature in K, T_a = Umgebungstemperatur in K, P = Gesamtverlustleistung in W):

$$R_{th} = \frac{(T_j - T_a)}{P} = \frac{\Delta T_{ja}}{P}$$

Aufgrund der weiteren Wärmewiderstände entlang des thermischen Pfades sollte immer eine Sicherheitsreserve eingeplant werden, um bei ungünstigsten, nicht vorhersehbaren Verhältnissen die maximale Sperrschichttemperatur nicht zu überschreiten. Für eine genauere Berechnung müssen noch weitere Einzelwärmewiderstände mit einberechnet werden. Zu den Einzelwärmewiderständen zählen unter anderem der innere Wärmewiderstand des Bauteils R_{thG} (Herstellerangabe), der Wärmewiderstand des Wärmeleitmaterials R_{thM} und der Wärmewiderstand des Kühlkörpers R_{thK} . Die Formel dafür lautet:

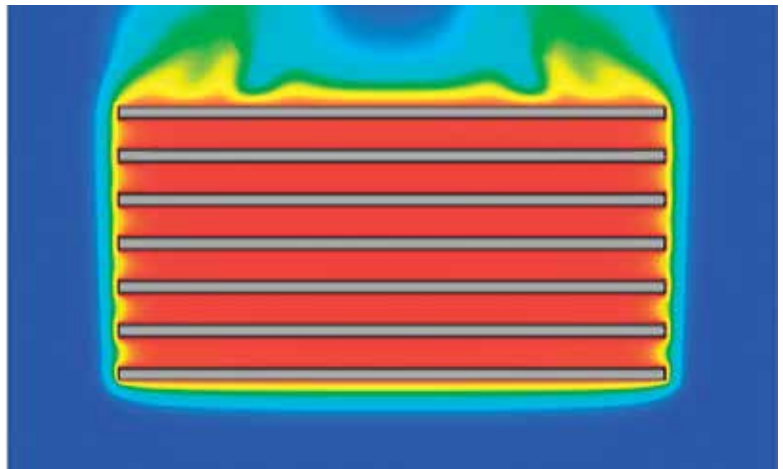
$$R_{th} = R_{thK} + R_{thM} + R_{thG}$$

Die Ergebnisse gelten bei der Auswahl des richtigen Wärmemanagements nur als Anhaltspunkte und sollten immer mittels Tests überprüft werden.

Häufig wird angenommen, dass nur die Oberflächengröße die Effektivität des Kühlkörpers bestimmt. Das ist allerdings nicht ganz richtig. Sie hat zwar einen positiven Einfluss auf den Wärmewiderstand, ist aber nicht alleine ausschlaggebend. Die Rippenhöhe sowie der Rippenabstand müssen ebenfalls mit betrachtet werden. Ein zu geringer Rippenabstand kann einer Überlagerung der Grenzschichten zur Folge haben. Das wirkt sich negativ auf die Entwärmung aus. Die Wärme wird bei sehr hohen Rippen nicht mehr bis in die Spitzen geleitet. Zu hohe Rippen sind deshalb ab einem bestimmten Punkt nicht mehr sinnvoll. Das stellt Kühlkörperentwickler vor die Herausforderung, das perfekte Gleichgewicht zwischen Rippenabstand, Rippenhöhe und Oberflächengröße zu finden.

Vor der Auslegung des Kühlkörpers ist es wichtig festzulegen, welche Ausrichtung der Kühlkörper in der Anwendung hat. Sollte das im Vorfeld nicht möglich sein oder falls die Anwendung in unterschiedlichen Positionen betrieben wird, ist immer

Eine unpassende Ausrichtung der Kühlrippen sorgt für einen Wärmestau. Dadurch sinkt die Effektivität des Kühlkörpers.



vom Worst Case auszugehen. Bei einer parallelen Ausrichtung der Kühlrippen zur Luftströmung, also parallel zur Gravitation, findet die effektivste Entwärmung statt. Dadurch wird der sogenannte Kamineffekt begünstigt. Durch die Abgabe der Wärme vom Kühlkörper an die umgebende Luft und durch die unterschiedliche Dichte von kalter und warmer Luft steigt die warme Luft nach oben. Eine natürliche Konvektion entsteht. Kalte Luft kann von nach unten geöffneten Rippen angesaugt werden. Dadurch ist der Temperaturunterschied immer möglichst groß und der Kühlkörper arbeitet am effektivsten. Bei einer Drehung um 90 Grad sinkt die Effektivität hingegen. Zwar wird immer noch Wärme an die Umgebung abgegeben, durch den ausbleibenden Kamineffekt allerdings nicht mehr so viel. Die oberen Rippen verhindern, dass die warme Luft durch die natürliche Konvektion nach oben strömt. Die unteren Rippen unterbinden, dass kalte Luft von unten nachströmt.

Bei der erzwungenen Konvektion spielt die Ausrichtung hingegen lediglich eine untergeordnete Rolle. Eine erzwungene Konvektion entsteht typischerweise durch die Verwendung eines Lüftermotors. Dabei ist die Geschwindigkeit der induzierten Luft höher als die der natürlichen Konvektion und überlagert diese somit. Die Ausrichtung ist deshalb nicht mehr so entscheidend für die Kühlleistung.

Paste, Kleber oder Folie

Luft ist, mit einer Wärmeleitfähigkeit von 0,0263W/mK, einer der schlechtesten Wärmeleiter überhaupt. Deshalb sollten Lufteinschlüsse bei der Befestigung des Bauteils vermieden werden. Lufteinschlüsse entstehen durch Unebenheiten und Toleranzen, sowie Rauheit und Unebenheiten im Bauteil und im Kühlkörper, die sich nie ganz verhindern lassen. Mit Hilfe mechanischer Bearbeitung und passendem Wärmeleitmaterial können sie aber ausgeglichen werden. Wärmeleitmaterial zeichnet sich

dadurch aus, dass die Wärmeleitfähigkeit immer besser ist als die von Luft.

Bei der Auswahl des Wärmeleitmaterials stehen verschiedene Materialien zur Verfügung. Welche am besten geeignet ist, hängt stark von dem Einsatzgebiet ab. Die drei Hauptgrundtypen sind Wärmeleitfolien, Wärmeleitkleber und Wärmeleitpasten. Sie unterscheiden sich in der Verwendung, der elektrischen Isolation, der Schichtdicke und der Wärmeleitfähigkeit. Die folgende Formel zeigt, wie die Wärmeleitfähigkeit und die Schichtdicke in die Berechnung des Wärmewiderstandes für das Wärmeleitmaterial mit eingehen (d = Dicke oder Länge des Wärmeweges in m, λ = Wärmeleitfähigkeit des Materials in W/mK A = Querschnittsfläche der Kontaktfläche in m^2):

$$R_{thgG} = \frac{d}{\lambda \cdot A}$$

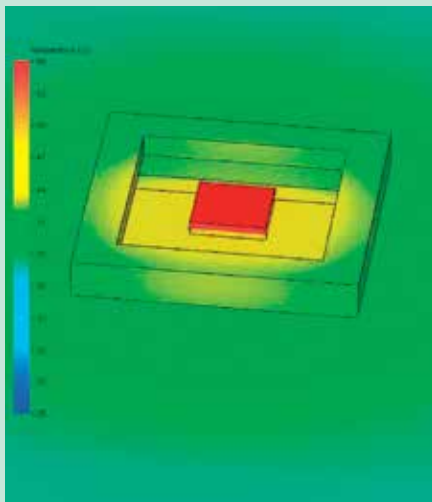
Wärmeleitpasten und -kleber werden in der Regel mit einer sehr geringen Schichtstärke von ungefähr 50 μm aufgebracht. Das führt zu einem geringen Wärmewiderstand. Hierzu sollten die Oberflächen im Hinblick auf Toleranzen allerdings fast ideal sein. Falls das nicht gewährleistet werden kann, oder die Handhabung mit Pasten oder Klebern zu aufwendig ist, greifen viele Hersteller auf Folien zurück. Sie haben mit einer größeren Stärke einen höheren Wärmewiderstand, können aber auch Luftspalte bis zu einer Stärke von 5 mm ausgleichen.

Durch die zahlreichen verschiedenen Faktoren des Wärmemanagements ist es in vielen Fällen nicht einfach, das perfekte Zusammenspiel der einzelnen Komponenten zu finden. Dennoch ist es entscheidend, das Wärmemanagement ausreichend gut auszulagern. Das sorgt dafür, dass die elektronischen Bauteile keinen Schaden nehmen und ihre Lebensdauer vollständig ausschöpfen können. □

TRENDS

KÜHLUNG FÜR ELEKTRONIK

Leistungsfähigere und gleichzeitig kleinere Elektronik sorgt für eine größere Hitzeentwicklung. Dadurch steigt das Risiko eines temperaturbedingten Ausfalls. Gut, dass es auch bei der Kühlung Fortschritte gibt.



Ausbildung im Wärmemanagement

Thermische Simulation

Je komplexer die Elektronik, desto schwieriger ist auch das passende Wärmemanagement. Um dieses sinnvoll umzusetzen, bietet sich der Einsatz von Simulationswerkzeugen an. Mit der CFD-Software 6SigmaET lässt sich die Hitzeentwicklung in elektronischen Geräten nachbilden. Durch die kombinierte Betrachtung von Wärmeleitung, Konvektion und Energieaustausch durch Wärmestrahlung ist es möglich, den jeweilige Ist-Zustand realistisch zu ermitteln. Damit Ingenieure den Umgang mit 6SigmaET beherrschen, bietet der Dienstleister **Alpha-Numerics** Schulungen für die Software an.



Hochleistungskühlkörper

Modulare Bauweise

Für den Einsatz in kleinen Frequenzumrichtern, Telekommunikationssystemen und der Datenverarbeitung eignen sich kompakte und effiziente SuperPower-Hochleistungskühlkörper aus einer Aluminiumlegierung. Die von **CTX Thermal Solutions** angebotenen Modelle basieren auf einem standardisierten Modulbaukasten, aus dem sich anwendungsspezifische Kühlkörper fertigen lassen. Sie erreichen fast die gleiche Kühlleistung wie Flüssigkeitskühlkörper, sind jedoch deutlich kostengünstiger. Sie sind um bis zu 40 Prozent leichter und kompakter als herkömmlicher Strangpressprofile.



Phase-Change-Materialien

Hohe Leistungsfähigkeit

Phase-Change-Wärmeleitmaterialien sind eine gute Alternative zu herkömmlichen Wärmeleitpasten. Das Unternehmen **Fischer Elektronik** führt neue Materialtypen, die hohe thermische Leistungsfähigkeit mit einer einfachen Aufbringung auf die zu kontaktierenden Oberflächen kombinieren. Die Materialien FSF 15 P und FSF 20 P sind im Anlieferungszustand fest und beginnen bei einer Temperatur von 52 beziehungsweise 48 °C zu fließen. Hierdurch werden mikroskopisch kleine Unebenheiten zwischen der Wärmequelle und beispielsweise einer Wärmesenke ausgeglichen.

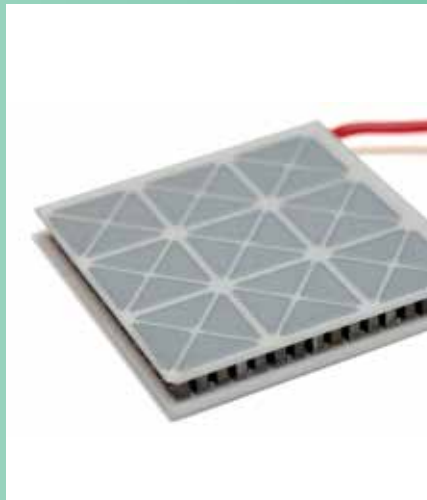
COOL



Chips auf Package Level kühlen

15 °C pro 100 W/cm²

Imec hat eine Möglichkeit vorgestellt, um Chips auf Package Level zu kühlen. Sie richtet sich vor allem an Hochleistungsanwendungen, wie zum Beispiel 3D-Chips. Als Kühlmittel kommen dabei Polymere zum Einsatz. Ein großer Vorteil des neuen Konzept ist Imec zufolge die deutlich geringere Größe im Vergleich zu bestehenden Kühllösungen. Vor dem Hintergrund der immer stärkeren Miniaturisierung von Chips, spielt auch die Größe der Kühlung eine stärkere Rolle. Imec zufolge soll die Kühllösung für eine Temperaturerhöhung von weniger als 15 °C pro 100 W/cm² sorgen.



Thermal Interface Material

PCM für Peltierelemente

Das Unternehmen Telemeter Electronic hat ein neues Phase-Change-Material vorgestellt. Bei ihm handelt es sich um ein Thermal Interface Material (TIM). Telemeter bietet das Material in Verbindung mit Peltierelementen an. Dem Unternehmen zufolge eignet es sich besonders gut bei großen Stückzahlen, um eine gute thermische Anbindung zwischen den Peltierelementen und den Kühlkörpern oder Bauteilen zu schaffen. Es soll sich sehr einfach verwenden lassen, raue Oberflächen und Unebenheiten gut ausgleichen und für eine erhöhte Prozesssicherheit beim Verbauen der Peltierelemente sorgen.

fischer

elektronik

kühlen schützen verbinden

Strangkühlkörper

- umfangreiches Standardprogramm
- zeitoptimierte, automatische Lagerhaltung für kürzere Lieferzeiten
- kundenspezifische Fräsbearbeitungen
- losgrößenoptimierte Fertigung
- diverse Oberflächenausführungen
- Sonderprofile nach Ihren Vorgaben



Mehr erfahren Sie hier:
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





THERMISCHE INTERFACE MATERIALIEN FÜR LEDs

Wider den Hitzetod

Eine passende Kühlung ist von zentraler Bedeutung für LEDs. Sie verhindert nicht nur Ausfälle aufgrund von Überhitzung, sondern erhöht auch die Lebensdauer dramatisch. Eine entscheidende Rolle kommt dabei den thermischen Interface Materialien (TIM) zu. Von ihnen gibt es mittlerweile eine große Auswahl. Aber nicht alle von ihnen eignen sich für jede Anwendung - ein Überblick über die gängigen Materialien und ihre Vor- und Nachteile.

TEXT: Wolfgang Reitberger-Kunze, ICT Suedwerk

BILDER: ICT Suedwerk; iStock, Michal Staniewski

Den meisten LED-Anwendern dürfte mittlerweile bekannt sein, dass Halbleiter den größten Teil der elektrischen Leistung als Verlustleistung in Wärme umsetzen. Dennoch wird dem effektiven Wärmepfad immer noch zu wenig Aufmerksamkeit geschenkt. Viele Entwickler gehen davon aus, dass sich LEDs nicht stark erwärmen und ein nicht ausreichendes Wärmemanagement unmittelbar zu einem Totalausfall führen kann.

Die Lichtemission einer LED steigt durch eine höhere elektrische Leistung ihrer Energiequelle. Das erhöht aber zwangsläufig auch die in der LED transformierte Joule'sche Wärme. Steigt nun diese Temperatur signifikant an, sinkt die Lebensdauer. LED-Hersteller erreichen mittlerweile durch besondere Bauformen der LED und der Platinen eine sehr effektive Wärmeabfuhr vom Chip. Damit ermöglichen sie eine höhere Lichtausbeute, ohne die Lebensdauer signifikant zu verringern. Hohe oder stark schwankende Umgebungstemperaturen, in Verbindung mit einem schlechten Wärmepfad, können diese erreichte Lebensdauer aber wieder erheblich verkürzen.

Lebensdauer sinkt von 50.000 auf 100 Stunden

LEDs sollten vom Anwender deshalb stets mit einem Sicherheitsabstand von zirka 25 bis 30 Prozent unterhalb der laut Hersteller maximal zulässigen Sperrschichttemperatur (T_{jmax})

betrieben werden. Eine typische Angabe dafür ist zum Beispiel $T_{jmax} = 120\text{ °C}$. Die Sperrschicht im Halbleiter ist für Messungen in der Regel schwer zugänglich. Deshalb wird stattdessen meist die Arbeitstemperatur T_s am Lötkontakt, dem sogenannten Solder Point, herangezogen und die Differenz zur Sperrschichttemperatur geschätzt. Einige Hersteller haben inzwischen aber auch an definierten Stellen sogenannte Messpunkte installiert, was die Einschätzung erleichtert. Wie weit die Temperatur genau abweichen sollte, gibt der Korrekturwert T_c an. Er ergibt sich aus dem Wärmewiderstand R_{th} der LED, sowie der Vorwärtsspannung UF und dem Vorwärtsstrom IF . Für eine einfache 4-W-LED ergibt sich bei 25 °C Umgebungstemperatur folgende Rechnung:

$$T_c = R_{th} \cdot IF \cdot UF = 6\text{ °C/W} \times 0,56\text{ A} \times 9,3\text{ V} = 31,25\text{ °C}$$

$$T_{smax} = T_{jmax} - T_c = 120\text{ °C} - 31,25\text{ °C} = 88,75\text{ °C}$$

Eine für $T_{jmax} = 120\text{ °C}$ spezifizizierte LED darf somit höchstens bei einer maximalen Arbeitstemperatur von $88,75\text{ °C}$ betrieben werden. Besser sind aber 30 bis 35 °C darunter. Steigt bei LEDs mittlerer Helligkeitsgruppen die Arbeitstemperatur T_s von 25 auf 85 °C , fällt die mittlere Lebensdauer bereits auf ein Fünftel, also von etwa 50.000 auf nur mehr 10.000 Betriebsstunden. Im grenzwertigen Einsatz bei $T_s \approx 150\text{ °C}$ und $T_j \approx 175\text{ °C}$ bricht die mittlere Lebensdauer sogar auf nur noch 100 Betriebsstunden ein.

Ein wichtiger Parameter bei der Entwicklung des thermischen Managements einer LED ist ihr Wärmewiderstand (R_{th}), der unabhängig von den Umgebungsbedingungen angegeben wird. Er nimmt ab, je größer die Kontaktfläche A , je höher die thermische Leitfähigkeit k und je kleiner die Schichtdicke d ist:

$$R_{th} = d / (k \times A)$$

Der thermische Gesamtübergangswiderstand ($R_{th(total)}$) wird meist in der Einheit K/W (oder $°C/W$) angegeben und setzt sich wie folgt zusammen:

$$R_{th(total)} = R_{th(JS)} + R_{th(SB)} + R_{th(BA)}$$

Dabei stehen die Indizes J, S, B und A für Sperrschicht (Junction), Lötstelle (Solder Point), Grundplatte (Board) und Umgebung (Ambient). Der Entwickler muss nicht nur die Wärmeübergangswiderstände $R_{th(JS)}$ innerhalb der LED und $R_{th(BA)}$ der LED zur Umgebung kennen, sondern auch den thermischen Kontaktwiderstand $R_{th(SB)}$ zwischen Lötstelle und Platine. Um diesen

Widerstand gering zu halten und unabhängig von der Bearbeitungsqualität der Oberflächen optimale Kontaktierung zu gewährleisten, wird zwischen Grundplatte und Wärmesenke eine dünne Schicht eines sehr gut wärmeleitenden Thermal-Interface-Materials (TIM) eingebracht. Wenn ein Aufbau diese Parameter berücksichtigt, kann er die Arbeitstemperatur einhalten, ohne die Sperrschichttemperatur zu überschreiten.

In der Praxis treten im Leuchtmittelaufbau aber immer erhebliche baugruppenbezogene mechanische Abweichungen auf. Um diese zu berücksichtigen, müssen weitere Faktoren ermittelt werden. Diese Werte muss man in den thermischen Kontaktwiderstand mit einbeziehen. Sie haben wesentlichen Einfluss auf den Wärmefluss zwischen den beteiligten Oberflächen. Diese weisen immer eine Rauheit auf. Die in den Unebenheiten eingeschlossene Luft verschlechtert mit ihrem sehr geringen thermischen Leitwert den Wärmeübergang und verringert die effektive Kontaktfläche. Der Wärmewiderstand $R_{th(Kontakt)}$ ist immer abhängig von der tatsächlichen Fläche, der Oberflächengüte, der Ebenheit, der mechanischen Anpassungsfähigkeit des Wärmeleitmaterials und nicht zu vergessen dem Druck. In der Praxis sind die Abmessungen der Kontaktflächen meist durch die Komponentengehäuse vorgegeben. Die Mindestdicke des Wärmeleitmaterials wird beispielsweise bestimmt durch seine Durchschlagfestigkeit und durch Unebenheiten oder Grate, die es ausgleichen muss.

Welches Wärmeleitmaterial ist am geeignetsten?

Der Schlüssel zur richtigen TIM-Auswahl liegt in der guten Kenntnis der Elektronik der Anwendung. Folgende Faktoren sollten bekannt sein: thermische Impedanz und Leitfähigkeit, Spaltgröße zwischen der Wärmequelle und dem Kühler, Ebenheit der Oberflächen, elektrische Isolationsfähigkeit, Kompressibilität, sicherer Temperaturbereich, UL-Entflammbarkeit, Anteil von Silikonen und die Ausgasungsrate, Verarbeitbarkeit sowie Langzeitstabilität und Zuverlässigkeit.

Wärmeleitpaste

Wärmeleitpasten werden von vielen Entwicklern seit Jahrzehnten als das bestgeeignete TIM gesehen. Die häufigsten Argumente für sie sind ihre angeblich geringen Kosten und, dass sie sich bei Bedarf sehr schnell und auch in großen Mengen auftragen lassen. Generell ist Wärmeleitpaste kein schlechtes TIM. Sie hat sich in vielen Anwendungen bewährt. Der Einsatz von Wärmeleitpaste bringt aber nur dann Vorteile, wenn gewissen



Die Auswahl des falschen thermischen Interface Materials kann zum Totalausfall von LEDs führen.

Parameter eingehalten werden. Bereits 2008 haben Entwickler von Tyco nach aufwendigen Langzeittestreihen bei IGBT Modulen ohne Kupferbodenplatte festgestellt, dass bei einer garantierten homogenen Schichtdicke der Wärmeleitpaste von 20 μm der R_{th} bei 1,3 K/W liegt. Bei einer nicht homogen aufgetragenen Schichtdicke von 150 μm beträgt er hingegen 4,0 K/W. Diese immense Steigerung um 300 Prozent hat einen fatalen Einfluss auf die Wärmeableitung des Moduls. Werden Wärmeleitpasten bei Anwendungen mit hohen Anforderungen an die Lebensdauer verwendet, ist zudem ein speziell abgestimmtes Vorgehen beim Design und der Materialkombinationen des Gesamtsystems notwendig. Deshalb ist bei allen Leistungsmodulen egal ob IGBT oder LED eine genaue Kontrolle der Schichtdicke der Wärmeleitpaste sehr wichtig. Weniger ist dabei oft mehr.

Grafitfolien

Grafit hat eine hervorragende Wärmeleitfähigkeit, sowie bei einem Reinheitsgrad von 97 bis 99 Prozent eine hohe Temperaturbeständigkeit bis 450 °C. Hochleistungsgrafite weisen sogar eine Temperaturfestigkeit bis 650 °C auf. Grafit eignet sich besser als die meisten anderen Materialien zur Entwärmung von LEDs. Da diese Art von Grafitfolien aus

kompaktierten Flocken bestehen, ist ihre Wärmeleitung anisotrop: Sie bewirken eine besonders schnelle Wärmespreizung in X-Y-Richtung, aber auch eine effiziente Wärmeableitung in Z-Richtung.

Synthetische Graphen- und Grafitfolien

In jüngerer Zeit gewinnen auch immer öfter sogenannte synthetische Graphenfolien an Bedeutung für die effiziente Wärmepfadgestaltung bei High-Power-LEDs. Diese Produktvariante verfügt ebenfalls über eine gewisse Materialweichheit, ist somit leicht kompressibel. Gegenüber den herkömmlichen Grafitfolien weist die synthetischen Graphene aber eine deutlich höhere Wärmeleitfähigkeit in die anisotrope Richtung aus. Zudem sind Schichtdicken von weniger als 80 μm möglich und am Markt auch erhältlich. Mit solchen Schichtdicken können je nach Druckbeaufschlagung und Performance der Kontaktflächen Übergangswiderstände von unter 0,04 K/W pro in^2 erreicht werden. Preislich sind diese Produkte zwar zurzeit noch etwas teurer, aber es entstehen immer mehr Anbieter, was zu einer Preisreduzierung führen wird.

Der sinnvolle Einsatzbereich dieser Interface-Materialien sind Anwendungen, die Wärme effizient und schnell von

Punktquellen (Hotspot) ableiten müssen. Reine Grafit- und synthetische Graphenfolien sind allerdings nicht elektrisch isolierend und können nur minimale Oberflächenunebenheiten, wie leichte Kratzer, ausgleichen. Voraussetzung für einen optimalen Wärmefluss ist daher eine entsprechend hohe Oberflächengüte.

Polyimidfolien

Polyimidfolien werden vorwiegend zur elektrischen Isolation in Bauelementen eingesetzt. Sie weisen eine sehr hohe elektrische Durchschlagsfestigkeit auf und sind mechanisch zäh und flexibel. Trotz ihrer relativ geringen Wärmeleitfähigkeit eignen sie sich bei geringen Dicken von 25 bis 125 μm aufgrund ihres niedrigen Wärmeübergangswiderstandes auch als Wärmeleitmaterial. Voraussetzung ist jedoch eine sehr gute Oberflächenbearbeitung, da die feste Struktur der Polyimidfolie keine Hohlräume ausgleicht. Durch ihre Stabilität sind sie hervorragend als Substratträger zur Beschichtung mit wärmeleitendem Silikon sowie mit phasenwechselndem Wärmeleitwachs geeignet.

Phasenwechselmaterialien

Bei Phasenwechselmaterialien handelt es sich um eine Wärmeleitwachsmischung, die bei 50 bis 60 °C ihre Konsistenz von

fest in weich verändert und die natürlichen Rauheiten der Oberflächen benetzt. Das Volumen erhöht sich dabei etwa um 10 Prozent. Dadurch werden alle Luft einschüsse ausgetrieben, was für eine hervorragende thermische Verbindung sorgt. Bei Unterschreiten der Temperatur kehrt das Medium wieder in den festen Zustand zurück. Die Verbindung der Kontaktflächen verschlechtert sich dadurch nicht. Diese Methode erzielt in der Regel den geringstmöglichen Wärmeübergangswiderstand. Phasenwechselnde Materialien sind in Folienform erhältlich, deren Verarbeitung relativ aufwändig ist, oder beidseitig auf einem sehr dünnen Substratträger aufgebracht. Dieser ist je nach Anforderung elektrisch isolierend oder leitend.

Wärmeleitende Klebefolien

Wärmeleitende Klebefolien beruhen in der Regel auf Acryl, sind mit wärmeleitenden Keramikfüllstoffen versetzt und druckempfindlich. Sie sind als Folien oder Bänder in verschiedenen Dicken erhältlich, verfügen über ausgezeichnete elektrische Isoliereigenschaften und eine gute Wärmeleitfähigkeit. Durch die weiche Oberflächenbeschaffenheit können sie sich auch unebenen Substraten sehr gut anpassen und die Kontaktflächen flächig benetzen. Dadurch erreichen sie bei zusätzlichem Einsatz von Druck mittels Verschraubung einen sehr geringen Wärmeübergangswiderstand, bieten eine große Klebkraft sowie eine ideale Wärmekopplung. In der Regel verfügen sie auch über eine gute Wärmebeständigkeit.

Elastomere

Das gebräuchlichste Elastomer ist Silikonkautschuk. Es verfügt über eine hohe elektrische Durchschlagfestigkeit,

gute chemische Stabilität und eine hohe Temperaturbeständigkeit. Die thermische Leitfähigkeit bei gleichzeitig hoher Isolationsfestigkeit wird bei Silikon durch Beimischung thermischer Keramiken erreicht, etwa Silica, AL₂O₃ oder Aluminiumnitrid. Je höher ihr Anteil ist, desto besser ist die Wärmeleitfähigkeit, desto höher aber auch der Härtegrad des Materials.

Silikon ist sehr isolationsfest, alterungsbeständig, weich und anpassungsfähig. Durch seine Weichheit kann es relativ leicht mechanisch bearbeitet werden, was die Herstellung komplexer Geometrien ermöglicht. Die Folien weisen üblicherweise eine maximale Wärmeleitfähigkeit von 1 bis 5 W/Km auf, in Sonderfällen auch 10 bis 15 W/Km. Sie sind erhältlich in einer Dicke von 0,1 bis 15 mm. Für eine höhere mechanische Stabilität können sie glaserverstärkt oder auf einen Substratträger aufgebracht werden.

Um die Montage zu vereinfachen, werden die Materialien auch einseitig oder beidseitig haftend angeboten. Folien dicker als 0,5 mm werden in der Regel als Gap-Filler genutzt, die durch ihre weiche Konsistenz Toleranzen und Unebenheiten wärmetechnisch gut ausgleichen. Die Kompressionsrate beträgt hierbei maximal 40 Prozent, je nach Härte und Füllungsgrad. Durch richtige Wahl des Anpressdrucks lässt sich somit der geringstmögliche Wärmeübergangswiderstand erreichen. Silikon weist jedoch ein Ausgasen auf, was in manchen Applikationen nicht erwünscht ist.

Wärmemanagement: Fachleute gefragt

Die rasante Entwicklung und die wachsende Leistungsdichte von Hochleis-

tungs-LEDs stellt Hersteller und Anwender vor Herausforderungen im Wärmemanagement. Damit LEDs keinen Schaden nehmen, sollten bei der Entwicklung von Beleuchtungsanwendungen von Beginn an Fachleute des thermischen Managements mitwirken. Sie kennen die funktionellen und Zuverlässigkeitsanforderungen, die Stressbedingungen für die TIM-Folie und benennen die topographischen Verhältnisse, wie Wölbung und Oberflächenrauheit. Mit ihrem Wissen wählen sie die optimale TIM-Folie und lassen deren Eigenschaften in die Simulation einfließen, was sich positiv auf die Lebensdauer und Betriebssicherheit der LED auswirkt. □

Spar Watt
SUNON®

schukat.com

SCHUKAT
electronic

austerlitz electronic DE&E

Anschrift

austerlitz electronic gmbh
Ludwig-Feuerbach-Straße 38
90489 Nürnberg, Germany
T +49/911/59747-0
F +49/911/59747-19
info@austerlitz-electronic.de
www.austerlitz-electronic.de

austerlitz electronic liebt die Herausforderung!

Wo immer bei unseren internationalen Kunden große Leistung große Wärme erzeugt, entwickeln wir individuell passende und besonders leistungsstarke Halbleiter-Kühlkörper.

FIRMENPROFIL

GRÜNDUNGSJAHR

1968

MITARBEITER

80

PRODUKTLINIE

- Kühlprofile in Standard-Versionen sowie individuellen Ausführungen
- Flüssigkeitskühler in standard und kundenspezifischen Ausführungen
- Kühlsysteme mit Lüfter
- Kundenspezifische Bearbeitung
- Oberflächenveredelung: Kleben und Beschichten
- wärmeleitend isolieren
- Multilayer Busbars und Stromschienen

ZERTIFIZIERUNGEN

- ISO 9001:2015
- AEO-C

Wir machen Herausforderungen zur Serie

Unser Entwicklungsteam am Stammsitz in Nürnberg wirft seine außergewöhnliche Ingenieurskunst Tag für Tag in die Waagschale, um immer die passendste, effizienteste und nachhaltigste Kühltechnik zu kreieren. Unsere kreativen Köpfe investieren laufend viel Leidenschaft in bessere Ideen für bessere Technik, die schnellstens in Serie gehen kann. Egal, wie groß diese Serie ausfällt.

Was bekommen Sie bei austerlitz electronic?

- individuelle Kühlsysteme für Halbleiter
- einzigartige Flüssigkeitskühler
- leistungsstarke Lüfter-Kühlsysteme
- hochwertige An- und Weiterverarbeitung: CNC-Fräsen, Oberflächenveredelung, Kleben und Beschichten
- Standard-Kühlsysteme
- passendes Zubehör
- Multilayer Busbars und Stromschienen

Alles sorgfältig in Deutschland produziert!



SIND SIE
HEISS AUF
KÜHLSYSTEME?

Einzigartige Technologie mit echten Vorteilen

Gerade in Sachen Flüssigkeitskühlung ist austerlitz electronic absolut führend – mit ausgereifter Technik, deren wahre Wirkung im Detail steckt. Denn nur das Ergebnis zählt: Unsere Kunden profitieren erheblich von einer dauerhaft besseren Wärmeableitung der Kühlsysteme.

Im Einsatz auf der ganzen Welt

Kunden schätzen an austerlitz electronic vor allem die große Flexibilität und das hohe technische Know-how. Beides treibt unser hoch motiviertes Team täglich zu neuen Höchstleistungen an. Kunden aus der Industrie, Medizintechnik, Vertreter des internationalen Bahn- und Nahverkehrs, Hersteller erneuerbarer Energien oder E-Mobilität setzen nur auf höchste Qualität und sind damit eine echte Auszeichnung für austerlitz electronic.

Was ist mit Ihnen?

Wann dürfen wir Ihnen unser traditionsreiches Unternehmen vorstellen? In einem persönlichen Gespräch erzählen wir Ihnen gerne, welche Herausforderungen wir schon gemeistert haben. Oder noch viel besser: Wir hören Ihnen zu. Und meistern anschließend Ihre Herausforderungen.

Wir sind schon ganz heiß... ☐



Anschrift

CTX Thermal Solutions GmbH
 Lötscher Weg 104
 41334 Nettetal, Germany
 T +49/2153/7374-0
 F +49/2153/7374-10
 info@ctx.eu
 www.ctx.eu

Leistungselektronik perfekt kühlen

Kühlkörper der CTX Thermal Solutions GmbH (CTX) sichern die Funktionalität elektronischer Bauteile.

Moderne Leistungselektronik zeichnet sich durch eine hohe Leistungsdichte und damit eine hohe thermische Belastung aus. Zur Wahrung einer zuverlässigen Funktion und langen Lebensdauer ist eine effiziente Kühlung unabdingbar. CTX verfügt als Spezialist für applikationsspezifische und Standard-Kühlösungen über eine umfas-

sende technische Kompetenz im Bereich Wärmebeherrschung und Kühlung von Leistungselektronik. Das Unternehmen mit Sitz im nordrhein-westfälischen Nettetal besitzt langjährige Erfahrung in Design und Vermarktung von Kühllösungen und liefert passgenaue Kühlkörper für Anwendungen in den unterschiedlichsten Branchen.

Außergewöhnlich breites Produktportfolio

Vom Wettbewerb differenziert sich CTX durch das außergewöhnlich breite Angebot an Kühlkörpern und Kühlkonzepten. Neben sofort lieferbaren Standardausführungen umfasst das CTX-Kühlkörper-Portfolio auch spezielle, maßangefertigte Kühllösungen. Dazu zählen Kühlelemente für die Hochleistungselektronik, die Automobil-, Haushalts- und Unterhaltungselektronik sowie für industrielle Netzteile, Computer und für den Bereich der regenerativen Energien, der Haustechnik und der LED-Kühlung. Die Kühlkörper reichen von nur wenigen Millimeter großen und einige Gramm leichten Kühlelementen für SMD-Bauteile bis hin zu zwei Meter langen und 200 Kilo schweren Kühlkörpern für Wechselrichter in der Eisenbahntechnik. Auch die Kühlungsarten sind so unterschiedlich wie die Anwendung selbst: von natürlicher Konvektion über Luftkühlung mit Gebläsen bis hin zu Wärmetransport durch Flüssigkeiten oder Heatpipes zur Kühlung von Halbleiterelementen.

Passiv, aktiv oder flüssigkeitsgekühlt

Die Art der Kühllösung ergibt sich aus den Platz- und Einbauverhältnissen in Abhän-

gigkeit zur Verlustleistung des zu kühlenden elektronischen Bauteils. Diese Parameter bestimmen, ob eine passive Kühlung mit natürlicher Konvektion ausreicht oder ob die Höhe der Verlustleistung eine aktive Kühlung mit Lüfterunterstützung erforderlich macht. Reicht auch eine forcierte Kühlung nicht aus, wird auf Flüssigkeitskühlung zurückgegriffen. „Wann immer Bauraum und Verlustleistung es erlauben, sollte aus Gründen der Langzeitverlässigkeit und Kosten die Wahl auf eine lautlose passive und damit wartungsfreie Kühllösung fallen“, rät Wilfried Schmitz, Geschäftsführer von CTX. Das Unternehmen bietet für diese Art der Kühlung verschiedenste Profilkühlkörper aus Aluminium-Strangguss in den unterschiedlichsten Ausführungen. Auch bei SMD- und Leiterplattenkühlkörpern lässt das Angebot an Standard- sowie projektspezifischen Kühllösungen nichts zu wünschen übrig. Speziell für Embedded-Systeme und Industriecomputer bietet CTX passgenaue, CNC-gefertigte Lösungen an, darunter Kühlkörper mit Kupfer-Inlay zur direkten Installation am Hotspot und Heatspreader-Lösungen mit integrierten Heatpipes sowie Lüftern.

Entscheidungshilfe

Bei der optimalen Dimensionierung der Kühllösung und der Klärung der Frage nach passiver oder aktiver Kühlung kann eine thermische Simulation helfen. Der Vorteil: Durch die Simulation entfällt der kostspielige Part der Prototypenfertigung oder wird mindestens drastisch reduziert. □



GRÜNDUNGSJAHR

1997

MITARBEITER

24

PRODUKTE

- Hochleistungs-Kühlkörper in Modulbauweise
- Flüssigkeits-Kühlkörper
- Druckguss-Kühlkörper
- Profil-Kühlkörper, CNC-bearbeitet
- Embedded-Kühlkörper
- Clipse und Federn
- Gehäuse
- Industrielle Lüfter zur Kühlung von Computern, Bürotechnik, Medizintechnik etc.
- Drehknöpfe

ZERTIFIZIERUNGSSTAND

ISO 9001:2015, ISO 14001:2009



Anschrift

Fischer Elektronik GmbH & Co. KG
 Nottebohmstraße 28
 58511 Lüdenscheid, Germany
 T +49/2351/435-0
 F +49/2351/45754
 info@fischerelektronik.de
 www.fischerelektronik.de

Firmenprofil

Fischer Elektronik, gegründet 1968, ist der führende europäische Anbieter von mechanischem Zubehör für die Elektro- und Elektronikbranche. Am Hauptsitz in Lüdenscheid, Nordrhein-Westfalen, wird mit mehr als 400 Mitarbeitern in der Verwaltung und Produktion auf einem über 28.000 m² großen Firmengelände unter optimalen technischen Bedingungen produziert. Auf die Anwendung modernster Techniken und Produktionsverfahren sowie konsequente Produktinnovation und Flexibilität in der Fertigung wird größter Wert gelegt.

Durch einen eigenen Werkzeugbau, eine Kunststoffspritzerei, eine Siebdruckerei sowie die zur Firmengruppe gehörende Fischer Oberflächenveredelung GmbH ist eine hohe Fertigungstiefe gewährleistet.

Eine gute Ausbildung des eigenen Berufsnachwuchses sowohl im kaufmännischen als auch im gewerblichen Bereich wird großgeschrieben. Um den Bedarf an qualifizierten Facharbeitern zu decken, wurde beispielsweise in den vergangenen Jahren intensiv in

die Einrichtung einer Lehrwerkstatt investiert.

Eigene Verkaufsbüros in Österreich, der Tschechischen Republik sowie der Slowakei sichern Fischer Elektronik den Zugang zu den Märkten im Osten Europas. Langjährige Vertriebspartner im In- und Ausland ermöglichen es, die Produkte weltweit in mehr als 90 Länder zu verkaufen.

Namhafte Branchen- und Marktführer designen Fischer Elektronik Produkte in ihre Entwicklungen ein. Mit mehr als 17.000 Kunden der Elektro- und Elektronikindustrie ist Fischer Elektronik eine bedeutende Marke für mechanische Elektronikkomponenten, die auch in den Katalogen der wichtigsten international tätigen Katalogdistributoren zu finden ist.

Die Anzahl der Standardartikel unter Berücksichtigung verschiedener Produktattribute umfasst weit mehr als 75.000 Einzelartikel, die man in dem am Markt bekannten dreiteiligen Produktkatalog wiederfindet. Die Kernkompetenzen liegen in den Bereichen:

- Kühlkörper und Systeme für die Halbleiterentwärmung,
- ein komplettes 19" Aufbausystem und systemunabhängige Gehäuselösungen sowie
- Steckverbindungen rund um die Leiterplatte.

Die Vorhaltung eines Lagers für mehr als 650 verschiedene Aluminium-Kühlkörperprofile sowie die Möglichkeit, aus Standardprodukten spezielle, kundenspezifisch bearbeitete

Lösungen zu generieren, die in puncto Stückzahl, Qualität und Preis den vielfältigen Kundenanforderungen entsprechen, zählen zu den absoluten Stärken des Unternehmens.

Hohe Qualitätsstandards sowie die Fokussierung auf die Wünsche der Kunden gehören ausdrücklich zur Unternehmensphilosophie.

Produkte

- Kühlkörper und Systeme zur Halbleiterentwärmung
- Wärmeleitmaterialien
- Gehäuse
- 19" Technik
- Board Level-Steckverbinder

Märkte Elektronikhersteller aller Branchen

- OEM
- CEM
- Handel Deutschland, Europa und Übersee

Hauptdifferenzierung

- Kundenspezifische Lösungen
- Flexible Fertigung
- Hohe Produktvarianz
- Hohe Fertigungstiefe
- Beratungskompetenz

Zertifizierungsstand

- ISO 9001
- ISO 14001
- ISO 27001
- AEO-C





Anschrift

ICT SUEDWERK GmbH
 Bajuwarenring 12 a
 82041 Oberhaching, Germany
 T +49/89/2123102-0
 info@ict-suedwerk.de
 www.ict-suedwerk.de

Gründungsjahr

2017

Angebot-Leistungsumfang

- Wärmemanagementlösungen und Wärmeleitmaterialien
- Beratung von der Vorentwicklung bis zur Serienproduktion
- Kundenspezifische Lösungen
- Lohnfertigung

Produktportfolio

Wärmeleitende und elektrisch isolierende Materialien:

- Hochwärmeleitende TC Sheets
- Gapfiller-Silikon- und Silikonfreie Folien
- Wärmeleitwachsbeschichtete Polyimidfolien
- Wärmeleitende Kappen und Silikonschläuche
- Wärmeleitende Keramiken

Wärmeleitende elektrisch nicht-isolierende Materialien:

- Wärmeleitwachsbeschichtete Aluminiumfolien
- Wärmeleitwachs (freestanding-films)
- Graphitfolien und synthetische Graphenfolien
- Abschirmfolien sowie Metall- und weitere Kunststofffolien

Elektrisch isolierende Flächenmaterialien und Isolierbuchsen

Kurzprofil

Von der Vorentwicklung bis hin zur Serienproduktion bieten wir thermische Wärmemanagementlösungen; insbesondere für Leistungshalbleiter und aktive elektronische Bauelemente in der Leistungselektronik. Wir erarbeiten für - und mit - unseren Kunden individuelle hochwertige Lösungen mit Thermal Interface Materialien. Technische und institutionelle Beratung sowie modernste In-house-Fertigung vervollständigen unser Portfolio.

„Die Key-Notes von ICT SUEDWERK sind Innovation, Kompetenz sowie höchste Qualität in Verbindung mit schneller Lieferung ...“

Wolfgang Reitberger-Kunze, CEO und Inhaber



Zielmärkte

- Unternehmen aus der Elektronikindustrie - Leistungselektronik / Mikroelektronik - und dem Maschinenbau, aber auch Automotive, Luft- und Raumfahrt, IT- und Steuerungstechnik, Medizintechnik und Zukunftsantriebe
- Deutschsprachiger Raum (D-A-CH) und EU

Produktion

Am Produktionsstandort Oberhaching fertigen wir mit modernsten Methoden bedarfs-synchron und können auch bei knappen Entwicklungsphasen auf den Punkt liefern.

Zertifizierungen

- DIN EN ISO 9001:2015
- DIN EN ISO 14001:2015

Erreichbarkeit

- Telefonisch und vor Ort in Oberhaching Mo-Fr 08.00-17.30 Uhr
- via Email 24/7 - 365 Tage im Jahr: info@ict-suedwerk.de oder vertrieb@ict-suedwerk.de
- Website (www.ict-suedwerk.de)
- Newsletter (<https://www.ict-suedwerk.de/de/aktuelles/news>)

Logistikleistung

- Kundenspezifische Etikettierung möglich (nach Absprache)
- EDI Anbindung möglich
- Bei Bedarf und nach vorheriger Absprache Sicherheitslager (Just-In-Time-Lieferungen, Lieferwunschtage) möglich
- Umweltbewusste Verpackung

Technischer Support

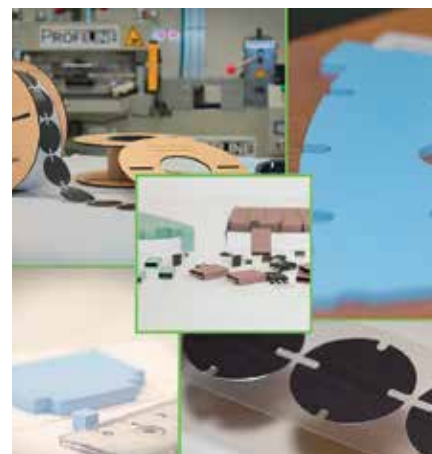
- TKB (technische Kundenberatung)
- Sonderbeschaffung (Lohnfertigung), zeitnaher Angebotsservice
- Außendienst, technische Unterstützung und bei Bedarf Design-In-Support
- Beratung auch beim Kunden direkt vor Ort

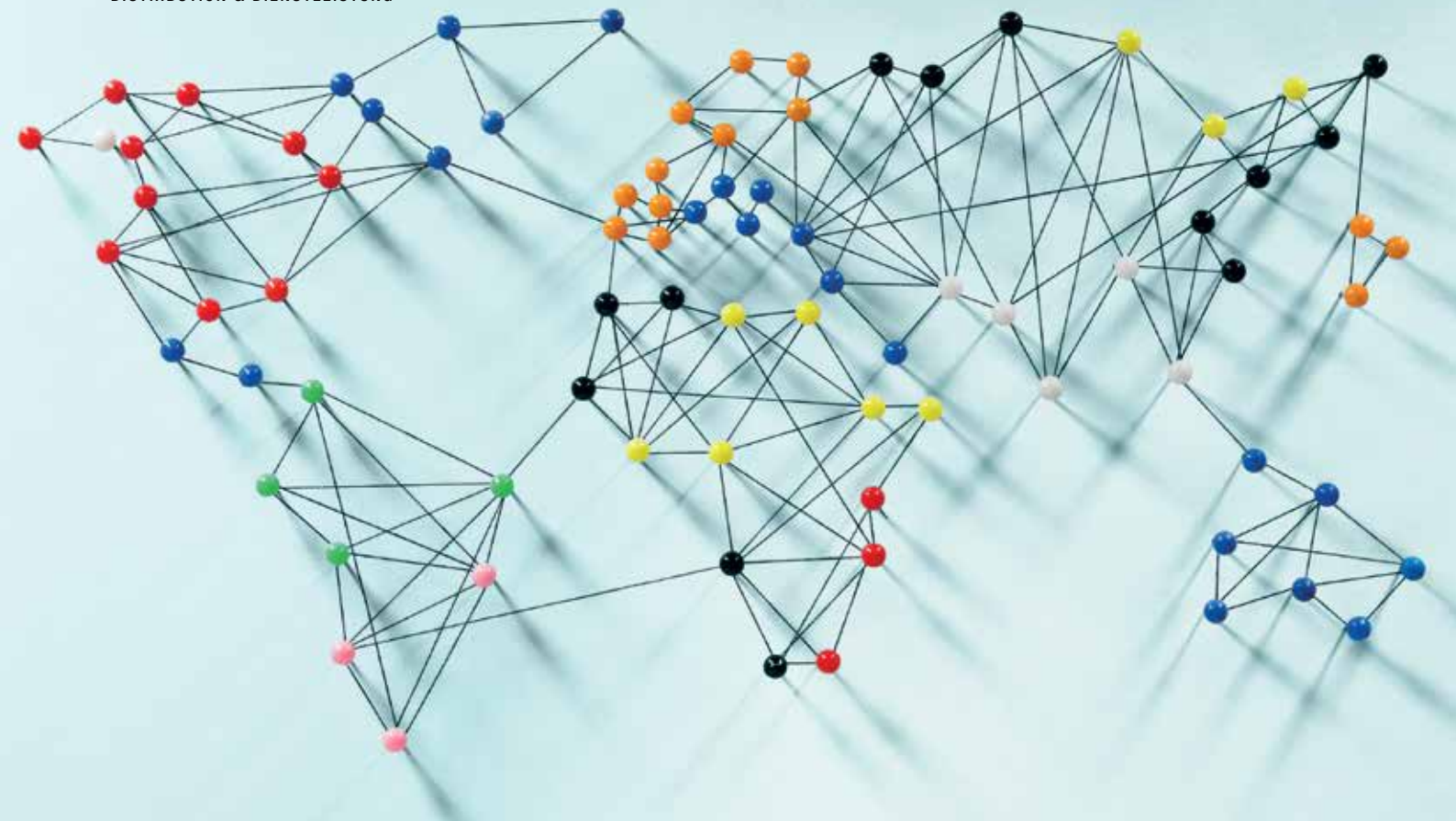
Preisgestaltung

- Bestes PreisLeistungsverhältnis d. effiziente und moderne eigene In-house-Fertigung
- Kurze Entscheidungswege, geringe Overheadkosten, hoher Ausnutzungsgrad der Vormaterialien ermöglichen eine Best-Price-Quality-Performance
- Absolut Wettbewerbsfähige und marktgerechte Preispolitik auch bei kundenspezifischen Anforderungen sowie bei kleinen Stückzahlen
- Bestellungen von Kleinmengen jederzeit möglich
- Warenmindestbestellwert ab 250 Euro per Bestellung

Verfügbarkeit

- Vormaterialien /Grundmaterial (auf Lager)
- Kundenspezifische Zuschnitte (Prototypen) zeitnah realisierbar < 3 Tage wenn Grundmaterial lagernd verfügbar
- Standardlieferzeit A: 8 bis 14 Arbeitstage nach Absprache und Prüfung der Parameter auch eher möglich
- Standardlieferzeit B: 25 bis 30 Arbeitstage wenn Grundmaterial nicht vorrätig ist und bestellt werden muss





GNSS-POSITIONIERUNG FÜR DEN MASSENMARKT

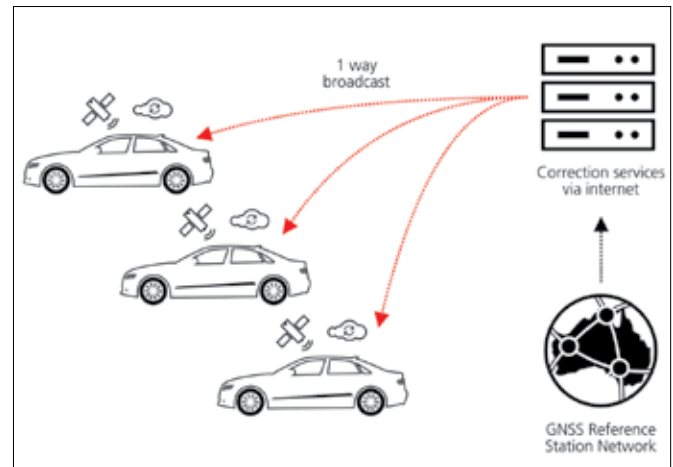
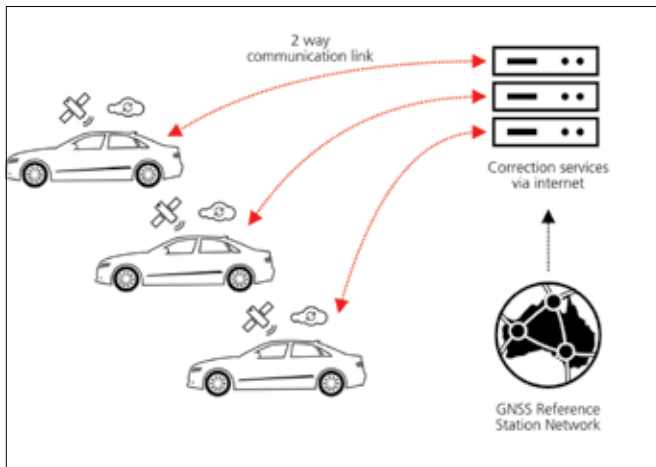
Präzise Ortung ohne Grenzen

Wenn das autonome Fahren ins Rollen kommt und die Lieferung von Waren durch die Luft erfolgt, muss die Position von Fahrzeugen und Drohnen genau bestimmt werden können. Ortung über Navigationssatellitensysteme war dafür bisher zu teuer, groß und schwer. Technische Fortschritte sorgen allerdings dafür, dass solche sehr präzisen GNSS-Ortungssysteme diese Hürden hinter sich lassen und mittlerweile für den Massenmarkt bereit sind.

TEXT: Peter Fairhurst, U-Blox BILDER: U-Blox; iStock, Pogonici

Technologien sind dann erfolgreich, wenn sie Probleme lösen. Ein typisches Beispiel sind globale Navigationssatellitensysteme (GNSS). Die Technologie ist heute im täglichen Leben allgegenwärtig: Viele Probleme lassen sich bereits dadurch lösen, dass die absolute Position eines jeden Objekts bis auf wenige Meter genau bekannt ist. Die steigende Nachfrage nach Automatisierung in Navigationsanwendungen – von hochautomatisierten und autonomen Fahrzeugen bis hin zu mobilen Robotern wie Drohnen – verdeutlichen den Bedarf an sehr präzisen Positionierungslösungen.

GNSS-Ortungslösungen gibt es seit über zehn Jahren vor allem für hochpreisige Nischenmärkte. Sie sind jedoch wenig geeignet, den gestiegenen Anforderungen im Zusammenhang mit dem aktuellen technologischen Innovationsschub gerecht zu werden, für den autonome Fahrzeuge nur ein Beispiel sind. Zum einen machen die hohen Kosten, ihre Größe und ihr Gewicht sie unattraktiv für viele Anwendungen des Massenmarkts. Von noch größerer Bedeutung ist aber die Tatsache, dass sie nicht skalierbar sind – der Todesstoß für eine Technologie, die bereits in wenigen Jahren zur Standardausstattung



GNSS-Kommunikation: Links sind Korrekturdienste dargestellt, die auf der Modellierung von GNSS-Fehlern im Beobachtungsraum basieren und die Zwei-Wege-Kommunikation nutzen. Rechts zu sehen ist die Übertragung von GNSS-Korrekturdaten mit der State Space Representation, die GNSS-Hochpräzisionsanwendungen für den Massenmarkt ermöglicht.

jedes neuen Wagens gehören könnte. Derzeit zeichnet sich ab, dass Satelliten-Positionierungs-Hardware der nächsten Generation und GNSS-Korrekturdienste diese Hürden allmählich überwinden und dass kleinere, erschwinglichere und voll skalierbare GNSS-Ortungslösungen für den Massenmarkt bereitgestellt werden.

Grenzen bei Bezahlbarkeit und Skalierbarkeit

Um von den heutigen sehr präzisen GNSS-Diensten zu profitieren, müssen Ortungsgeräte ihren ungefähren Standort an einen Korrekturdienstleister übermitteln. Durch die Überwachung von GNSS-Fehlern – vorwiegend derjenigen, die durch die Ionosphäre verursacht werden – und mit einem Netz von GNSS-Referenzstationen ist der Service-Anbieter in der Lage, alle Korrekturdaten seiner Kunden speziell für den spezifischen Standort ihrer Anwendung bereitzustellen.

Für Anwendungen in den Bereichen Vermessung und neuerdings auch bei der Maschinensteuerung sowie der Landwirtschaft ist eine jährliche Abonnementgebühr fällig von umgerechnet rund 500 bis 800 Euro pro GNSS-Empfänger von zentimetergenauen Positionierungsdiensten. Zusätzlich zu diesen hohen Kosten werden die Dienste nur in einem einzigen Land, mitunter sogar innerhalb nur eines einzigen Bundeslands erbracht. Für einen sesshaften Landwirt mag das gut und schön sein, für andere Nutzer stellt das jedoch in vielen Fällen ein Problem dar. Man stelle sich vor, man fährt mit einem vernetzten Fahrzeug über eine Bundes- oder Ländergrenze oder hat einen UAV-basierten Luftvermessungsauftrag im Ausland zu erfüllen und unterliegt Roaming-Verträgen oder Zusatzkos-

ten, um weiterhin hochpräzise GNSS-Dienste am Einsatzort nutzen zu können.

Hier kommt auch die mangelnde Skalierbarkeit zum Tragen: Herkömmliche GNSS-Dienste verwenden Zwei-Weg-Kommunikation über das Mobilfunknetz, um Informationen zwischen der Benutzeranwendung und dem Korrekturdienstleister auszutauschen. Bei Tausenden oder womöglich Millionen von Geräten, die mit anderen um Bandbreite konkurrieren, wird es mit diesem Verfahren schwer, wenn nicht unmöglich sein, einen zuverlässigen Zugang zum Korrekturdienst anzubieten. Dies gilt es vor allem im Fall von sicherheitskritischen Anwendungen zu vermeiden, bei denen ein Fehlen des Korrekturdienstes zu einer geringeren Sicherheit für den Anwender führt.

Neue Korrekturdienste räumen Hindernisse aus

Bei hochpräziser Positionierung findet derzeit ein Paradigmenwechsel statt: Eine neue Art von GNSS-Korrekturdiensten, wie die State-Space-Representation-Technologie (SSR), räumt diese Hindernisse nun aus, da unter anderem die Notwendigkeit für Zwei-Weg-Kommunikation zwischen dem Dienst und den Endgeräten entfällt. Anstatt an jedes Gerät ortsspezifische Informationen über GNSS-Fehler zu senden, modellieren diese neuen Service-Anbieter fortlaufend alle relevanten Fehler für ein ganzes geografisches Gebiet und verbreiten diese Informationen über das Internet oder Satellit.

Das verändert die Denkweise der gesamten Branche. Die Übertragung der modellierten Fehlerdaten an GNSS-Empfän-



Hochpräzisions-GNSS ermöglicht weitreichende Anwendungen, einschließlich der Lieferung von Waren per Drohne.

ger in der Region anstelle von Zwei-Weg-Kommunikation mit jedem einzelnen ebnet den Weg für Anwendungen im hochvolumigen Massenmarkt. Gleichzeitig untergräbt sie das Geschäftsmodell teurer Dienste auf Abonnement-Basis.

Japan ist Vorreiter im Bereich der landesweiten Übertragung von Informationen zu GNSS-Fehlern per Quasi-Zenit-Satelliten-System über das L6-Signal. Dieses Verfahren dient als Test für den Einsatz in Massenmarktanwendungen. Der Centimeter Level Augmentation Service (CLAS) ist zwar geografisch auf japanisches Gebiet beschränkt, stößt dort jedoch bereits auf großes Interesse im Hinblick auf Hochpräzisionsanwendungen, einschließlich in den Bereichen Präzisionslandwirtschaft, Maschinensteuerung und autonomes Fahren. Im September 2017 hat Mitsubishi Electric angekündigt, dass es sein autonomes Fahrsystem mit Hilfe des CLAS-Dienstes im Feldversuch erprobt.

In China verfolgt QXWZ ein alternatives Konzept für sehr präzise GNSS-Dienste. Statt auf Datenübertragung zu setzen, nutzt QXWZ seinen privilegierten Zugang zu chinesischen GNSS-Referenzstationen, um die Grenzen des standardmäßigen Ansatzes zu erweitern und Kunden auf chinesischem Gebiet maßgeschneiderte Korrekturdienste zu bieten. Und zwar nicht nur für einzelne Endnutzer, sondern auch für OEMs und Systemintegratoren. Trotz ihres Erfolgs in China ist diese Lösung für weltweit aktive OEMs uninteressant, da ihre Kunden dadurch gezwungen sind, ihre GNSS-Korrekturdienste lokal einzukaufen.

Des Weiteren kommen in jüngster Zeit immer mehr Multi-Band-GNSS-Empfänger auf den Markt. Diese können den Benutzerkomfort von zahlreichen kommerziellen Anwendungen verbessern, indem sie eine verbesserte Ortungsgenauigkeit von Standalone-GNSS-Modulen bieten. Ungeachtet dessen

werden Standalone-Multi-Band-GNSS-Empfänger nicht die zentimetergenaue Präzision liefern können, die für hochautomatisierte Fahrzeuge und mobile Roboter erforderlich ist, weil dafür grundsätzlich ein Korrekturdienst benötigt wird.

Die europäische Perspektive

GNSS-Korrekturdienste für den gesamten Kontinent wären nützlich, sowohl für Kunden als auch Service-Anbieter, da sie die Nutzung vereinfachen und große Märkte bedienen. Das trifft insbesondere auf Europa zu, wo es ein hohes Maß an grenzüberschreitender Mobilität und wirtschaftlicher Aktivität gibt. Das in Europa ansässige Unternehmen Sapcorda, ein Joint Venture von U-Blox, Bosch, Geo++ und Mitsubishi Electric, baut einen GNSS-Korrekturdienst der nächsten Generation für Europa und die USA, basierend auf den Erfahrungen in Japan, auf. Anstatt jedoch auf Satellitenkommunikation zu setzen, wird Sapcorda seine Korrekturdaten über das Mobilfunknetz übermitteln.

Nutzer sind dann nicht mehr an einen einzigen GNSS-Hersteller gebunden. Sapcorda wird vielmehr seine Korrekturdaten in einem offenen Format über das Internet zur Verfügung stellen und allen Hardware-Herstellern ermöglichen, ihre eigenen GNSS-Ortungslösungen zu entwickeln. Mit einem kontinentweiten Zugang zu Korrekturdiensten werden sich diese Services aus dem Nischenmarkt von heute heraus zu einem Massenmarkt in der Zukunft entwickeln, der autonome und halbautonome Fahrzeuge, Vermessungsdrohnen und weitreichende Applikationen des Internet of Things bedient.

Kinderkrankheiten ausmerzen

Sehr präzise GNSS-Korrekturdienste stehen noch ganz am Anfang der Entwicklung, und es gibt verschiedene Tech-

nologien und Geschäftsmodelle, die um die Vorherrschaft konkurrieren. So bietet der Service des US-amerikanischen Anbieters Trimble GNSS-Korrekturdienste nicht im offenen Format an, sondern er funktioniert nur für Geräte, die ihre eigenen GNSS-Empfänger verwenden. Trimble kann mit seinem Angebot von nahtlos integrierten Lösungen Interoperabilität über seine ganze Produktlinie hinweg sicherstellen – zumindest in den Regionen mit einer guten Abdeckung. OEMs, die geografisch verteilte Märkte beliefern, werden sich weniger für diese Vorteile interessieren, sondern für die globale Abdeckung entscheiden, die von einer Vielzahl von Anbietern mit offenen Korrekturdaten angeboten wird.

Für sicherheitskritische Anwendungen wie autonomes Fahren oder für solche, deren gesamtes Wertangebot auf Präzision basiert, wie etwa die drohnengestützte Vermessung, ist die Robustheit eines Dienstes unabdingbar. Um sicherzustellen, dass das Senden auch bei einer starken Frequentierung der Mobilfunknetze nicht behindert wird, arbeiten U-Blox und die 3GPP-Initiative gemeinsam an der Entwicklung von Standards für Bereitstellungsmechanismen, die dafür sorgen sollen, dass Service Level Agreements eingehalten werden können.

Japan und China haben zwar eine landesweite Abdeckung implementiert, es wurde bislang jedoch noch kein Versuch unternommen, die Abdeckung von Hochpräzisionsdiensten

auf einen ganzen Kontinent oder sogar weltweit auszuweiten. Im Erfolgsfall wird Sapcor da als erstes Unternehmen die Hürden überwinden, die nationale Grenzen und länderspezifische Mobilfunkanbieter mit sich bringen. Wie die Service-Anbieter von heute reagieren werden, bleibt abzuwarten.

Um bei Massenmarktanwendungen wirklich erfolgreich zu sein, werden Service-Anbieter von GNSS-Diensten nicht nur umfangreiche Abdeckung und offene Daten anbieten müssen; ihr Erfolg hängt auch davon ab, ob sie Innovationen vorantreiben und die vorhandenen Nischen verlassen können, um größere Volumina zu erreichen. Die Zufriedenheit der Endkunden wird ausschlaggebend dafür sein, welche Technologie sich insgesamt durchsetzt. Wenn etwa Bundes- und Ländergrenzen, Abonnements oder gegensätzliche Vorschriften eine Herausforderung darstellen, müssen diese im Vorfeld gelöst werden. Diese Fragen werden bereits von B2B-Geschäftsmodellen aufgegriffen, bei denen beispielsweise Gerätehersteller eng mit Korrekturdienst-Anbietern zusammenarbeiten, um die Kosten des Dienstes direkt in die Kosten für das Endgerät einfließen zu lassen.

Die neue Generation von sehr präzisen GNSS-Diensten wird eine treibende Kraft für automatisierte Navigationslösungen sein, die sich gegenwärtig in der Entwicklung befinden. Gleichzeitig verursachen sie starke Erschütterungen in der gesamten Branche. □



Andreas Hägele · Außendienst

**Wir verbinden,
was zusammen gehört.**

Und das seit 1969.

WAS UNS AUSZEICHNET:

- hohe Verfügbarkeiten
- kurze Lieferzeiten
- hohe Liefertreue
- große Fachkompetenz
- persönliche Beratung
- Partner der Premium-Hersteller

Wem wir vertrauen:



Börsig GmbH T +49 7132 9393-0
Electronic-Distributor F +49 7132 9393-91
 Siegmund-Loewe-Str. 5 E info@boersig.com
 74172 Neckarsulm www.boersig.com

Börsig





INTERVIEW MIT STEFAN FUCHS, VICE PRESIDENT CONRAD BUSINESS SUPPLIES

„Der Distributor steckt praktisch in einer Sandwich-Position.“

Conrad Business Supplies feiert sein zwanzigjähriges Jubiläum. Im Gespräch mit der E&E-Redaktion verrät Stefan Fuchs, Vice President bei Conrad, wie es in den nächsten 20 Jahren mit dem Firmenkundengeschäft weitergeht und was ihm das Jubiläum bedeutet.

INTERVIEW: Selina Doulah, E&E **BILDER:** Conrad Electronic; Fotografie Andre Reich

E&E: Sie sind seit der Gründung von Conrad Business Supplies dabei. Was bedeutet das zwanzigjährige Jubiläum für Sie persönlich?

Stefan Fuchs: Das ist ein tolles Ereignis – und es ist schön zu sehen, was Conrad Business Supplies seit der Gründung bis zum zwanzigjährigen Jubiläum schon alles erreicht hat. Heute ist der Bereich sogar der Fokus unseres Unternehmens.

Was waren die entscheidenden Wegmarken?


Firmen haben schon immer bei Conrad eingekauft. Aber seit 20 Jahren arbeiten wir systematisch daran, unser B2B Geschäft kontinuierlich auszubauen. Dabei gilt es vor allem, auf die besonderen Wünsche und Anforderungen von B2B-Kunden einzugehen. Eine wichtige Rolle spielt hier auch unser Sortiment. Um unterschiedliche Kunden, wie den Instandhalter, den Entwickler, aber auch Schulen und Behörden bedienen zu können, ist ein großes Sortiment notwendig - von Bauelementen, aktive und passive, Elektromechanik über Kabel und Leitungen, Messtechnik, Automation und Werkzeuge. Vor 20 Jahren starteten wir mit

30.000 Artikeln für B2B-Kunden. Das wir im Jahr 2018 nun 1,2 oder fast 1,3 Millionen unterschiedliche Artikel auf unserem Marketplace conrad.biz anbieten können, hätte ich definitiv nicht geglaubt. Das ist einer der größten Meilensteine für Conrad Business Supplies. Wenn ich an die Anfangszeit denke, war eine weitere wichtige Wegmarke die Anpassung der Kommunikation auf den B2B-Kunden. Als Beispiel sei hier nur die Preiskommunikation mit der Anzeige von Netto- und Staffelpreisen genannt.


Als weiteren wichtigen Baustein unseres B2B Geschäfts würde ich aus meiner Erfahrung, den persönlichen und direkten Kontakt zum Kunden benennen. Wir haben deshalb in den letzten Jahren eine erfahrene Vertriebsmannschaft bestehend aus Innen- und Außendienst aufgebaut, die die individuelle Betreuung unserer Firmenkunden übernimmt.

Wieviele B2B-Kunden haben Sie inzwischen?

Über eine Million B2B-Kunden kaufen bei Conrad. Vom kleinen Zwei-Mann-Betrieb bis hin zum Weltkonzern aus unterschiedlichen Bran-



Wir sind mitten im Projekt und unser Raspberry Pi muss Ozon-Werte messen.



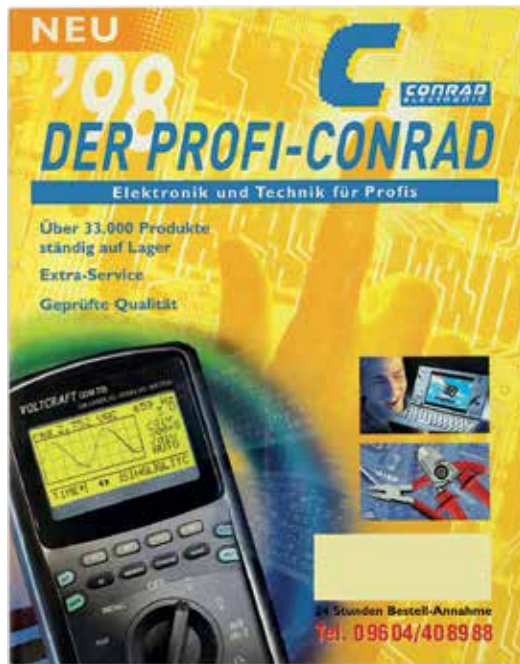
Das können Sie mit der Erweiterung Ozone 2 click von MikroE. Gerne bestelle ich diese für Sie.

So funktioniert Innovation.

Aus über 500.000 Artikeln finden wir zusammen genau Ihr Bauteil.

buerklin.com

Bürklin
DIE GANZE ELEKTRONIK



Nostalgie pur: Vor 20 Jahren erschien mit „Der Profi-Conrad“ der erste B2B-Katalog von Conrad.

chen wie dem Produktionsgewerbe, dem Dienstleistungssektor, Handwerksbereich, Schulen oder Behörden.

Vor einem Jahr hat Conrad einen B2B-Marktplatz gegründet. Welche Erfahrungen haben Sie damit bislang gemacht?

Wir haben den Marketplace innerhalb von acht Monaten von der Idee bis zur Umsetzung verwirklicht. Das war aus unserer Sicht fast eine Rekordzeit. Um Qualität und Zuverlässigkeit zu garantieren, haben wir ihn ausschließlich für unsere B2B-Kunden eingerichtet. Die Seller, die auf dem Marketplace verkaufen, selektieren wir nach den Anforderungen der ISO-9000-Zertifizierung. Jetzt nach etwa einem Jahr haben wir 60 nationale und internationale Partner, die mit mehreren 100.000 Artikeln vertreten sind. Durch den Conrad Marketplace können wir schneller und agiler eine weitere Vielzahl an Produkten anbieten.

Gibt es noch Kunden, die über den Katalog bestellen?

Für unsere Firmenkunden produzieren wir immer noch einen B2B-Printkatalog. Dieser wird häufig vor allem als

Nachschlagewerk benutzt – bestellt wird zwischenzeitlich meist aber Online. Wir legen jedoch nach wie vor großen Wert auf den Printkatalog, auch wenn er nicht mehr die gleiche wirtschaftliche Bedeutung hat wie früher. Unsere Online-Plattform versuchen wir stetig weiterzuentwickeln, indem wir an neuen Funktionalitäten arbeiten.

„Der Markt ist flexibler und wesentlich schneller geworden.“

Stefan Fuchs, Conrad Business Supplies

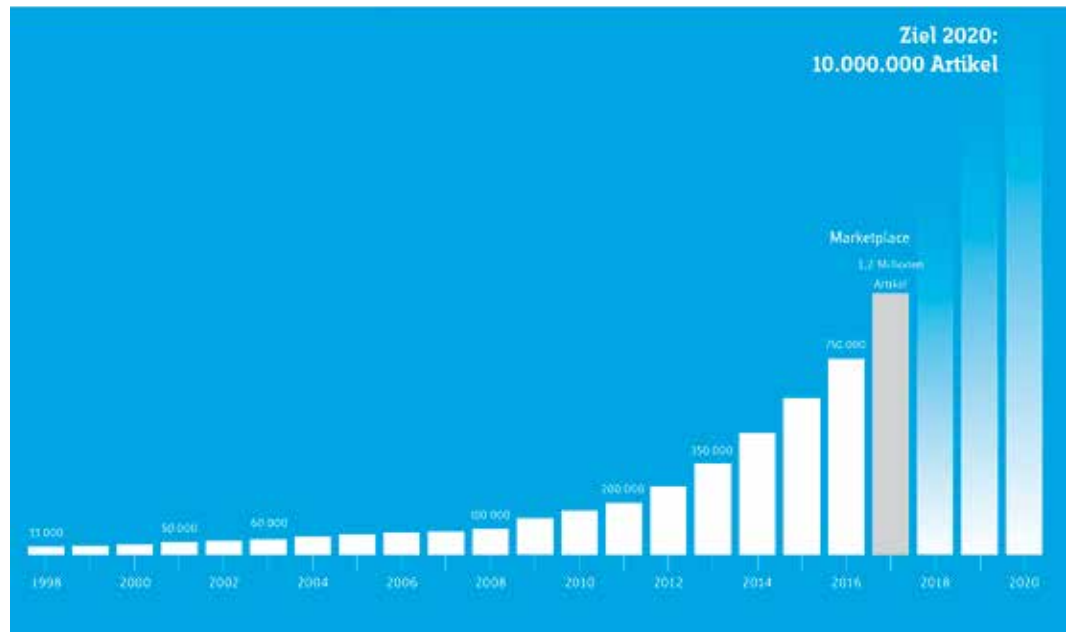
Die Margen in der Distribution gelten seit längerem als sinkend. Wie lässt sich in heutiger Zeit noch weiteres Wachstum generieren?

Der Distributor ist natürlich in einer unangenehmen Lage. Er steckt praktisch in einer Art Sandwich-Position zwischen Hersteller und Endkunde. Die Hersteller auf der einen Seite haben selbst oft Kostenprobleme und können nicht immer günstige Preise an die Distribution wei-

tergeben, sondern müssen sogar an der einen oder anderen Stelle Preiserhöhungen vornehmen. Auf der anderen Seite steht der preisbewusste Kunde. Das stellt uns vor große Herausforderungen, gerade in Bezug auf die Marge. In dieser Situation ist es von Vorteil, wenn man mit dem Partner beziehungsweise Hersteller gut vernetzt ist und beide auf die gegenseitige Zusammenarbeit setzen.

Wie verschafft sich ein Distributor in dieser Situation einen Wettbewerbsvorteil?

Das Wichtigste im B2B-Geschäft sind Zuverlässigkeit und Glaubwürdigkeit. Einer unserer Erfolgsfaktoren ist das Conrad Vertriebsteam. Es bietet durch persönlichen Kontakt vor Ort oder telefonisch unseren B2B-Kunden entsprechende Lösungsansätze an, zum Beispiel in Bezug auf die Vereinfachung von Prozessen, und punktet mit fachlich fundiertem Produktwissen und technischer Erfahrung. Genau diesen direkten Kontakt schätzen unsere B2B-Kunden. Darüber hinaus liefern wir auch bei Kleinmengen, also ab einem Stück oder einem Meter ohne Mindermengenzuschlag – so wie der Kunde es wünscht.



1998 startete Conrad Business Supplies mit 33.000 Artikeln. 20 Jahre später sind es 1,2 Millionen.

Wie hat sich der Distributionsmarkt in den letzten 20 Jahren verändert?

Der Markt ist flexibler und wesentlich schneller geworden. Die Schnelligkeit ist vor allem dadurch bedingt, dass die Produktlebenszyklen immer kürzer werden und immer häufiger und schneller Nachfolgemodelle von Produkten zur Verfügung stehen. Hier versuchen wir möglichst viele Artikel zu listen und nutzen vereinzelt Algorithmen, um die schwan-

kenden Kundenanfragen voraussagen zu können.

Wie wird Conrad 2038 zum nächsten Jubiläum aussehen?

Also ich gehe davon aus, dass Conrad 2038 viele Millionen Artikel vertreiben wird. Das Thema Marktplatz wird dann eine noch wesentlich höhere Relevanz bekommen, weshalb klassisch gelistete Artikel von der Anzahl her einen deut-

lich geringeren Stellenwert einnehmen werden als bisher. Wir werden in künstliche Intelligenz und die Automation investieren, indem wir viele Systeme einsetzen, die noch effizienter für den Kunden arbeiten.

Über Printkataloge werden wir in 20 Jahren wohl nicht mehr sprechen. Der Kunde wird seine Bestellungen nicht mal mehr eintippen, das wird er über den Sprachbefehl machen. □

MES
THE CONNECTOR

WWW.MES-ELECTRONIC.DE

**Verbindungen,
die uns antreiben.**

Weil Steckverbinder von MES nicht nur in E-Bikes gebraucht werden, sondern an ganz vielen Orten, wo es kraftvoll nach vorne geht.

Steckverbinder von JST mit robuster Abdichtung



CONEC
TECHNOLOGY IN CONNECTORS

JST
The Quality Connector

Lumberg
precision for connections

ODU
A PERFECT ALLIANCE

WEIPU

HTP
The Quality Connector

DOM CONNECT

METZ CONNECT

IMS CONNECTOR SYSTEMS

IRISO

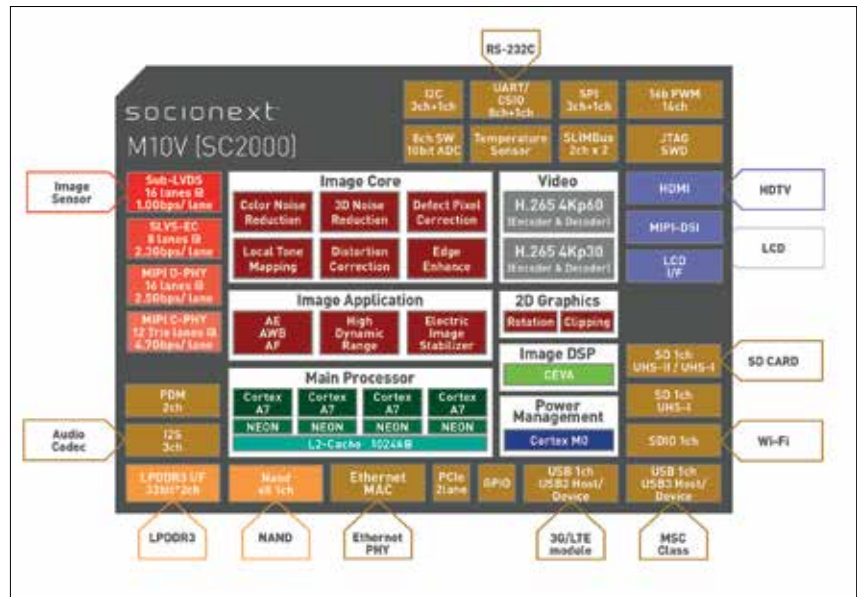
ENTWICKLUNGSPLATTFORM FÜR KAMERAS

Kameras schneller und einfacher integrieren

Kameras kommen in immer mehr Geräten zum Einsatz. Embedded Vision ist zurzeit einer der großen Trends. Die Integration von Kamerasystemen ist allerdings meist schwieriger als es den Anschein hat. Um dennoch die Time-to-Market kurz zu halten, bietet sich der Einsatz von Kameraentwicklungsplattformen an.

TEXT: Markus Mierse, Socionext; Tom Wierich, Luvisum **BILDER:** Socionext





Das Blockdiagramm des Socionext SC2000 zeigt die typischen Funktionen eines ISPs.

Die Bildverarbeitung ist ein stark wachsender Markt. Zahlreiche Anwendungen für kompakte Kamerasysteme sind in den letzten Jahren im Consumer- und Industriebereich entstanden. Leistungsfähige und günstige Kameramodule zu entwickeln, war bisher eine Domäne für Spezialisten. Aufgrund vielschichtiger Schwierigkeiten in der Optik, Sensorik und der digitalen Bildverarbeitung stehen Entwickler oft vor großen Herausforderungen. Unternehmen, die in diesem Bereich Fuß fassen wollen, können fast ausschließlich auf fertige Kameramodule zurückgreifen, die aber nicht immer den spezifischen Anforderungen entsprechen. Als Lösungsansatz hat Socionext eine Kameraplattform entworfen, die Systementwicklern auch für anspruchsvolle Anwendungen ein umfangreiche Funktionen zur Verfügung stellt.

Sie beruht auf den kompakten Image-Signal-Prozessoren (ISPs) der Milbeaut-Familie von Socionext. Bei ISPs handelt es sich um leistungsfähige Ein-Chip-Systeme, die neben dem Objektiv und dem Bildsensor die wichtigste Komponente eines Kamerasystems darstellen. Ein ISP liest die Daten des Bildsensors ein und bereitet dank der implementierten Algorithmen das Bild gemäß den Anforderungen an die Anwendung entsprechend auf. Diese Signalverarbeitungskette enthält zahlreiche Funktionen, die direkten Einfluss auf die Bildqualität haben. Nachfolgend werden die wichtigsten Funktionen kurz dargestellt.

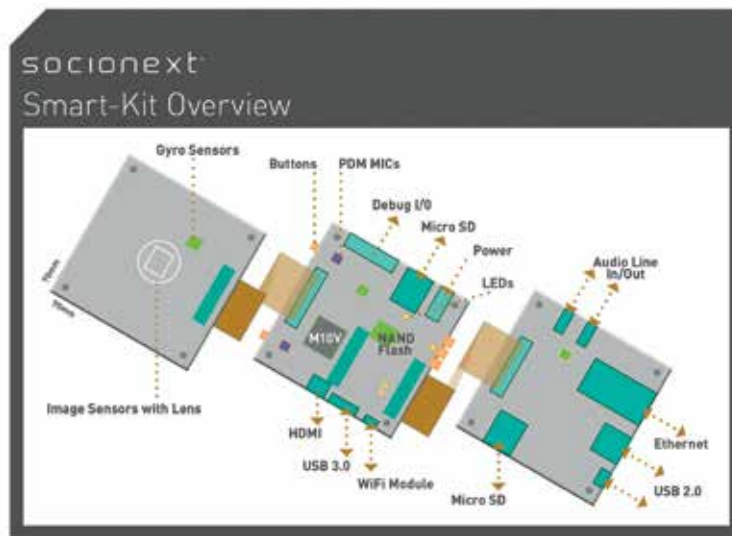
1. Sensordaten

Linearisierung: Der Zusammenhang zwischen Belichtung und ausgelesenem Pixelwert ist nicht linear. Die im ISP eingesetzten Algorithmen benötigen das aber als eine Grundvoraussetzung für ihre Funktion. Unter Kenntnis des eingesetzten Sensors kann das ausgelesene Signal entsprechend aufbereitet werden.

Maskierung defekter Pixel: Auch bei qualitativ sehr hochwertigen Sensoren funktionieren nicht alle Pixel einwandfrei. Es kommen hauptsächlich zwei Fehlerarten vor. Einerseits gibt es Pixel, die erheblich dunkler als erwartet sind, sogenannte Dead Pixel. Andererseits existieren Pixel, die wesentlich heller als erwartet sind, bezeichnet als Hot Pixel. Bei Sensoren mit vielen Millionen Pixeln sind oft ein paar tausend abweichend. Die Korrektur erfolgt in beiden Fällen anhand der benachbarten Pixel. Es wird zwischen statischer und dynamischer Korrektur unterschieden. Im statischen Fall ist die Position des fehlerhaften Pixels schon bei der Produktion bekannt und kann daher in einer Tabelle hinterlegt werden. Bei der dynamischen Korrektur wird das Bild statistisch untersucht, um unplausible Werte zu erkennen. Dadurch lassen sich auch Fehler korrigieren, die erst im Laufe der Nutzung auftreten.

Wiederherstellung des Schwarzwertes: Um herstellungsbedingte Toleranzen zu kompensieren und die negative Amplitude des Rauschens nicht zu verlieren, wird den Helligkeitswerten der Pixel im Sensor vor der Analog-Digitalwandlung ein gewisser Wert hinzugefügt. Nach der Übertragung in den ISP und den ersten Verarbeitungsschritten wird dieser Wert wieder entfernt. Der Wert variiert je nach Position des Pixels in der Matrix und der Temperatur des Sensors.

Entrasterung: Farbsensoren können pro Pixel nur eine Farbinformation, also entweder Rot, Gelb oder Blau (RGB), ermitteln. Für die weitere Verarbeitung werden aber alle drei Farbinformationen für jedes Pixel benötigt. Die fehlenden Informationen werden deswegen aus den Werten der Nachbarpixel interpoliert. Bei einfacheren Algorithmen kommt es allerdings an Helligkeitskanten zu unerwünschten Farbsäumen. Die Qualität dieses Ar-



Das Socionext-Smart-Kit besteht aus drei Board-Komponenten.

beitsschrittes ist deshalb entscheidend für die erreichbare Schärfe des Bildes.

Rauschunterdrückung: Der Bildsensor hat eine Vielzahl von Rauschquellen. Viele von ihnen sind temperaturabhängig. Um eine gute Rauschunterdrückung zu erzielen, müssen die Eigenschaften der Rauschquellen genau bekannt sein. Es werden zwei Arten von Rauschunterdrückung unterschieden: Die 2D-Variante betrachtet nur die Nachbarn des zu korrigierenden Pixels, 3D-Variante betrachtet zusätzlich die Historie der Pixel.

Farbkorrektur: Die Farbkorrektur errechnet unter Berücksichtigung der spektralen Empfindlichkeiten der drei Sensorkanäle, des Beleuchtungsspektrums und der Charakteristik des Ausgabemediums die für die korrekte Farbwiedergabe nötigen RGB-Werte aus den entrasterten Sensordaten.

2. Optik

Ausgleich geometrischer Verzeichnung: In einer perfekten Optik ist die Objektgröße unabhängig von der Position im Bildfeld. Praktisch alle Optiken weisen jedoch eine gewisse Verzeichnung auf. Das heißt ein Objekt hat dadurch eine von der Position im Bildfeld abhängige Größe. Diese ist besonders bei Weitwinkelsystemen ausgeprägt. Dieser Abbildungsfehler beeinträchtigt beispielsweise die elektronische Bildstabilisierung.

Kompensation der Vignettierung: Bei praktisch allen Optiken sind die Randbereiche dunkler als die Bildmitte.

Kompensation von Beugung und Schärfung: Bei Optiken begrenzen Beugungseffekte die maximale Auflösung. Die Beugung ist von der Blendengröße abhängig. Die Abmessungen von

Pixeln in der Größenordnung von wenigen μm lassen diese Effekte sehr deutlich werden. Bilder ohne der Beugung angepasste Schärfung wirken deutlich verwaschen.

3. Steuerung

Belichtungssteuerung: Sie sorgt für ein maximales Signal-zu-Rauschen-Verhältnis ohne die hellsten Stellen des Bildes zu sättigen. Besonders bei Bewegtbildern sind die Ansprüche an die dynamische Regelcharakteristik hoch.

Weißabgleich: Er ermöglicht konstante Farben bei unterschiedlicher Farbtemperatur der Beleuchtung, ermittelt die Eigenschaften der Beleuchtung aus dem Bild und übermittelt diese an die Farbkorrektur.

Bildstabilisierung: Kleine zufällige Richtungsänderungen der Kamera werden vom Betrachter als störend empfunden. Die Bildstabilisierung verschiebt den ausgelesenen Bereich des Sensors entgegengesetzt der Richtungsänderung. Für die Ermittlung der Richtungsänderung der Kamera kommen Winkelsensoren zum Einsatz.

Voraussetzungen für die ISP-Parametrierung

Zusätzlich zu den erwähnten Funktionen ist insbesondere der Parametersatz für die Anpassung an den Sensor eine entscheidende Voraussetzung zum erfolgreichen Einsatz eines ISPs. Bildsensoren sind komplexe Systeme, deren Eigenschaften in den Datenblättern nur summarisch beschrieben werden. Die Datenblätter geben genug Informationen zur Auswahl eines für eine bestimmte Aufgabe geeigneten Sensors. Die Informationen sind aber unzureichend für die Parametrierung eines ISPs.

Eine große Rolle spielt außerdem die verwendete Software. Die Software bei ISPs lässt sich grob in zwei Teilbereiche untergliedern. Erstens die Echtzeitsoftware zur Steuerung der oben genannten ISP-Funktionen. Diese Software muss die vielen Arbeitsschritte für die Pipeline-Bearbeitung koordinieren. Bei Verarbeitung von diesen Daten werden sehr hohe Anforderungen an die Echtzeitfähigkeit gestellt. Aufgrund der großen Komplexität der Aufgabe stellen Modifikationen bei diesem Teil der Software eine erhebliche Hürde dar. Weiterhin gibt es den Software-Bereich zur Systemsteuerung. Diese Software bildet den anwendungsspezifischen Teil des Systems ab. Es besteht keine oder nur eine geringe Anforderung an Echtzeitfähigkeit. Dafür kommen sowohl Schnittstellen-Interaktionen als auch Speichermedien und eventuell sogar ein graphisches User-Interface als Aufgaben hinzu. Oft wird dafür Linux verwendet. Bei Neuentwicklungen im ISP-Bereich stehen Software-Entwickler also vor der Aufgabe, diese beiden elementaren Software-Bereiche nicht nur funktional zu entwickeln, sondern auch deren gemeinsame Interaktion zu

gewährleisten, was insbesondere bei Multi-OS-Systemen keine triviale Aufgabe ist.

Zweigeteilte Softwareanforderungen

Genau das bietet das Socionext-M10V-Smart-Kit. Der Anwender kann mit gegebener Hardware und mitgelieferten Beispielen ohne Vorkenntnisse Kameras bis zu 4K in sehr kurzer Zeit umsetzen. Dafür stehen Beispielanwendungen und umfangreiche Software-Bibliotheken zur Verfügung sowie Tools zum Image-Tuning und die kompletten Hardware-Daten zum einfachen Nachbau und zur Modifikation der modularen Smart-Kit-Hardware. Die Software ist dabei möglichst generisch ausgelegt, um Standards zu unterstützen. Damit sind zahlreiche Standard-Anwendungen ohne die sonst üblichen Entwicklungsaufwände möglich, und der Anwender kann sich nach sehr kurzer Einarbeitung auf die individuellen Spezialfunktionen seines Kameraproduktes konzentrieren. □



Sie können.
Hand drauf.

Mit Ihren Visionen – und unseren Embedded-Technologien setzen wir heute gemeinsam die Standards von morgen.

Erfahren Sie mehr
tq-embedded.com



SSD: SCHNELL, SICHER, DAUERHAFT

Speicher jenseits der Hard Drive

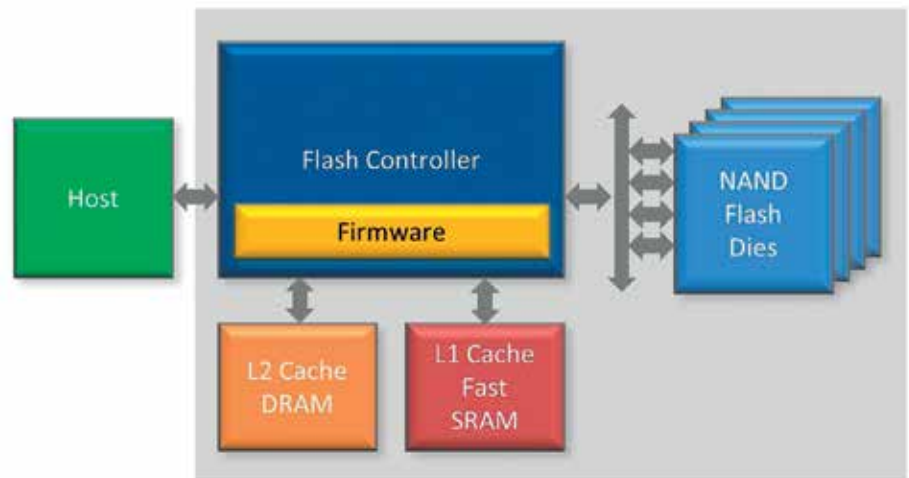
Flash-Memory dominiert bei Speichern den Consumer-Markt. Solid State Disks (SSD) drängen aber auch immer stärker in die Industrie. Wo eine kompakte Bauweise, schneller Zugriff und hohe Robustheit gefragt sind, laufen SSDs herkömmlichen Hard Drives den Rang ab. Die aktuelle Generation bietet sehr hohe Transferleistungen bei gleichzeitiger Datensicherheit in einer kompakten Chip-Bauform.

TEXT: Rudolf Sosnowsky, Hy-Line BILDER: Hy-Line; iStock, undefined undefined

Die neueste Generation von Embedded- beziehungsweise Industrieanwendungen verlangt extrem schnelle Datenübertragungen und zuverlässige Datenspeicherung. Seit SSD-Speicherbausteine mit ausreichend hoher Datenkapazität zu günstigen Preisen verfügbar sind, haben sie rotierende Speichermedien in zahlreichen Anwendungen abgelöst. Das hängt vor allem mit vorteilhaften Eigenschaften von SSDs zusammen:

- Sind schnelle Zugriffszeiten gefragt, ist eine SSD klar im Vorteil, weil vor dem Zugriff keine Magnetköpfe positioniert werden müssen.
- SSDs sind unempfindlich gegenüber Vibrationen und Schock, was sie für den mobilen Betrieb auszeichnet.
- Im Vergleich zu gleich großen Magnetspeichern nehmen SSDs weniger elektrische Leistung auf und haben eine höhere Datenübertragungsrate, besonders beim Lesen von Daten.
- Der erlaubte Temperaturbereich von Halbleiterspeichern ist höher als der von magnetischen Festplatten.

Diesen Vorteilen stehen zwei Nachteile gegenüber: die Abnutzung durch Alterung der Zellen und die kritische Phase, wenn während eines Schreibvorgangs die Stromversorgung aussetzt,



Die Firmware der SSD übernimmt die Speicherverwaltung und die Kommunikation mit dem Host.

wobei Magnetscheiben mit ganz ähnlichen Problemen zu kämpfen haben. SSD-Speicher basieren auf einer Technologie namens Flash. Mit Flash können Daten nichtflüchtig auf einem Halbleiter gespeichert, modifiziert und wieder gelöscht werden. Die Vorgänger von Flash – EPROM und EEPROM – benötigten noch energiereiche UV-Strahlung für den Löschvorgang beziehungsweise erzeugten die zum Löschen notwendige Energie mit einer On-Chip-Ladungspumpe. Der wesentliche Unterschied zwischen Flash und EPROM/EEPROM besteht darin, dass Flash-Speicher nur blockweise beschrieben und gelöscht werden können – ein Zugriff auf einzelne Zellen ist nicht möglich. Um ein einzelnes Bit zu ändern, muss ein ganzer Block in einen Zwischenspeicher kopiert, das Bit manipuliert und anschließend der gesamte Block zurückgeschrieben werden.

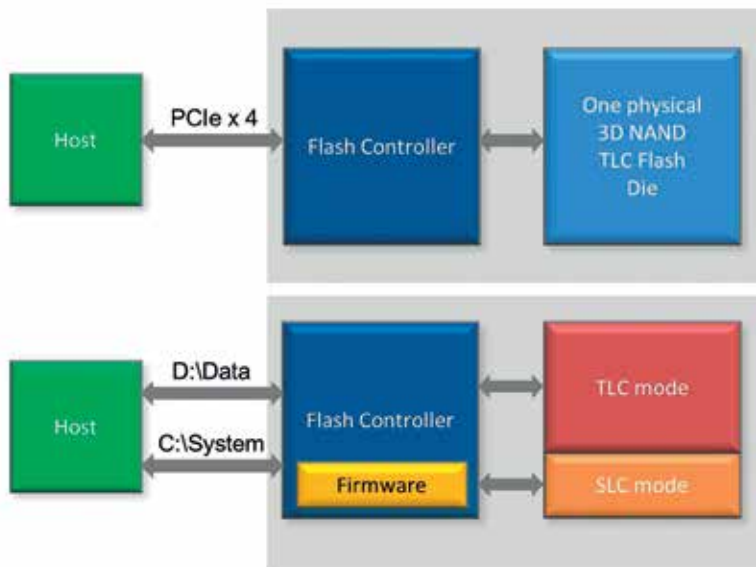
Bei Flash werden Daten gespeichert, indem eine elektrische Ladung zwischen zwei Isolationsschichten eingeschlossen wird. Beim Schreiben beziehungsweise Löschen wird eine dieser Schichten kurzzeitig leitfähig und lässt Ladungen zu- oder abfließen. Während der Lesevorgang nicht-destruktiv ist und somit beliebig oft erfolgen kann, lassen Schreib- und Löschvorgänge die Zelle altern: Der Isolationswiderstand verschlechtert sich und die eingeschlossene Ladung fließt mit der Zeit ab. Um die Speicherdichte von Flash-Speichern weiter zu erhöhen, haben sich Halbleiterhersteller unterschiedliche Strategien ausgedacht. Beispielsweise wird die ursprünglich planare Anlage der Speicherzellen heute in einen V-förmigen Graben verlegt (V-NAND). Eine andere Möglichkeit ist es, mehrere Speicherlagen übereinanderzustapeln und elektrisch miteinander zu verbinden (3D-NAND). Dadurch lassen sich in sehr kompakten Gehäusen große Speicherkapazitäten realisieren. Von außen betrachtet speichert eine Flash-Zelle eine digitale Information, die als 0 oder 1 ausgelesen

werden kann. In der Praxis wird zum Auslesen eine bestimmte Anzahl von Ladungsträgern isoliert. Bei einer SLC-Zelle (Single Level Cell) entscheidet die Auswertungsschaltung im Chip, ob die Anzahl höher oder niedriger als ein Schwellenwert ist, und gibt ein entsprechendes Logiksignal aus. In MLC-Speichern (Multi Level Cell) gibt es mehrere Schwellen, die gemeinsam als vier verschiedene Zustände ausgewertet werden und nach außen hin zwei Bits repräsentieren. Je nach „Füllgrad“ der Zelle sind die Bitwerte 00, 01, 10 und 11 möglich. TLC (Triple Level Cell) steht für die aktuellste Flash-Technologie: Hier ist die Klassifizierung um eine weitere Stufe verfeinert, indem der Ladezustand in acht Stufen als drei Bits interpretiert wird. Vorteile dieser Technologie sind eine höhere Speicherdichte pro Chip, ein geringes Bauvolumen und ein vergleichsweise niedriger Preis.

Die verschiedenen SSD-Formfaktoren

Die Flash-Eigenschaften spiegeln sich in der Definition einer Solid State Disk (SSD) wider: Laut JEDEC, der Organisation zur Standardisierung von Halbleitern, ist eine SSD „ein nichtflüchtiges Speichermedium. Ein Controller ist zusammen mit einem oder mehreren Speicherbausteinen in einem Gehäuse verbaut. Das Gerät sollte Interfaces, als Protokoll und physikalisch, und Formfaktoren von Standard-Harddisks verwenden.“ Für SSDs haben sich folgende Formfaktoren etabliert:

- Herkömmliche 2.5-Zoll-Laufwerke können direkt durch die SSD-Äquivalente ersetzt werden.
- Die Bauform MO-297 (alternative Bezeichnung: 1.8 Zoll Slim Line) hat dieselben elektrischen Anschlüsse, ist mit 39 mm × 54 mm jedoch kompakter aufgebaut.
- Moderne Single-Board-Computer haben Steckplätze für kompakte SSD-Module im mSATA- (MO 300) oder



Eine Hybrid-Zone-Partitionierung stellt schnellen SLC-Speicher für die Ausführung des Betriebssystems und dichten MLC- oder TLC-Speicher für die Daten zur Verfügung. Die Abbildung zeigt die physikalische (oben) und die logische (unten) Anbindung des partitionierten Speichers an den Host.

M.2-Format, beispielsweise 22 mm × 42 mm. Während sich mSATA den Steckplatz mit MiniPCIe teilt, liegt beim M.2-Format das Hauptaugenmerk auf Speicher. Bei M.2 ist die Breite der Karten genormt, die Steckerbelegung hängt jedoch vom SATA- oder PCIe-Interface ab. Die Länge variiert mit der Speicherkapazität von 42 bis 110 mm.

- Darüber hinaus stehen SSDs auch auf Chipebene zur Verfügung.

Die ersten SSD-Generationen verwendeten dasselbe Interface wie Magnetscheiben, da der von der ATA-Schnittstelle verwendete Adressraum für die damals verfügbare Kapazität ausreichte. Mit der Migration nach SATA (mit 6 Gbps) konnten die fixen Halbleiterspeicher dann zügiger angesprochen werden – besonders beim Schreiben mussten jedoch noch Wartezyklen eingelegt werden. Die aktuelle Generation von SSDs setzt auf PCI Express (PCIe). Dazu wurde eigens der NVMe-Standard definiert, der die Anbindung von nichtflüchtigen Halbleiterspeichern über den PCIe-Bus beschreibt.

Der Controller macht den Unterschied

Für den praktischen Einsatz der Flash-Technologie in Form einer SSD braucht es einen Controller. Dieser wandelt die Flash-Schnittstelle elektrisch und logisch in ein Format um, das ein angeschlossener Computer versteht. Die Verwaltung der Flash-Bausteine und die Kommunikation übernimmt eine Firmware, die exakt auf die Hardware angepasst ist, um einen sicheren Betrieb zu gewährleisten und maximale Leistung aus den Speichern herauszuholen. Für die folgenden Betrachtungen dient die neue PCIe FerriSSD von Silicon Motion als Grundlage. Sie vereint alle Funktionen auf einem einzigen Chip: Host-Controller,

3D-NAND mit bis zu 256 GB, einen mehrstufigen Cache und eine leistungsfähige Firmware. Da die Zellen eines Flash-Bausteins durch jeden Schreib- und Löschzugriff altern, ist es ratsam, häufige Zugriffe auf dieselbe Zelle zu vermeiden. In der Praxis legt das Betriebssystem in einem bestimmten Speicherbereich ein Directory ab, in dem es Buch über alle Dateien und deren Speicherposition führt. Bei jedem schreibenden Dateizugriff wird der Inhalt auf den neuesten Stand gebracht. Manche Zellen – zum Beispiel Zellen am Ende des verfügbaren Speicherbereichs – sollten erst verwendet werden, wenn das Medium nahezu voll ist. Die Aufgabe des Controllers besteht darin, alle logischen Zugriffe auf den Speicher so in physikalische Zugriffe umzusetzen, dass keine Speicherzelle überlastet wird (Wear Leveling).

Der Schreibvorgang jedes Blocks benötigt eine gewisse Zeit, da Ladungen in die Isolationsschicht transportiert werden müssen. Die höchste Zugriffsgeschwindigkeit lässt sich erzielen, wenn ein mehrstufiger Cache als Zwischenspeicher verwendet wird. Wird beim Lesen ein korrigierbarer Flash-Fehler festgestellt, können dank des auf jeder Stufe aktiven ECC (Error Checking and Correction) korrekte Daten an den Host ausgeliefert werden, die dann in einem neuen Block gespeichert werden – ganz ohne Mitwirkung der Host-CPU.

Bad Block Management

Der Controller muss dem Host-Computer die maximale Performance zur Verfügung stellen – nicht nur bezüglich der Geschwindigkeit, sondern auch der Datenintegrität. Zu diesem Zweck führt der Controller der PCIe FerriSSD neben ECC auch einen automatischen Daten-Refresh durch, indem er Speicherblöcke ausliest und wieder zurückschreibt, solange der Host nicht

auf den Speicher zugreift. Zudem überwacht der Controller die Lebensdaten jeder einzelnen Speicherzelle. Stellt sich heraus, dass eine Zelle ihre Ladung nicht mehr hält, wird der zugehörige Block als defekt markiert und aus der Liste der verfügbaren Blöcke gelöscht (Bad Block Management). Zunächst wird für ihn ein Block aus der Reserve bereitgestellt. Ist die Reserve aufgebraucht, wird die verfügbare Kapazität der SSD reduziert.

Konventionelle SSDs konfigurieren den kompletten Flash-Bereich homogen: SLC, MLC oder TLC, je nach benötigter Speicherdichte und Zugriffslatenz. Über die Funktion „Hybrid Zone“ ermöglicht die PCIe FerriSSD eine freie Partitionierung einzelner NAND-Chips in separate SLC-, MLC- und TLC-Zonen. So können einzelne Bereiche der SSD schnell beschreibbaren (Pseudo-) SLC-Speicher bereithalten, ohne dass man auf die Vorteile von MLC/TLC verzichten muss. Durch die höhere Transfergeschwindigkeit verkürzt sich die Zugriffszeit – und damit auch die Zeit, die bei einem Ausfall der Stromversorgung für die ordnungsge-

mäße Beendigung des laufenden Schreibvorgangs benötigt wird. Die dafür erforderliche Pufferung kann deutlich kompakter ausfallen.

Automatische Zellerneuerung

Im höheren Alter nimmt die Fähigkeit der Flash-Zellen, Daten dauerhaft zu speichern, ab. Auch eine erhöhte Umgebungstemperatur führt zu kürzeren Datenhaltbarkeiten. Um potenzielle Datenverluste zu vermeiden, stellt die PCIe FerriSSD eine Funktion namens „IntelligentScan“ zur Verfügung: Der Controller scannt proaktiv NAND-Bausteine und erneuert Zellen, die demnächst ihren Inhalt zu verlieren drohen. Dabei protokolliert der Algorithmus Sperrschicht-Temperaturmesswerte, die Anzahl der P/E-Zyklen (Programming/Erase), die Einschaltdauer der SSD und andere wichtige Referenzpunkte. Der Scan startet automatisch, sobald keine anderen Aktivitäten wie Lesen oder Schreiben anstehen. □



IoT Security Suite

Komplexe Dinge vereinfachen

Mit der IoT Security Suite für die SAMA5D2 MPU lassen sich fortschrittliche Sicherheitsfunktionen wie ARM® TrustZone® und Hardware-Verschlüsselung ohne lange Lernkurve schnell und einfach nutzen. Die Suite deckt die Sicherheitsanforderungen für Anbieter im IoT-Bereich in einem einzigen, einfach einsetzbaren Sicherheitspaket ab. Es unterstützt das Speichern, Verschlüsseln, Entschlüsseln und den Austausch von Schlüsseln zwischen Geräten und Anwendungen, und die benutzerfreundlichen APIs sparen Zeit.

Eigenschaften

- ▶ **Vertrauenswürdige Booten** – Root of Trust (RoT) verifizierter Start
- ▶ **Firmware-Schutz** – Verschlüsselung und Ausführung authentifizierter Firmware
- ▶ **Trusted Device ID** – Eindeutiges Gerätezertifikat, das an die RoT gebunden ist
- ▶ **Sicherer Speicher** – für sicheres Speichern von Schlüsseln, Zertifikaten und Daten
- ▶ **Sichere Kommunikation** – Authentifizierte Gerätekopplung und IoT-Cloud-Kommunikation
- ▶ **Sicheres Firmware-Update** – Firmware aus der Ferne sicher aktualisieren

microchip
DIRECT
www.microchipdirect.com

 **MICROCHIP**
www.microchip.com/SAMA5D2

TIMING-KOMPONENTEN

Quarze im neuen Gewand

Quarz steht unter Druck. Schuld daran ist unter anderem der zunehmende Wettbewerb durch MEMS-basierende Timing-Lösungen. Um diesen besser Paroli bieten zu können, hat das japanische Unternehmen KDS eine neue Wafer-Level-Package-Technologie entwickelt. Durch sie werden Quarze deutlich zuverlässiger und auch die Materialbeschaffung vereinfacht sich.

TEXT: Klaus Barenthin, SE Spezial-Electronic BILDER: KDS; iStock, halock

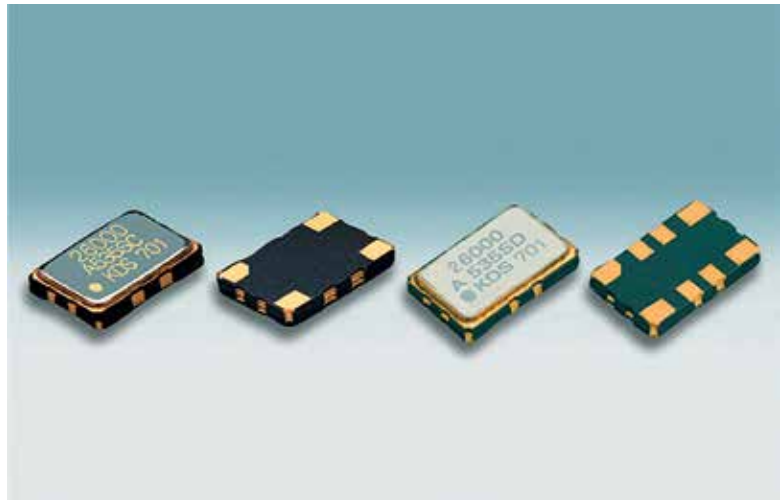
Kaum ein anderer Rohstoff hat die Entwicklung der japanischen Elektronikindustrie so stark geprägt wie der Quarz mit seinem piezoelektrischen Effekt. Schon Mitte des letzten Jahrhunderts waren mehrere Unternehmen in der Lage, diesen Effekt für die Fertigung von Resonatoren und Oszillatoren zu nutzen. Massenhaft zum Einsatz kamen diese Komponenten erstmals vor allem in digitalen Uhren, die auf einen elektronischen Takt angewiesen waren. Einige Jahre später führte dann der

Übergang zur digitalen Signalverarbeitung zu einem rasant steigenden Bedarf für diverse Timing-Produkte, der bis heute anhält.

Doch von der Goldgräberstimmung vergangener Jahrzehnte ist aktuell nicht mehr viel zu spüren. Ein starker Wettbewerb unter den etablierten Anbietern und immer leistungsfähigere MEMS-Oszillatoren haben die Gewinnchancen der Branchenteilnehmer in-



Der Präzisions-TCXO DSB535SG unterstützt Frequenzen von 9,6 bis 40 MHz und erreicht im Temperaturintervall -10 bis 70 °C eine Stabilität von 0,1 ppm. Damit eignet er sich auch für moderne Kommunikationsanwendungen mit hohen Anforderungen an die Frequenzstabilität.



zwischen erheblich reduziert. Wer im Bereich der Timing-Lösungen auch zukünftig ganz vorn mitspielen will, muss sich diesen Herausforderungen mit neuen Ideen stellen. Das gilt auch für etablierte Hersteller wie das 1959 in Kobe gegründete Unternehmen KDS Daishinku.

Packaging für Quarze

Erst kürzlich hat KDS mit der Serie Arch.3G einige neue Timing-Produkte angekündigt, deren Resonatoren erstmals komplett mit Hilfe einer hauseigenen Wafer-Level-Package-Technologie (WLP) hergestellt werden. Die Basis bilden drei Quarz-Wafer, auf denen zunächst per Fotolithografie die Strukturen für die Gehäuseunterseiten, die Quarzschwinger und die Gehäuseoberseiten erzeugt werden. Anschließend werden die einzelnen Wafer passgerecht übereinander angeordnet und durch einen speziellen Montageprozess so miteinander verbunden, dass ein kombinierter Wafer mit jeweils vollständig gekapselten Resonatoren entsteht. Bevor dieser Wafer anschließend mittels Dicing zerlegt wird, erfolgen mit der von KDS entwickelten Fine-Seal-Technologie noch die Kontaktierung und eine hochwertige Versiegelung der einzelnen Gehäusekapseln.

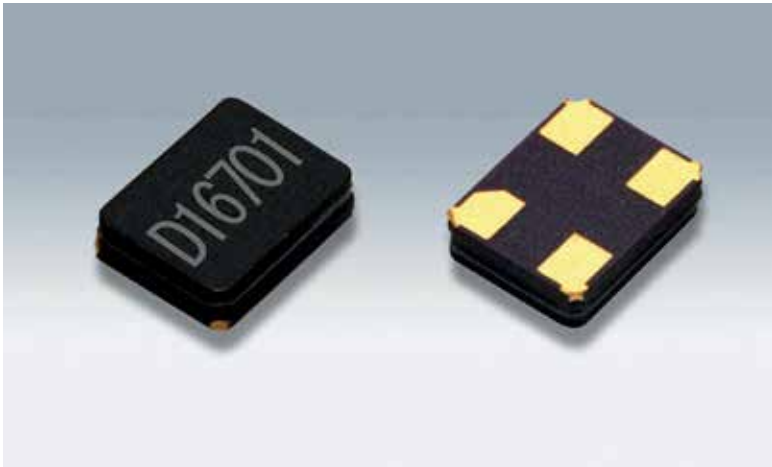
Ein wesentlicher Vorteil des neuen Resonators liegt in seiner homogenen Struktur. Beide Gehäuseschalen und der Quarzschwinger bestehen aus Quarz. Dadurch werden sämtliche Probleme vermieden, die sich bei anderen Timing-Produkten aus den voneinander abweichenden Temperaturkoeffizienten unterschiedlicher Materialien ergeben können. Für die Arch.3G-Produkte hat dies zu Folge, dass die hohe Güte der Gehäusekapselversiegelung nicht durch Temperaturschwankungen beeinträchtigt wird.

Dadurch bleibt der Quarzschwinger dauerhaft vor Verunreinigungen geschützt, eine wesentliche Voraussetzung für eine besonders hohe Langzeitstabilität und Zuverlässigkeit. Die hierzu bei KDS derzeit laufenden Untersuchungen werden vor allem in die Spezifikationen der ebenfalls noch für dieses Jahr geplanten Automotive-Versionen der Serie Arch.3G einfließen.

Materialbeschaffung wird erleichtert

Ein interessanter Nebeneffekt des homogenen Aufbaus der Resonatoren von Arch.3G-Produkten ist darüber hinaus die Vereinfachung der Materialbeschaffung. Viele Hersteller herkömmlicher quarzgestützter Resonatoren und Oszillatoren müssen sich die Gehäuseschalen aus Keramik oder Metall zu liefern lassen, da sie nicht über die nötige Fertigungskompetenz für solche Komponenten verfügen. Bei Verwendung der WLP-Technologie kann dieser Schritt komplett entfallen. Wer einen Quarz-Wafer bearbeiten kann, ist mit dieser Technologie prinzipiell in der Lage, Resonatoren komplett mit Material aus dem eigenen Hause herzustellen. Diese Strategie beschleunigt nicht nur Fertigungsabläufe, sondern reduziert auch etwaige Risiken in der Lieferkette.

Als erste Artikel der Serie Arch.3G werden voraussichtlich ab Herbst 2018 ein Quarz, ein SPXO und ein TCXO erhältlich sein, die über besonders kleine Abmessungen verfügen. Bei einer Grundfläche von 0,8 mm² beträgt die Bauhöhe des Oszillators lediglich 0,23 mm, die des Quarzbausteins sogar nur 0,13 mm. Damit dürfte der Quarz DX1008J aktuell der weltweit kleinste Resonator dieser Art sein. Mit diesen Eigenschaften eignen sich die neuen Bausteine vorzugsweise für die Integration in ein System in Package (SiP). Bei Bedarf können



Der Resonator DSX321G deckt ein breites Einsatzspektrum ab und ist für Frequenzen von 7,9 bis 64 MHz ausgelegt.

sie aber auch in herkömmlicher Weise oberflächenmontiert verarbeitet werden.

Oszillatoren ohne Oberwelle und ohne PLL

Auch für herkömmliche Resonatoren hat KDS zwischenzeitlich moderne Fertigungsverfahren entwickelt, um Produkte mit erstklassigen Spezifikationen herzustellen. Zum Beispiel lassen sich die aktuellen Schwingquarze des Herstellers etwa besonders platzsparend in ein Gehäuse einsetzen. Und sie erreichen per Grundwelle Frequenzen bis 700 MHz. Basierend auf diesen technologischen Möglichkeiten bietet das Unternehmen ein komplettes Portfolio von SPXOs, TCXOs, VCXOs, VC-TCXOs und OCXOs mit Frequenzen von 32,768 kHz bis 230 MHz (unsymmetrischer Ausgang) beziehungsweise 13,5 bis 700 MHz (symmetrischer Ausgang) und Gehäusen von 1612 bis 7050, DIL und TO92 an, die sich durch ihre besonders weiten Frequenzbereiche im jeweils vorliegenden Format auszeichnen.

Zwei Besonderheiten sorgen darüber hinaus dafür, dass diese Oszillatoren durchweg ein hochwertiges Ausgangssignal

liefern. Einerseits erfolgt die Schwingungserzeugung stets mit AT-geschnittenen Grundwellenquarzen, die lediglich bei tieferen Frequenzen von Frequenzteilern unterstützt werden müssen. Andererseits verzichtet KDS ganz bewusst auf den Einsatz von PLLs und vermeidet damit erhöhte Stromaufnahmen, schlechte Rausch- beziehungsweise Jitter-Werte und einige andere Nachteile, die mit dieser Art der Frequenzaufbereitung verbunden sein können.

Was mit diesem technologischen Ansatz aktuell möglich ist, stellt KDS unter anderem mit dem Präzisions-TCXO DSB535SG unter Beweis: Der SMD-Baustein im Format 5032 unterstützt Frequenzen von 9,6 bis 40 MHz und erreicht im Temperaturintervall -10 bis 70 °C eine Stabilität von 0,1 ppm. Damit eignet er sich auch für moderne Kommunikationsanwendungen mit höchsten Anforderungen an die Frequenzstabilität.

Bei Resonatoren auf Differenzierung bedacht

Mit seinen neuen Fertigungstechnologien ist KDS auch in der Lage, leistungsfähige Quarzprodukte herzustellen. So

NAME	DX1008J	DS1008J	DT1008J
Typ	Quarz	SPXO	TCXO
Frequenz	48 - 96 MHz	1 - 100 MHz	26,52 MHz
Stabilität	±20 ppm	±20 ppm	±0,5 ppm
Temperaturbereich	-30 - 85 °C	-40 - 85 °C	-40 - 85 °C
Versorgung	-	1,6 - 3,6 V	1,6 - 3,6 V
Höhe	0,13 mm	0,23 mm	0,23 mm
Fläche	0,8 mm ²	0,8 mm ²	0,8 mm ²

Überblick über die Timing-Serie Arch.3G

punkten die AT-geschnittenen MHz-Resonatoren nicht nur durch ihr breites Spektrum an unterstützten SMD-Gehäusen, sondern vor allem durch ihre vergleichsweise geringe Startfrequenz für das jeweilige Format: 4,8 MHz bei SMD-49, 7 MHz bei 5032, 7,9 MHz bei 3225, 12 MHz bei 2520, 20 MHz bei 2016, 24 MHz bei 1612 und 32 MHz bei 1210.

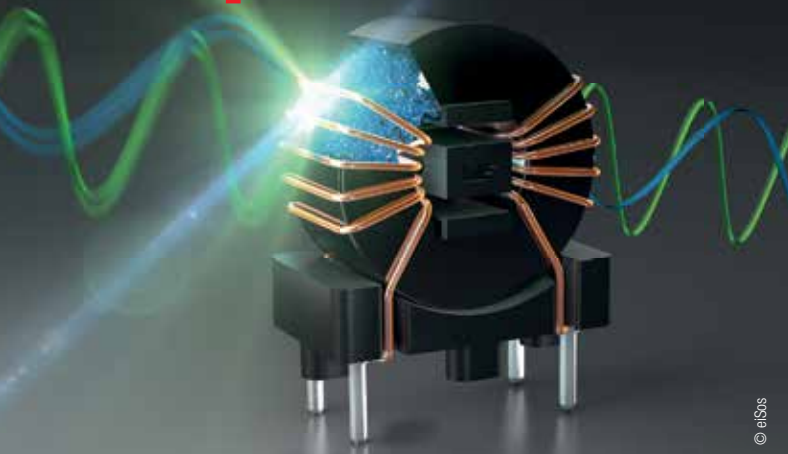
Die Tuning-Furke-Quarze für 16,768 kHz werden in besonders schmalen SMD-Gehäusen – 1210 bis 3215 und in der Sondergröße 8 x 3,8 mm² – sowie in zwei zylindrischen THT-Gehäusen mit Durchmessern von 2 mm und 3 mm angeboten. Ein besonders breites Einsatzspektrum deckt der für Frequenzen von 7,9 bis 64 MHz ausgelegte Quarz DSX321G ab. Die Höhe des verwendeten SMD-Gehäuses 3225 variiert dabei zwischen 0,85 mm (bis 12 MHz) und 0,75 mm (ab 12 MHz).

Neben aller Innovationsfreude haben bei KDS die Qualität und Zuverlässigkeit der Produkte einen besonders hohen Stellenwert. So verfügt das Unternehmen nicht nur über ausgefeilte Kontrollstrategien, modernes Testequipment und eine

ISO/TS-16949-Zertifizierung. Im Gegensatz zu vielen anderen Herstellern wird der überwiegende Teil der Resonatoren und Oszillatoren grundsätzlich in Übereinstimmung mit den Vorgaben der Normen AEC-Q200 und AEC-Q100 hergestellt. Der Anwender erhält also selbst dann ein sorgfältig gefertigtes Produkt, wenn er sich nicht explizit für einen Artikel mit einer Automotive-Spezifikation entschieden hat.

Um trotz der Produktvielfalt ein hohes Maß an Versorgungssicherheit zu gewährleisten, hat KDS seine Produktion auf zurzeit zehn Fertigungsstätten in Japan, Taiwan, Indonesien, Thailand und China verteilt. Dabei hält das Unternehmen für jedes wichtige Produktsegment mindestens zwei Standorte vor, einen davon in Japan und einen weiteren auf einem anderen Inselstaat oder auf dem asiatischen Festland. Diese Strategie ist nicht nur eine sinnvolle Antwort auf das erhebliche Erdbebenrisiko in Japan, sie bietet auch die Voraussetzungen für eine sehr flexible Fertigung. Kleinere Einheiten können schnell auf wechselnde Markterfordernisse reagieren und tragen damit dazu bei, dass es bei hoher Nachfrage nicht zu einer Allokation kommt. □

crystal clear frequencies.



© eiSas



Die WE-CMBNC ist eine VDE-zertifizierte Serie von Gleichaktrosseln mit einem hochpermeablen **nanokristallinen Kernmaterial**. Sie zeichnet sich durch eine hervorragende breitbandige Dämpfung bei kleiner Baugröße, hohe Nennströme und geringe Gleichstromwiderstände aus. Auch besonders niedrige Bauhöhen oder hohe Nennspannungen können durch stromkompensierte Netzrosseln der WE-CMB Serie realisiert werden.

- Hochpermeables nanokristallines Kernmaterial
- Hoher Nennstrom & niedriger R_{DC} bei kleiner Baugröße
- Breitbandige Entstörung
- Stabile Induktivitätswerte bei hohen Temperaturen
- Optimierte Isolation durch Kunststoffgehäuse und patentiertem Trennsteg

#CRYSTALCLEAR

*WE speed up
the future*

Weitere Informationen unter:

www.we-online.de/we-cmb



SUBSYSTEM-DESIGNANSATZ FÜR SiC-DREIPHASEN-WECHSELRICHTER

ERHABENERES DESIGN VON INNEN HERAUS

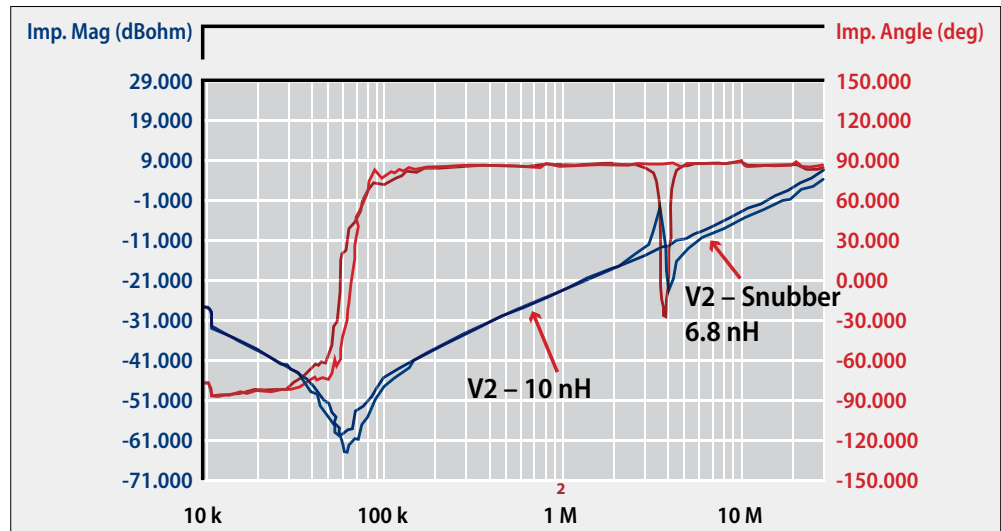
Siliziumkarbidhalbleiter haben bereits verschiedene Anwendungsmärkte erschlossen und gewinnen dank hoher Spannungsfestigkeit, Schaltleistung und Temperaturbeständigkeit weiter an Fahrt. Der SiC-MOSFET gilt vielfach als der idealste bisher entwickelte Leistungshalbleiterschalter. Um seinen Nutzen zu maximieren, ist große Sorgfalt angebracht, wenn es um das Design der Subsysteme des Wandlers geht.

TEXT: Kraig J. Olejniczak, Ty McNutt, Daniel Martin und Guy Moxey; Wolfspeed **BILDER:** Wolfspeed; iStock, ThomasVogel

Konventionelle Wandler für Militär und Industrie nutzen häufig Silizium-IGBTs. Netzgebundene erneuerbare Energien, Energiespeicher oder unterbrechungsfreie Stromversorgungen sind Beispiele für Rund-um-die-Uhr-Anwendungen, bei denen ein Wechsel von der

Silizium- (Si) zur Siliziumkarbid-Technologie (SiC) einen hohen Nettokapitalwert über den Lebenszyklus, hohe Rentabilität oder kürzere Amortisationszeiten bringt. Diese Vorteile ergeben sich allerdings nicht aus dem Vergleich der kalkulierten Stücklistenkomponenten,

sondern bei der Betrachtung des SiC-Systemwertversprechens. Dieses Versprechen sollte folglich die Wertschöpfungskette sowohl für Si- als auch für SiC-Designs detailliert bewerten. Im Folgenden wird erörtert, wie ein SiC-basierter Dreiphasen-Zweistufen-Wechsel-



Kleinsignal-Impedanzmessungen der laminierten DC-Busstruktur mit und ohne Dämpfungsschaltung

richter mit einem Gewicht von 16 kg auf Systemebene mit einem Subsystem-Designansatz optimiert wurde. Dieser sollte die SiC-Vorteile hinsichtlich Leistungsdichte, Effizienz, Leistungsmodulbelastung und hoher Betriebstemperatur erhöhen. Der Fokus liegt auf der Optimierungsphase des Leistungsmoduls, der Zwischenkreiskondensatoren und der DC-Busstruktur.

Um die Systemeffizienz und Leistungsdichte SiC-basierter Wandlersysteme zu optimieren, müssen zunächst Designkompromisse bei verschiedenen Komponenten und Subsystemen ermittelt und priorisiert werden. Anschließend müssen aufgrund der inhärenten Kopplung die elektrischen, mechanischen und thermischen Wechselwirkungen sorgfältig berücksichtigt werden. Auf jedes Subsystem wird eine proprietäre CAD-basierte Optimierungsmethode angewendet, wobei Eingänge, Ausgänge und Mehrbereichsphysik an der Schnittstelle bekannt sein müssen. Dank dieses Optimierungsansatzes kann der Endanwender die Extrempunkte des Lö-

sungsraumes abdecken, um die Vorteile SiC-basierter Systeme zu maximieren.

Das Leistungsmodul im Detail

Das Leistungsmodul CAS325M12HM2 von Wolfspeed wurde für militärische, industrielle und automobiler Motorantriebsanwendungen entwickelt, um die Vorteile SiC-basierter Halbleiterbauelemente zu nutzen. Das reine SiC-Leistungsmodul bietet 1.200 V, 445 A und 3,6 mΩ On-Widerstand (7-×-25-mΩ-MOSFETs und 6-×-50-A-Schottky-Dioden pro Schalterstellung) und arbeitet bei einer Höchsttemperatur von 175 °C. Das Halbbrückenleistungsmodul CAS325M12HM2 weist einen Leistungspfad mit niedriger parasitärer Induktivität ($L\sigma \sim 5,5$ nH bei 1 MHz) und symmetrische Signalfade mit niedriger Induktivität auf. Hierdurch kann das Leistungsmodul erforderlichenfalls bei über 150 kHz schalten.

Die Kommutationsschleife, die den laminierten DC-Bus und die Zwischenkreiskondensatorbank umfasst, muss

eine Struktur mit minimalem ESL aufweisen. Daher wird eine Comsol-Multiphysics-Modellierung des laminierten Sammelschienendesigns genutzt, um die hochfrequenten elektrischen Strompfade zu eruieren, die Auswirkungen von Skin- und Proximity-Effekten zu quantifizieren und die äquivalente Induktivität der CAS325M12HM2-Leistungsanschlüsse zu bestimmen. Die Zwischenkreisspannung des Wechselrichters wird durch die Spannungsüberhöhung infolge der in der parasitären Induktivität gespeicherten Energie eingeschränkt, von der die Drain- und Source-Anschlüsse des Leistungsmoduls während der Abschaltung betroffen sind. Diese parasitäre Induktivität $L\sigma$ kombiniert mit höheren di/dt -Werten beeinflusst die Spannung und die Stromnutzung des Leistungsmoduls auf zweierlei Art negativ. Zum einen kommt die Spannungsüberhöhung $\Delta V_{\text{overshoot}} = -L\sigma (di/dt)$ zur Zwischenkreisspannung hinzu. Dies zwingt V_{bus} zu einem künstlich niedrigen Wert, da $V_{\text{bus}} + \Delta v_{0\text{-peak}} + V_{\text{overshoot}}$ + Sicherheitsmarge strikt unter dem Modulrating liegen müssen. Hier ist $\Delta v_{0\text{-peak}}$ die höchste



Testdaten mit 900 V_{DC}
 Busspannung, 304 A
 Abschaltstrom, 200 V Span-
 nungsüberhöhung und 100 V
 Designmarge

Gleichspannungswelligkeit infolge der Interaktion des AC-Stroms mit dem ESR der Kondensatorbank.

Zweitens muss der Modulstrom auch während der Abschaltung eingeschränkt oder verlangsamt werden, um den di/dt -Wert und damit die Spannungsüberhöhung zu begrenzen. Die Verlangsamung des Bauelementes während der Abschaltung hat zusätzliche Schaltverluste zur Folge, die das Bauelement thermisch beeinträchtigen und die Gesamteffizienz des Systems benachteiligen. Die Reduzierung des di/dt -Werts durch Begrenzung des Stroms oder durch verringerte Flankensteilheit beim Abschaltverhalten, führt zwangsläufig dazu, die eigentlichen SiC-Modul-Vorteile nur unvollständig auszunutzen. Daher sollte man die parasitäre Induktivität der laminierten DC-Busstruktur minimieren.

Optimierung von innen heraus

Bei der Maximierung der Systemleistung durch SiC-Halbleiterbauelemente ist es wichtig, das System „von innen heraus“ zu optimieren, also vom SiC-Chip in jeder Leistungsmodulschalterstellung über die Außenseiten des Leistungsmoduls bis hin zu allen angebotenen Subsystemen. Das DC-Bussing ist ein multiphysikalisches Designproblem im

elektrischen, thermischen und mechanischen Bereich.

In enger Zusammenarbeit mit einem Anbieter laminierten Stromschienen hat Wolfspeed eine Konfiguration mit extrem niedriger DC-Bus-Induktivität für einen reinen SiC-Wechselrichter mit 250 kW bei 1.200 V entwickelt. In dieser Designiteration sollte eine maximierte Magnetfeldunterdrückung gewährleistet und die parasitäre Induktivität des Bussing-Systems reduziert werden, von der das Leistungsmodul betroffen ist. An der laminierten DC-Busstruktur erfolgte eine elektrische Modellierung und FEA-Analyse ohne Zwischenkreis-kondensatoren, um die Kommutations-schleife zu minimieren und den hohen di/dt -Wert zu stützen, der während der Kommutationsintervalle des Leistungsmoduls erforderlich war. Die laminierte DC-Busstruktur wurde im CAD-Tool modifiziert.

Es wurden sechs Cu-Bänder hinzugefügt, um die laminierten DC-Bus-V+ und -V--Flächen zu kürzen; diese waren notwendig, um alle von den Leistungsanschlüssen der drei Module ausgehenden hochfrequenten elektrischen Strompfade zu „schließen“. Zudem haben die sechs Cu-Verbindungen zwischen den laminierten V+- und V--Flächen und den

Leistungsanschlüssen der drei Module DC+ beziehungsweise DC- eine besondere Form: Es wurde ein solider Cu-Stab verwendet, der für die Leitungen des Leistungsmoduls CAS325M12HM2 optimiert war. Die Stabform wurde gewählt, um die Induktivität zu minimieren und die elektrische Kontaktfläche für die Stromleitung zu maximieren.

Die Vermaschung war ultrafein, um die frequenzabhängigen Oberflächen- und Näherungseffekte zu berücksichtigen. In die Struktur wurde ein komplexwertiger Teststrom-Phasor mit einer Frequenz von 500 kHz injiziert. Da $\mathbf{V}_{\text{test}} = \mathbf{Z}_{\text{Th}} \mathbf{I}_{\text{test}}$, beträgt die resultierende Spannung aufgelöst durch die FEA über den Eingangs-Ausgangs-Port des Moduls hinweg $\mathbf{V}_{\text{test}} = \mathbf{Z}_{\text{Th}}$. Der Streuinduktivitätswert wird mittels $\text{Im}\{\mathbf{Z}_{\text{Th}}\} = \text{Im}\{\mathbf{V}_{\text{test}}\} = j\omega L\sigma \Omega = 1,11014 \times 10E-2 \Omega$ berechnet. Die Auflösung für $L\sigma$ beträgt 3,53 nH.

Um die Induktivität der laminierten DC-Busstruktur mit den obigen FEA-Ergebnissen zu vergleichen, hat Wolfspeed eine Kleinsignal-Impedanzmessmethode mit einem Impedanzanalysator mit hoher Bandbreite angewendet. Die Abbildung auf der vorherigen Seite zeigt die Testergebnisse der Kleinsignal-Impedanzmessungen der gesamten

Kommutationsschleife an den Modulanschlüssen. Es sind zwei Magnituden- und Phasenverläufe mit und ohne kapazitiver Dämpfungsschaltung abgebildet.

Basierend auf den Ergebnissen resonieren die Kondensatoren und ihre Eigeninduktivität zusammen mit der Induktivität des Bus-Netzwerks bei etwa 60 bis 65 kHz. Die verwendete Testausrüstung kann sehr kleine Impedanzen nicht genau messen, so dass die Resonanzüberhöhung nicht präzise erfasst wurde. Die sehr niedrige Impedanz auf der Eigenfrequenz zeigt jedoch, dass die Sammelschiene und die Kondensatoren einen sehr niedrigen äquivalenten Serienwiderstand aufweisen. Die Kommutierungsinduktivität wurde berechnet ($L\sigma$), nachdem die Messergebnisse der Eigenresonanzfrequenz (f_{SRF}) vorlagen. Anhand von Messungen mit und ohne die stabförmigen Z-Achsen-Verbindungen ergab sich ein Induktivitätswert von etwa 5 nH. Die sechs DC-Bus-Folienkondensatoren wurden mit einem durchschnittlichen ESL von jeweils etwa 18 nH gemessen, die sechs parallelen ergaben einen effektiven Bank-ESL von etwa $18 \text{ nH} / 6 = 3 \text{ nH}$. Die Gesamtin-

duktivität ohne Dämpfungsschaltung, gerundet auf den nächsten ganzen nH-Wert, betrug 11 nH.

Subtrahiert man die Induktivität der Zwischenkreiskondensatoren und der Z-Achsen-Verbindungen von der Gesamtinduktivität, so ergibt sich eine Schätzung für den laminierten DC-Bus allein: $11 \text{ nH} - 3 \text{ nH} - 5 \text{ nH} = 3 \text{ nH}$. Dies liegt innerhalb von 15 Prozent des FEA-Ergebnisses. Die Induktivität ist mit dem NPO-Snubber bis etwa 4 MHz praktisch identisch über die Frequenz. In jedem Fall ist die laminierte DC-Bus-Induktivität mit oder ohne kapazitiver Dämpfungsschaltung sehr klein. Der niedrige Wert wurde durch eine kleine 0,23-mm-Trennung zwischen den Platten, eine hohe Stromüberlagerung sowie lange und breite (stabförmige) Abstandhalter anstelle von mehreren zylindrischen Stiften erreicht, die die Struktur mit den Leadframes des Leistungsmoduls verbinden.

Test ermittelt RMS-Laststrom

Ziel des Doppelpulstestes ist es, für eine DC-Bus-Spannung, mit 800, 850

und 900 V, den maximalen RMS-Laststrom für den gewählten externen Gate-Widerstand am Gate-Treiber zu bestimmen. Die Überhöhung $\Delta V_{\text{overshoot}} = -L\sigma \, di/dt$ trägt zur DC-Bus-Spannung bei der Abschaltung bei. Die Streuinduktivität $L\sigma$ ergibt sich aus dem ESL der Zwischenkreiskondensatorbank, der effektiven Streuinduktivität des laminierten DC-Bussings und der inneren Streuinduktivität der Leistungsmodule. Bei diesem Test wird dt durch den gewählten externen Gate-Widerstand bestimmt. Wenn di steigt, steigt außerdem ΔV hin zur maximalen Bemessungsspannung des Leistungsmoduls, also bis 1.200 V.

In diesem Test ist die DC-Bus-Spannung auf 900 V begrenzt und beinhaltet eine Überhöhung auf 1.100 V, was eine Marge von 100 V zulässt, bevor ein Lawinendurchbruch am Modul ausgelöst wird. Die nebenstehende Abbildung zeigt die RMS-Stromkapazität des Wechselrichters für eine DC-Bus-Spannung von 900 V, wobei die Schalterstellungs-Spannungsüberhöhung auf 1.100 V bei einem Abschaltstrom von 304 A begrenzt ist. □



40–800 W Medizin- und ITE-Netzteile

- Medizinzulassung nach 3rd Edition 60601-1
- Peakleistung bis 600 Watt
- Single & Dual Spannungsausgang
- Ausgangsspannung 5–60 VDC
- Wirkungsgrad > 90 %
- Bauhöhe nur 27,1 mm
- Remote Control
- Entwicklungsbegleitung
- Applikationsberatung
- Design-In

SiC- UND GAN-IGBTs IM VERGLEICH

Das Kräftemessen hat begonnen

Die Wide-Bandgap-Halbleitermaterialien Galliumnitrid und Siliziumkarbid versprechen die Leistungselektronik zu revolutionieren. Doch damit sind die Tage der traditionellen, siliziumbasierten Super-Junction-MOSFETs und IGBTs noch lange nicht gezählt. Das Wettrennen um die Gunst der Anwender hat gerade erst begonnen.

TEXT: Bianca Aichinger, Recom **BILDER:** Recom; iStock, Damian Kuzdak



Sie schalten schneller und sauberer und bieten ein besseres thermisches Verhalten als IGBTs – die Rede ist von Transistoren, die auf den Wide-Bandgap-Halbleitermaterialien (WBG) Galliumnitrid (GaN) und Siliziumkarbid (SiC) basieren. Doch nach wie vor bieten Super-Junction-MOSFETs und IGBTs für viele Anwendungen eine akzeptable Performance zu einem wesentlich attraktiveren Preis. Deshalb haben siliziumbasierte Technologien in vielen preissensitiven, industriellen Anwendungen noch immer die Nase vorn – bis jetzt. Zudem befinden

sich WBG-Transistoren noch in einer frühen Entwicklungsphase, so dass die ausgereifere IGBT-Technologie höhere Schaltspannungen und -ströme als ihre jüngeren Konkurrenten zulässt.

In einigen Schlüsselanwendungen sind jedoch die Performance-Vorteile von WBG entscheidend: Zum Beispiel erfordern Elektrofahrzeuge einen höheren Wirkungsgrad (höhere Schaltfrequenz) und eine bessere thermische Performance

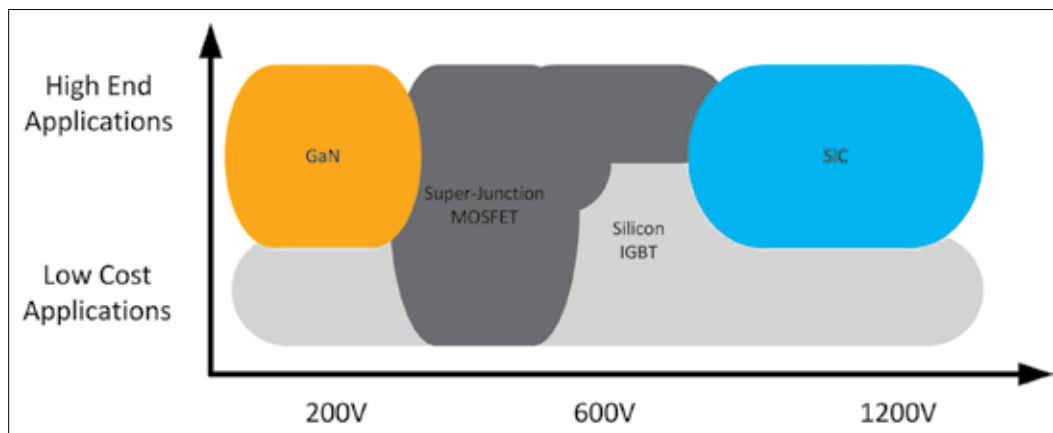


(geringere Schaltverluste), als dies derzeit mit siliziumbasierten Technologien möglich ist. Der Gesamtwirkungsgrad eines Elektrofahrzeugs liegt derzeit bei etwa 60 Prozent bei der Umwandlung von Netzstrom in kinetische Energie des Fahrzeugs. WBG bietet die Aussicht, die Leistungsregulierung und Batterieladeeffizienz so zu verbessern, dass der Gesamtwirkungsgrad auf 72 Prozent steigt. Das bedeutet bei bestehender Batterietechnologie eine effektive Reichweitensteigerung von mehr als 20 Prozent. Für militärische oder Raumfahrtanwendungen

ist die inhärente Strahlungsfestigkeit der lateralen GaN gegenüber der vertikalen Si/SiC-Konstruktion ein Vorteil.

Unterschiede im Aufbau der Technologien

Herkömmliche Leistungstransistoren bestehen aus Schichten unterschiedlich dotierter Verbindungen, die vertikal auf einem Substrat gestapelt sind. Der Strom fließt von oben nach unten durch eine Gate-Elektrode. Da SiC eine um Faktor 10



Die IGBT-Technologie erlaubt derzeit noch höhere Schaltspannungen und -ströme.

höhere Durchschlagsfestigkeit und eine dreimal höhere Wärmeleitfähigkeit als Silizium aufweist, können die Schichten dünner gestaltet werden, was geringere parasitäre Kapazitäten und schnelleres Schalten bedeutet. Ein typischer IGBT benötigt etwa 10 mJ Energie zum Ein- und 12 mJ zum Ausschalten. Diese Verluste begrenzen die Schaltfrequenz auf wenige 10 kHz. Ein äquivalenter SiC-Transistor benötigt zum Ein- und Ausschalten nur 3 mJ und erreicht eine Schaltfrequenz von 50 kHz, ohne dass der Transistor intern überhitzt.

GaN verwendet einen anderen Konstruktions- und Schaltmechanismus. Ein selbstsperrender GaN etwa ist ein Transistor mit hoher Elektronenmobilität (HEMT), bei dem Source und Drain lateral positioniert sind. Aufgrund der Kristallstruktur von GaN können Elektronen sich leicht durch sie hindurch bewegen – man spricht deshalb von einem Elektronengas. Die beiden Anschlüsse wären effektiv miteinander verbunden, wäre da nicht eine Raumladungszone unter der Gate-Elektrode. Um einen GaN-HEMT einzuschalten, muss der Verarmungsbereich „gelöscht“ werden, indem eine kleine Spannung an das Gate angelegt wird, um die Verbindung zwischen Source und Drain freizugeben. Das geschieht sehr schnell, wodurch Schaltgeschwindigkeiten von 100 kHz bis in MHz-Regionen leicht realisierbar sind. Schnelleres Schalten erlaubt es, kleinere Induktivitäten und Kondensatoren zu verwenden. Dadurch wird der Stromrichter kompakter und effizienter.

Besonderheiten beim Einsatz und EMV

Ein SiC- oder GaN-Transistor lässt sich nicht ohne Änderungen in ein existierendes IGBT-Design einsetzen. Es bestehen beispielsweise große Unterschiede zwischen den Gate-Treiberspannungen der verschiedenen Technologien. Während ein IGBT eine isolierte Versorgung von 15/-9 V benötigt, braucht ein SiC-Design der ersten Generation 20/-5 V und Designs der zweiten Generation 15/-3 V. GaN-HEMT

verlangen je nach Hersteller typischerweise 6/-0 V oder 6/-1 V. Auch der Stromverbrauch des Gate-Treibers ist unterschiedlich: Während GaN so sauber schaltet, dass 1 W ausreicht, benötigt ein IGBT zwischen 2 und 3 W. SiCs schalten schneller als IGBTs, werden aber typischerweise bei höheren Schaltfrequenzen verwendet, sodass 2 bis zu 6 W benötigt werden. Sind die Treiberspannungen zu hoch, kann der empfindliche Gate-Eingang schnell beschädigt werden. Sind die Spannungen jedoch zu niedrig, werden die Transistoren nicht vollständig verstärkt, und die Verluste werden höher sein.

Eine Kapazität von nur 10 pF zwischen den Leiterbahnen kann eine ausreichende Kopplung aufweisen, die es unmöglich macht die EMV-Vorschriften einzuhalten. Das größte Problem liegt darin, diese Koppelkapazitäten in einem komplexen Layout aufzuspüren. Häufig gibt es mehrere überlappende Störquellen. Bei den hohen Schaltfrequenzen von SiC und GaN können sich die Oberwellen über einen großen Frequenzbereich verteilen und die Erkennung von Rauschquellen erschweren. Alles was auch nur eine einzelne Störquelle eliminiert ist hilfreich. Auch die in Gate-Treiberschaltungen verwendeten isolierten DC/DC-Wandler tragen durch die in ihnen enthaltenen Oszillatoren, zu den leitungsgebundenen Emissionen bei. Hier hilft ein Blick ins Herstellerdatenblatt. Recom gibt in seinen Datenblättern Class A und Class B Filtervorschläge für seine DC/DC-Module an und verwendet in seinen Modulen nur geschirmte Spulen und Transformatoren um die abgestrahlten HF-Störungen zu minimieren.

Rasanter Fortschritt in den kommenden Jahren

Der WBG-Fortschritt ist so rasant, dass Support-Technologien kaum Schritt halten können. Controller mit kürzeren Totzeiten und Laufzeitverzögerungen müssen entwickelt und magnetische Materialien verbessert werden, um eine bessere Leistungsperformance bei hohen Schaltfrequenzen zu bieten.



Das Referenzdesign R-REF01-HB hilft beim Vergleich der verschiedenen Technologien.

Zudem können hohe dv/dt -Belastungen an der Isolation die Lebensdauer limitieren, wenn nicht Produkte mit niedriger Isolationskapazität entwickelt werden. In voraussichtlich ein bis zwei Jahren wird die GaN-Technologie die Baugröße von Netzteilen massiv reduzieren. Leistungsdichten von 40 W/in^2 werden bereits entwickelt; das ist etwa das zwei- bis dreifache der Leistungsdichte von herkömmlichen Si-basierten Technologien. Industrie- und Medizinkunden können eine neue Generation von AC/DC-Netzteilen erwarten, die in kleinere Gehäuse mit minimaler Wärmeentwicklung passen. Da GaN sich für emissionsarme, hocheffiziente Resonanz- oder Aktiv-Clamp-Flyback-Topologien eignet, werden schnittige neue Designs die sperrigen Netzteile ersetzen.

Referenzdesign erleichtert die Evaluierung

Um das tatsächliche Verhalten von Hochleistungs-IGBT-, SiC-, MOSFET- und Kaskoden-Schalttechnologien zu evaluieren, bietet Recom das Referenzdesign R-REF01-HB, das aus einem Halbbrückenlayout und einer vollständig isolierten Treiberstufe besteht. Es verwendet isolierte Stromversorgungen für die Low- und die High-Side-Schalttransistoren. Das Paket enthält vier Sätze verschiedene DC/DC-Wandler, die geeignete isolierte Treiberspannungen für die verschiedenen Transistortypen erzeugen. Der Anwender kann somit wählen, welche TO247- oder TO247-4L-Schalttransistoren (Kelvin-Verbindung) er vom Lieferanten seiner Wahl auswerten möchte, den passenden DC/DC-Wandler einsetzen und erhält so schnell einen Prototypen seiner Anwendung. Das Referenzdesign ist ein Grundbaustein, um Vorwärts-, Flyback-, Buck- und Boost-Topologien zu evaluieren. Die Kombination von zwei oder mehr Einheiten ermöglicht die Auswertung von Vollbrücken- und Drei-Phasen-Brückenschaltungen. Die PCB ist geeignet für hohe Schaltgeschwindigkeiten bei bis zu 1.000 V und einem Gate-Ansteuerstrom von 10 A . Der Signal Ground ist galvanisch vom Leistungskreis getrennt. □

IMPRESSUM

Herausgeber Kilian Müller

Redaktion Florian Streifinger (Managing Editor/verantwortlich/-28), Roland R. Ackermann (freier Mitarbeiter), Isabell Diedenhofen (-38), Selina Doulah (-34), Anna Gampnerieder (-23), Ragna Iser, Demian Kutzmütz (-37), Florian Mayr (-27), Sabrina Quente (-33), Cathrin Schmitt (-15)

Newsdesk newsdesk@publish-industry.net

Anzeigen Saskia Albert (Director Sales/verantwortlich/-18), Vitor Amaral de Almeida (-24), Corinna Brodersen (-39), Caroline Häfner (-14), Doreen Haugk (-19), Maja Pavlovic (-17), Julia Rinklin (-10), Katrin Späth (-99); Anzeigenpreisliste: vom 01.01.2018

Sales Services Ilka Gärtner (-21), Franziska Gallus (-16), Marina Schiller (-20); dispo@publish-industry.net

Marketing & Vertrieb Anja Müller (Head of Marketing), Alexandra Zeller (Product Manager Magazines), David Löffler (Kampagnenmanager)

Herstellung Veronika Blank-Kuen

Verlag publish-industry Verlag GmbH, Machtfinger 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-Kompendium.

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 Bezugsgebietes. 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

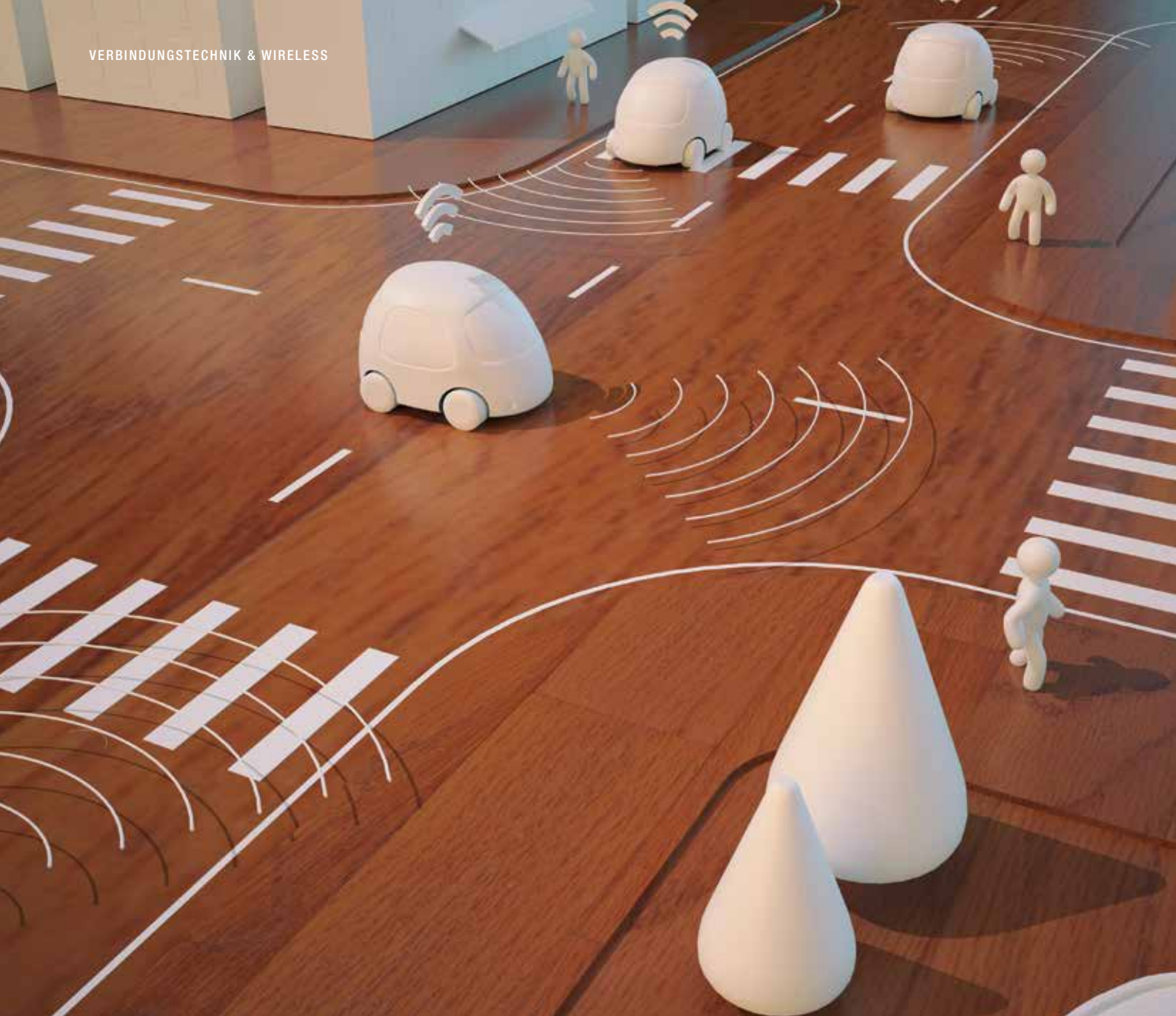
Der Druck der E&E erfolgt auf FSC®-zertifiziertem Papier, der Versand erfolgt CO₂-neutral.

Mitglied der Informationsgemeinschaft zur Feststellung der Verbreitung von Werbeträgern e.V. (IVW), Berlin



FIRMEN UND ORGANISATIONEN IN DIESER AUSGABE

Firma	Seite	Firma	Seite
ABB	22	MES Electronic Connect	57
Acatech	10	Microchip Technology	65
Alpha-Numerics	40	Microsoft	22
Althen	32	ODU	81
Austerlitz	46	PCB Synotec	32
Beta Layout	13	Phoenix Contact	22
Börsig	53	Recom	74
Bürklin Elektronik	55	Rutronik	3, 32
Cisco	14	Schukat	45
Conrad Electronic	54	SE Spezial-Electronic	66
CTX Thermal Solutions	40, 47	Sensitec	32
Detakta	6	Socionext	27, 58
Display Elektronik	11	SSV Software Systems	28
Elektrosil	73	Telemeter Electronic	40
Fischer Elektronik	35, 36, 40, 41, 48	TQ-Systems	61
Fraunhofer IIS/EAS	8	Turck Duotec	21
Hy-Line	62	U-Blox	50
IBM	22	VDI/ VDE-Gesellschaft	32
ICT Suedwerk	5, 42, 49	Wolfspeed	70
Imec	40	Würth Elektronik eiSos	69
International Data Spaces Association	24	Marvell	78
Infineon	32	Ziehl-Abegg	14
Luvium	58		



DEEP-PACKET-INSPECTION IN AUTOMOTIVE-NETZWERKEN

SICHERES ETHERNET FÜR DAS VERNETZTE AUTO

In Automotive-Netzwerken schlagen TCAM-basierte DPI-Techniken zwei Fliegen mit einer Klappe: Sie integrieren mehr Sicherheitsfunktionen und reduzieren gleichzeitig die Komplexität. Dadurch lassen sich völlig neue Standards und Funktionen kostendeckend implementieren. Das vernetzte Auto wird Realität!

TEXT: Christopher Mash, Marvell BILDER: Marvell; iStock, Julos

0000	00 01 02 XX XX XX 00 11 22 XX XX XX 81 00 X0 XX3DU....
0010	XX XX XX XX XX XX XX XX XX XX XX XX XX XX XX	..E.....
0020	XX XX XX XX XX XX XX XX XX XX XX 00 01 F7 FA 00 00	.d....@. Bh.....
0030	00 00 50 00 04 00 55 81 00 00 30 43 2F EF E4 39	..P...U. ...C...9
0040	0F EC E9 02 34 EF E0 F3 4F E0 9F 34 8F 48 E9 0F4... O..4.H..
0050	E8 58 90 FD 04 43 98 45 36 85 49 06 4F 90 D3 9E	.X...C.E 6.I.O...
0060	D0 0F E0 94 54 59 90 43 29 28 90 21 09 21 9E 21TY.C

Eine Wireshark-Momentaufnahme des TCAM, wenn Pakete außerhalb des akzeptierten Bereichs liegen

In modernen Fahrzeugen sind immer mehr Geräte und Systeme miteinander vernetzt. Viele der Anwendungen, die auf Netzwerkfunktionen innerhalb des Fahrzeugs beruhen, wirken zwar recht unscheinbar – dennoch sind sie von zentraler Bedeutung. Durch die stetig wachsende Zahl elektronischer Steuergeräte (ECU) für Funktionen wie adaptive Geschwindigkeitsregelung, Antiblockiersystem oder Zentralverriegelung haben immer neue Netzwerkstandards und Topologien Einzug in unsere Autos erhalten. Das hat zur Folge, dass verschiedene Standards für die interne Kommunikation zwischen den ECUs berücksichtigt werden müssen, beispielsweise CAN, CAN-FD, FlexRay, LIN, MOST, USB oder LVDS. Dank verschiedener Busvernetzungen ist eine gemeinsame Nutzung von Sensordaten möglich: Bekannte Standards wie CAN oder LIN arbeiten als gemeinsamer Bus, ohne dass ein Wechsel auf Geräteebene (Forwarding) nötig ist. Spätestens bei den komplexen Funktionen, die mit fortschrittlichen Fahrerassistenzsystemen (ADAS) einhergehen, wird aber deutlich, dass heutzutage ein höheres Niveau bei der Datenanbindung nötig ist: Mehr Datendurchsatz bei möglichst geringer Latenz im Netzwerk.

Ethernet als De-facto-Netzwerkprotokoll

Auf der Suche nach dem bestmöglichen Netzwerkansatz für neue Automotive-Plattformen hat sich Ethernet als De-facto-Netzwerkprotokoll herauskristallisiert. Außerhalb der Automotive-Umgebung kann Ethernet auf eine langjährige Erfolgsgeschichte zurückblicken. Zudem reduziert es ganz augenscheinlich die Komplexität von Automotive-Netzwerken. Da die alten Netzwerkprotokolle aber voraussichtlich noch eine Weile in Gebrauch sein werden, müssen diese innerhalb des Ethernet-Ökosystems unterstützt werden. Hier bietet der Standard IEEE1722 die Möglichkeit, bestehende Kommunikationsstandards wie CAN oder LIN in Ethernet-Pakete einzubinden – mit dem Ziel, Ethernet zum primären Automotive-Netzwerk zu machen.

Dank der Anbindung moderner Autos ans Internet können mehr Netzwerkfunktionen innerhalb des Ethernet-Switch bereit-

gestellt werden. Auf der anderen Seite ergeben sich durch die Anbindung völlig neue Angriffsflächen für Hacker – entsprechend hoch sind die Sicherheitsanforderungen. Um den erforderlichen Schutz zu gewährleisten oder um zusätzliche Funktionen bereitzustellen, müssen die Datenpakete anhand vorher festgelegter Regeln überprüft werden. Die Überprüfung geschieht auf der Basis bestimmter Datenwerte oder Bedingungen.

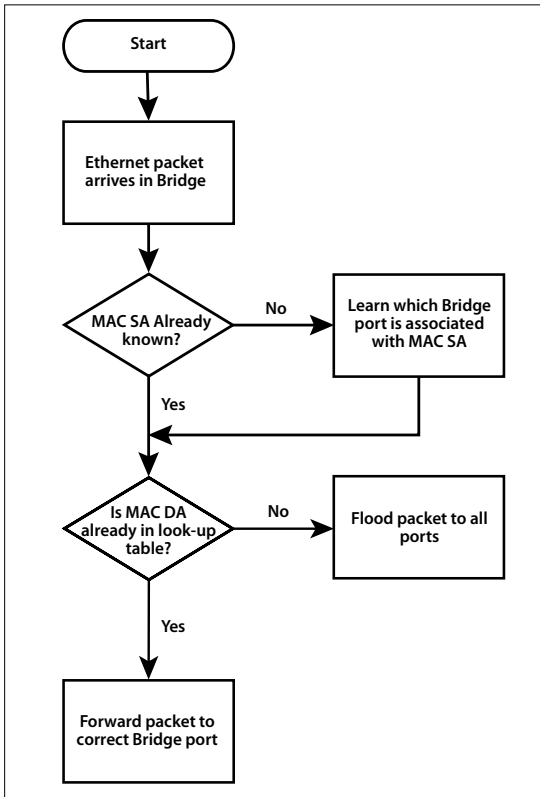
Ergänzung der IEEE-Standards

In einem herkömmlichen Ethernet-Switch wird die Entscheidung, an welchen Port ein Datenpaket weitergeleitet werden soll, auf der zweiten Ebene (L2) des OSI-Netzwerkmodells getroffen. Falls die Quelladresse (Source Address, SA) des eingehenden Frames zuvor noch nicht bekannt war, wird sie zusammen mit der Eingangsportnummer des Frames in die Adressdatenbank aufgenommen. Befindet sich die Zieladresse (Destination Address, DA) bereits in der Nachschlagetabelle der Bridge, wird das Datenpaket entsprechend weitergeleitet. Anderenfalls findet ein Flooding des Frames statt.

Im Laufe der Jahre haben sich die IEEE-Standards, welche L2-Protokolle wie 802.1 MAC Bridges, VLANs oder die Port-basierte Netzwerkzugangskontrolle steuern, auf die ersten 16 Byte eines Ethernet-Frames konzentriert. Die jüngsten Ergänzungen enthalten zeitkritische Audio-/Video-Broadcast-Netzwerkstandards wie 802.1AS. Darüber hinaus wurden erweiterte Funktionen eingeführt, um die Überprüfung von OSI-L3-Informationen wie IPv4/IPv6-Paketpriorität oder IPv4/IPv6-Snooping zu erleichtern.

Mehr Flexibilität als bisher

Während die genannten Techniken lange genügten, um Ethernet-basierte Automotive-Anwendungen zu entwickeln, ist heute mehr Flexibilität gefragt. Um eine fortschrittliche Paketklassifizierung, Debugging-, Diagnose- und Sicherheitstools implementieren zu können, müssen die Datenpakete in Echtzeit



In herkömmlichen Ethernet-Switches werden Entscheidungen bezüglich der Paketweiterleitung auf der L2-Ebene des OSI-Netzwerkmodells getroffen.

(Wire-Speed) untersucht werden – Stichwort Deep Packet Inspection (DPI). In der Vergangenheit waren Wire-Speed-Paketklassifizierungen auf eine Reihe rechenintensiver Schaltkreise angewiesen, die wertvollen Leiterplattenplatz belegten. Neuere Bauteile, die ursprünglich für Unternehmensvernetzungen entwickelt wurden, sind jedoch in der Lage, solche Klassifizierungen äußerst platzsparend auszuführen – mit Hilfe einer DPI-Engine, die in einem kompakten Gehäuse untergebracht ist.

Die DPI-Engine im Switch-IC 88Q5050 von Marvell basiert auf einem sogenannten Ternary Content-Addressable Memory (TCAM). Bei dieser Technik wird der Inhalt der Paketdaten mit einem vordefinierten Filter verglichen, um mögliche Übereinstimmungen zu finden. Dabei kann für jedes Bit der Wert 0, 1 oder X (für egal) festgelegt werden. Der X-Wert ist nützlich für das Einrichten von Masken, wodurch sich ganze Datenbereiche sehr einfach überprüfen lassen. Je nach Vergleichsergebnis entscheidet die DPI-Engine, welche Aktion ausgeführt werden soll. Typische DPI-Aktionen sind: den Zielport des Pakets ändern, einen Frame verwerfen, einen Frame auf einen anderen Port spiegeln, die Frame- oder Warteschlangenpriorität ändern.

Wird TCAM mit einer breiten parallelen Gatteranordnung innerhalb der Bridge-Pipeline implementiert, unterstützt die Technik eine Wire-Speed-Datenklassifizierung und -modifikation über mehrere Ports hinweg. Abhängig von der Implementie-

rung kann TCAM mit einer festgelegten Anzahl von Bytes innerhalb des Paket-Headers und des Payload-Bereichs arbeiten.

DPI für Debugging und Diagnose

In der Folge werden drei Automotive-Anwendungsfälle für DPI genauer erläutert. Erstes Beispiel: Debugging und Diagnose. Eine Ethernet-basierte On-Board-Diagnose (OBD) wird mit einem 100BASE-TX-Port bei einer Geschwindigkeit von 100 MBit/s durchgeführt. Auf den ersten Blick scheint diese Bitrate für die meisten Anwendungen auszureichen – in der Praxis werden Daten aber mit weit mehr als 100 MBit/s durch voll ausgelastete Switch-Konfigurationen geschleust! Folglich kann die Leistungsfähigkeit des realen Datenflusses nur aufrechterhalten werden, indem nicht alle Frames im Switch gespiegelt und Pakete verworfen werden. In einem alternativen DPI-Setting werden nur diejenigen Frames identifiziert und klassifiziert, die tatsächlich von Interesse sind. Beispielsweise kann man eine DPI-Regel festlegen, wonach alle Ports mit PTP-Nachrichten (Precision Time Protocol) auf den OBD-Port gespiegelt werden – entweder durch den EtherType (0x88F7) oder durch die MSG ID.

Identifizierung gültiger Ethernet-Pakete

Eine weitere DPI-Anwendung ist die Identifizierung gültiger Ethernet-Pakete. Diese Aufgabe kann umfangreiche Rechenres-

sources einer im Datenpfad befindlichen CPU beanspruchen. Mit Hilfe von TCAM lässt sich jedoch ganz leicht überprüfen, ob ein beim Ethernet-Switch ankommendes Datenpaket das richtige Format für das Netzwerk aufweist.

In der entsprechenden Abbildung sind die TCAM-Masken so eingestellt, dass sie nur eingehende Pakete mit bestimmten MAC DAs, SAs und VLAN-IDs zulassen. Die Ziele sind 00:01:02:XX:XX:XX (alle MAC-DA-Adressen von 00:01:02:00:00:00 bis 00:01:02:FF:FF:FF); die Quelladressen sind 00:11:22:XX:XX:XX (alle MAC-SA-Adressen im Bereich 00:11:22:00:00:00 bis 00:11:22:FF:FF:FF); die VLAN-IDs sind 0x0XX (alle VLAN-IDs im Bereich 0x000 bis 0x0FF). Pakete, die den Abgleich nicht bestehen, werden entweder gelöscht oder können andere Aktionen auslösen. Übrigens nutzt das gezeigte Beispiel nur L2-Paketinformation. Je nach TCAM-Implementie-

rung können jedoch auch Informationen der L3-, L4- oder noch höherer Ebenen verwendet werden.

Effiziente Routing-Entscheidungen

Im letzten Beispiel sorgt DPI für Routing-Entscheidungen bei Ethernet-Paketen, die Daten mit verschiedenen Standards enthalten. Um bestehende Netzwerkprotokolle wie LIN und CAN in Ethernet-Umgebungen einzubinden, gibt es spezielle Gateways. Sobald die Daten jedoch eingebunden sind, müssen Weiterleitungsentscheidungen getroffen werden. DPI ist ein ideales Verfahren zum Treffen solcher Weiterleitungsentscheidungen. Ist das Format der Pakete gemäß des Standards IEEE1722-2016 definiert, kann TCAM die Art des Pakets (zum Beispiel CAN) erkennen und die CAN_BUS_ID und den CAN_IDENTIFIER verwenden, um entsprechende Routing-Aktionen zu initiieren. □

ODU SPRINGTAC®

Zuverlässige Messungen. Beste Ergebnisse.

⊕ Optimale Übertragungseigenschaften für akkurate Messungen

⊕ Ausführungen für 2- und 4-Punkt Messmethode

Dank ihrer hochwertigen Kontaktierung meistern ODU SPRINGTAC Kontakte und ODU SPRINGTAC Flachbuchsen die Herausforderungen der Mess- und Prüftechnik hervorragend.

- ⊕ Ideal für sehr hohe Prüfzyklen
- ⊕ Zuverlässigkeit durch Drahtfedertechnologie
- ⊕ Niedrige, stabile Übergangswiderstände
- ⊕ Kompaktes Design für gängige Raster



www.odu.de/elektrische-kontakte

GEEIGNET FÜR:



INDUSTRIELELEKTRONIK



ENERGIETECHNIK



MESS- UND PRÜFTECHNIK



MEDIZINTECHNIK



A PERFECT ALLIANCE.

AUFGESCHRAUBT: BLUETOOTH KOPFHÖRER

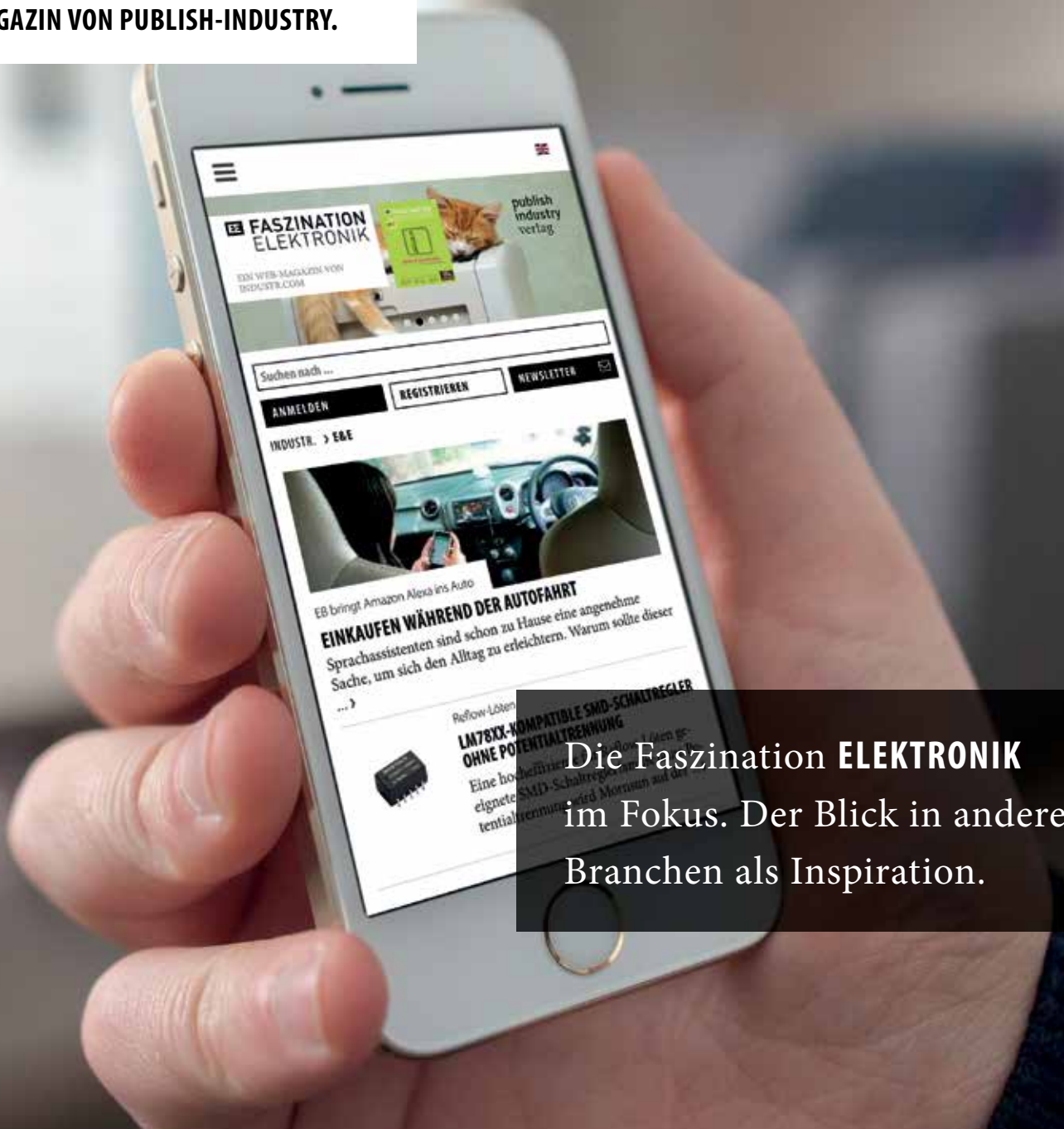
Kabel sind die Socken der Technik. Gut, der Vergleich hinkt etwas. Wie die Fußbekleidung weisen sie aber ein geheimnisvolles Phänomen auf. Während von Socken grundsätzlich nur einer des Paares verschwindet, schaffen es Kabel auf unerklärliche Weise sich stets möglichst wild und schwer entwirrbar zu verknoten. Je mehr von ihnen beteiligt sind, desto stärker wird das Phänomen. Kein Wunder also, dass sich kabellose Geräte großer Beliebtheit erfreuen. Für Android oder Apple Geräte gibt es zum Beispiel die Bluetooth Kopfhörer Shinefuture 4.1. Damit sie nicht auch von dem Sockenphänomen befallen werden, gibt es dazu eine praktische Aufbewahrungsbox, die gleich noch als Ladestation fungiert.



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 (newsdesk@publish-industry.net).

EE FASZINATION ELEKTRONIK

EIN WEB-MAGAZIN VON PUBLISH-INDUSTRY.



Die Faszination **ELEKTRONIK**
im Fokus. Der Blick in andere
Branchen als Inspiration.



INDUSTR.com/EuE: Das E&E-Web-Magazin liefert relevante News, Artikel, Videos und Bildergalerien und macht die Faszination der Elektronikentwicklung lebendig.

Vernetzt mit den anderen Web-Magazinen von publish-industry unter dem Dach des Industrie-Portals **INDUSTR.com** ist es Ihre Eintrittspforte in eine faszinierende Technik-Welt. Gehen Sie online und werden Sie kostenfrei Mitglied der **INDUSTR.com**-Community: **INDUSTR.com/EuE**.

MESSEN, STEUERN, REGELN
AUF HÖCHSTEM NIVEAU



Mit
IP-Schnittstelle

komfortabel
von jedem
Standort aus
bedienen



INTELLIGENTE NUTZUNG VON EIGENPRODUZIERTEM STROM

EFR4000IP



...im Eigenheim, Mietanlage, Unternehmen u.v.m.

Synchronisieren Sie Eigenerzeugung und Verbrauch.

Schalten Sie Verbraucher dann ein, wenn eigenerzeugte Energie zur Verfügung steht und reduzieren Sie den Zukauf von teurem Netzstrom.