



FASZINATION ELEKTRONIK

AUSGABE 5 | MAI 2018 | 18. JAHRGANG | WWW.INDUSTR.COM

POWER

Mehr aus Leistungselektronik rausholen

PLATZ SPAREN

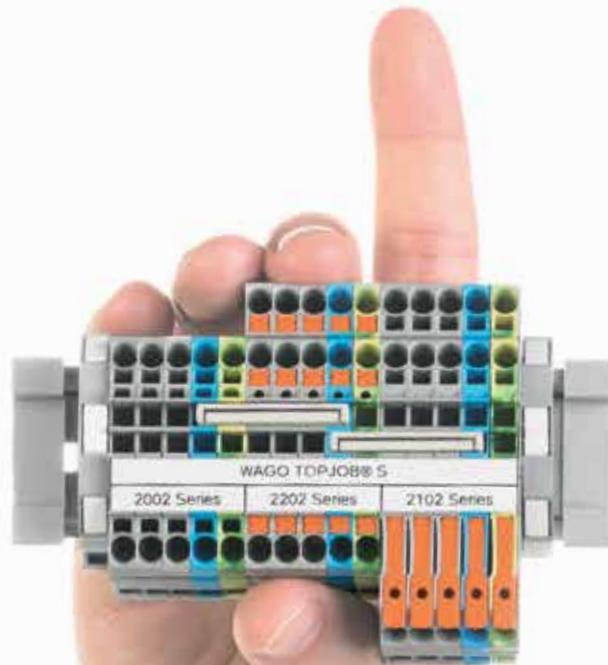
Steckverbinder ersetzen
den Schaltschrank Seite 16

SECURITY FÜRS IOT

Einfacher zum umfassenden
Schutz Seite 52

INDUSTRIEDISPLAYS

Wie Sie Überhitzung und
Taubildung vermeiden Seite 86



Aus erster Hand!

Es gibt Dinge, die bezieht man aus erster Hand – vom Profi für den Profi. Beispielsweise eine Reihenklemme, die dir jederzeit die passende Handhabung bietet: die WAGO Reihenklemme TOPJOB S® mit **Hebel**, **Drücker** oder **Betätigungsöffnung**. Weil du weißt, dass wir wissen, wie wir dir die Arbeit leichter machen!

So verbindet man heute!

www.wago.com/topjob-s.de



FASZINATION ELEKTRONIK

AUSGABE 5 | MAI 2018



ROBUST GEGEN GROUND SHIFTS

Masseverschiebung in Gate-Treiber-ICs
verhindern **Seite 28**

INDUSTRY.forward SUMMIT 2018

Zukunftskonferenz zur Digitalisierung der Industrie



**AGENDA
& TICKETS:**

INDUSTRY-forward.com

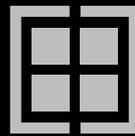
7. Juni 2018

Business Model Innovation, Digitalisierung der Kundenschnittstelle, New Work –
die Geschäftsprozesse der Zukunft gestalten!

Der INDUSTRY.forward Summit versammelt und vernetzt die Vordenker
der Digitalisierung in der Industrie an einem Ort.

INDUSTRY
FORWARD

Veranstalter: publish-industry Verlag, München T. + 49.151.582119-20 www.INDUSTRY-forward.com



Was Print kann

Wenn Sie das hier lesen, gehören Sie zu einer angeblich aussterbenden Art: dem Printleser. Bücher, Zeitungen oder Magazine, sie alle gelten als dem Untergang geweiht, veraltet, unmodern; als

Anachronismus. Ungeachtet der bestehenden Tatsachen klammerten sie sich an ihre vergangene Bedeutung und siechten ihrem unausweichlichen Untergang entgegen. Wer belastet sich gerne mit ihrem Gewicht und ihrer Unhandlichkeit, wenn er alle ihre Inhalte auch digital, verknüpft und stets aktualisiert habe kann? Auf dem Smartphone oder Tablet sind sie schließlich ebenfalls abrufbar. Gedruckte Werke stehen damit in einer Reihe mit anderen Totgesagten: etwa dem Radio oder dem Theater. Sie alle sind aber lebendiger, als es den Anschein hat. Die Macher müssen sich nur auf deren Stärken konzentrieren.

Wie vital Print sein kann, sehen Sie an der aktuellen Ausgabe der E&E. Sie vereint, was diese Darstellungsform ausmacht. Eine Optik, die fesselt und zum Schmökern einlädt, das Gefühl, etwas Wertiges und Beständiges in der Hand zu halten und die Gewissheit, ausgesuchte Inhalte zu erhalten, keinen Tsunami an beliebigen ungefilterten Informationen.

Ich glaube an das gedruckte Werk. Ohne natürlich die Bedeutung digitaler Informationskanäle zu vergessen. Das wäre wirklich rückwärtsgewandt und realitätsverleugnend. Einer reinen Konzentration auf die digitalen Welten geht es aber genauso. Sie übersieht die besonderen Stärken, die nur ein gedrucktes Werk bietet.

Ich lade Sie ein, diese mit der aktuellen Ausgabe der E&E wieder einmal zu entdecken.

Florian Streifinger

Florian Streifinger, Managing Editor E&E

MACHEN SIE SICH EIN **BILD** VON UNS...

UND TREFFEN SIE UNS...

05.06. – 07.06.2018

PCIM

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

Auftakt

- 08 FOTOREPORTAGE
Quanten fürs Auto
- 10 DER BEGEHRTE RESTBESTAND AN LITHIUM
Wo die größten Reserven lagern
- 12 DATENSCHUTZGRUNDVERORDNUNG
Hilfe bei der Umsetzung der DSGVO
- 16 INTERVIEW MIT ANDRE BENEKE VON HARTING
„Intelligente Steckverbinder übernehmen Aufgaben des Schaltschranks“

Fokusthema

- 20 SIC UND GAN VOR DEM DURCHBRUCH?
Mut zur Bandlücke macht sich bezahlt
- 25 FIRMENPROFIL
Frizlen
- 26 ZAHLEN UND FAKTEN
Leistungselektronik
- 28 TITELSTORY INFINEON
Masseverschiebung stoppen
- 32 INTERVIEW MIT THOMAS HARDER VOM EPCE
„Die Automobilindustrie ist ein Wachstumstreiber für SiC“
- 36 WECHSELRICHTER IN PHOTOVOLTAIKANLAGEN
Schaltungstopologien für sehr effiziente Leistungswandler
- 40 DAS PASSENDE IGBT-MODUL FINDEN
Die verschiedenen Faktoren bei der Modulauswahl
- 44 TIPPS FÜR DIE MESSE
9 Neuheiten auf der PCIM 2018



INKLUSIVE
MESSE TASCHENBUCH
ZUR PCIM 2018,
GESPONSORT VON
RUTRONIK

FOKUS

POWER



12

DATENSCHUTZ: HILFE BEI DER
UMSETZUNG DER EU-DSGVO



59

KARSTEN STOLL: LEITER KOMPLETT
OHNE WERKZEUG ANSCHLIESSEN

20

FOKUSTHEMA POWER

MEHR AUS LEISTUNGSELEK-
TRONIK HERAUSHOLEN



52

CHIP-TO-CLOUD-SECURITY:
IOT-GERÄTE EINFACH ABSICHERN



Embedded-Systeme & Mikrocontroller

- 48** OPTISCHER PULSMESSE MIT GERINGER STROMAUFNAHME
Moderne Optoelektronik hilft bei der Konstruktion von Fitness-Wearables
- 52** SCHUTZ VON IOT-GERÄTEN
Einfache Chip-to-Cloud-Security
- 56** SELBST BAUEN STATT KAUFEN
Datenlogger für Drohnen zur Messung von sechs Beschleunigungsachsen

Verbindungstechnik & Wireless

- 59** INTERVIEW MIT KARSTEN STOLL VON WAGO
Reihenklemmen mit Hebel: Leiter ohne Werkzeug anschließen
- 62** HYBRIDSTECKVERBINDER
Drei Funktionen in einem Steckverbinder
- 66** FORMGLEICHE LEITERPLATTENKLEMMEN
Entwicklung marktspezifischer Geräte im einheitlichen Design wird möglich

Entwicklungstools & Prototyping

- 70** SMT HYBRID PACKAGING
Was Sie auf der Messe nicht verpassen sollten
- 72** ALTERNATIVE ZUR GALVANISIERUNG MIT ZINN
Bismut gegen Whisker
- 74** VOLLSTÄNDIGE SYSTEMINTEGRATION
Bedarfsanalyse, Pflichtenhefte, Entwicklungsprozesse, Fertigung

fischer

elektronik

kühlen schützen verbinden

Wärmeableitgehäuse & Strangkühlkörper

- stabile Profilgehäuse mit integrierten Kühlrippen
- effiziente Entwärmung elektronischer Bauteile
- umfangreiches Produktprogramm
- Sonderprofile und -gehäuse 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





56

Passive Bauelemente & Elektromechanik

- 78 ELEKTRONIK ENTWÄRMEN
Wärmeableitgehäuse als Schutz vor Umwelteinflüssen und zur Entwärmung

Displays & HMI

- 82 TOUCHSCREENS FÜR DEN INDUSTRIE-EINSATZ
Bediensicher selbst unter schwierigen Bedingungen
- 86 EINE TECHNISCHE FEHLERANALYSE
Die Problemfelder moderner Displays



16



08

E&E Distributoren-Guide

ab Seite 89

- 90 Arrow Electronics
- 91 BJZ
- 92 Börsig
- 93 Codico
- 94 Conrad Electronic
- 95 MES Electronic Connect
- 96 Mouser Electronics
- 97 Rutronik

Rubriken

- 03 Editorial
- 07 Ackermanns Seitenblicke
Konsum durch geplante Obsoleszenz
- 58 Firmenverzeichnis
- 58 Impressum
- 98 Aufgeschraubt



78

ACKERMANN'S SEITENBLICKE

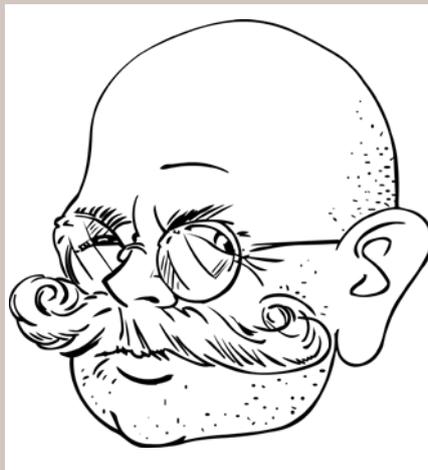
KONSUMZWANG DURCH BESCHLEUNIGTES ALTERN

Gewiss wollen Ingenieure helfen, den Verkauf ihrer Erzeugnisse anzukurbeln – indem sie sie etwa attraktiv gestalten und ausstatten. Mit Fantasie, die sich allerdings nicht als geplante Obsoleszenz austoben sollte. Diese geriet im Januar ins Interesse der Öffentlichkeit, als europäische Behörden gegen Apple wegen dieses sperrigen Ausdrucks ermittelten.

Früher gab es Haushaltsmaschinen, die jahrzehntelang hielten, vom Hausherrn mit Bordmitteln repariert werden konnten und eventuell gar an die Nachkommen vererbt wurden. Die Generationenfolge von Geräten glich eher der des Menschen, als den zwei, drei Jahren von beispielsweise aktuellen Druckern oder den paar Monaten moderner Smartphones. Das wird Ihnen heute kaum mehr begegnen. Doch – das möchte ich gerne einräumen –, nicht jeder hält Vintage-Geräte im Alltagsgebrauch für sonderlich erstrebenswert. Denn der Fortschritt der Technik, die Triebfeder unseres Tuns, unterliegt der Akzeleration. Alles wird immer schneller, einfacher und bequemer. Und aktuelle Sicherheits- oder Umweltvorschriften lassen sich mit den in Ehren gealterten Kisten selten einhalten.

Andererseits ärgert man sich grün und blau, wenn ein erworbenes Prachtstück des technischen Fortschritts kurz nach Ablauf der Garantiezeit irreparabel seinen Geist aufgibt. In solchen Fällen argwöhnt man, da habe sich der Hersteller die geplante Obsoleszenz zunutze gemacht. Man kratzt sein Geld zusammen – weil man auf die Funktionalität nicht mehr verzichten kann – und versucht zähneknirschend sein Glück bei einem anderen Hersteller. Das Spiel beginnt von vorn, mit womöglich noch kürzeren Zykluszeiten. Obsoleszenz nennt man die natürliche oder künstliche Alterung oder den Wertverlust von Produkten. Man hat offensichtlich gelernt, diese gewinnbringend zu manipulieren, also sie zu planen: beispielsweise durch konstruktiv bedingte schwierige Reparaturmöglichkeiten. Ein gutes Beispiel dafür sind verklebte statt verschraubte Gehäuse, die den Akkuaustausch nahezu unmöglich machen. oder zu hohe Reparatur-

kosten, die zuweilen über dem Neukaufpreis liegen. Besagter geplanter Obsoleszenz liegt eine perfide Strategie zugrunde, die bewusst Schwachstellen in Produkte einbaut, so dass sie nach einer als viel zu kurz empfundenen Zeit nicht mehr oder nur noch eingeschränkt genutzt werden können.



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.

Das Verfahren kennt zahlreiche, technisch durchaus fantasievolle Formen: den geplanten Mehrverbrauch oder Verbrauchszähler, die viel zu früh den Austausch der Tonerkassette oder des Filters in der Kaffeemaschine verlangen, den indirekten Verschleiß, bei dem durch Änderung eines Bauteils ein anderes schneller ausfällt oder konstruktive Änderungen, wie ein hitzeempfindliches Bauteil, das bewusst an heißen Stellen verbaut wird. In der Computerbranche kommt auch gerne die funktionelle Obsoleszenz zum Einsatz. Darunter fällt beispielsweise, dass das neue Betriebssystem keine alten Treiber oder Programme unterstützt oder schnellere Prozessoren oder größere Speicher voraussetzt.

Verbraucherschützer mahnen: Neben den Kosten fördert die geplante Obsoleszenz Konsumzwang, Umweltverschmutzung und ein generelles Misstrauen in die Wirtschaft. Diese zu vermeiden, gibt es einleuchtende Maßnahmen: Leihen statt kaufen, Selbermachen und so Kreativität und Individualität fördern und Produkte aus wiederverwertbaren Materialien kaufen, um den Rohstoffmarkt zu entlasten. Und als neue Technik stemmen sich künftig 3D-Drucker dem Trend entgegen, mit denen man nicht oder nicht mehr erhältliche Ersatzteile einfach nachmacht. Irgendwie muss man sich doch wehren können! □

QUANTEN FÜRS AUTO

Durch den Einsatz von Quantencomputern erhofft sich die Industrie eine schnellere Bewältigung komplexer Aufgaben. Sie sollen schließlich über eine unglaubliche Rechenleistung verfügen. Daimler arbeitet jetzt mit Google zusammen, um den Einsatz von solchen Computern im Automobilbereich zu untersuchen.

TEXT: Selina Doulah, E&E BILD: Daimler

AUFTRAKT



Immer ein Qubit voraus

Vereinfacht gesagt, ist ein Quantencomputer ein unmittelbar mit den Gesetzen der Quantenphysik operierender Rechner. Anders als aktuelle Computer arbeitet er nicht nur in einem binären Zahlensystem, also nicht nur mit 0 oder 1, sondern kennt weitere Zustände, die sogenannten Superpositionen. Diese Zwischenzustände lassen sich mit klassischen Rechnern nicht darstellen und erweitern die Rechenmöglichkeiten des Computers enorm. Dadurch könnten manche komplexe Berechnungen in Geschwindigkeiten ausgeführt werden, die bisher undenkbar sind. Mit dem 72-Qubit-Chip Bristlecone hat Google gerade den Quantencomputer mit der höchsten Anzahl an Quantenbits gebaut. Qubits sind die kleinstmögliche Speichereinheit und dienen als Maß für die Leistungsfähigkeit von Quantencomputern. Googles Quantencomputer macht sich nun Daimler zunutze, um erste Erfahrungen beim Einsatz solcher Systeme im Automobilbereich zu sammeln. Nebenstehend ist eine aktuelle Version eines Quantencomputers zu sehen, mit Tieftemperatur-, Abschirmungs- und Verbindungseinrichtungen.

Der begehrte Restbestand

Lithium ist eine Grundlage moderner Akkus, aber auch ein rares Gut. Die Karte zeigt, wo die größten Lithium-Reserven lagern.

(Quelle: Gevestor)

Chile

Die größten Lithium-Reserven der Welt lagern in Chile. Mit satten 7,5 Millionen Tonnen belegt das schmale Land Platz eins im weltweiten Ranking. Die drei Salzseen der Atacama-Wüste bilden ein riesiges Lithium-Reservoir. Rund 27 Prozent des weltweiten Vorkommens befinden sich hier im Salar de Atacama, im Norden Chiles. Das Land gehört zum sogenannten „Lithium-Dreieck“. Damit werden die drei südamerikanischen Staaten Chile, Argentinien und Bolivien bezeichnet, die über große Reserven an dem raren Metall verfügen.

Argentinien

Neben Chile verfügt auch Argentinien als zweites südamerikanisches Land über große Vorkommen an Lithium. 2 Millionen Tonnen sollen sich abbauen lassen. Am Salzsee Salar del Hombre Muerto befindet sich eine der größten Lagerstätten der Welt. Auch Unternehmen entdecken zunehmend das Potential des Standorts für sich. Zum Beispiel wird voraussichtlich 2019 das Joint Venture Cauchari-Olaroz gestartet. Dieses soll 25 Tonnen des Salzes Lithiumcarbonat produzieren. Dabei handelt es sich um eine der wichtigsten chemischen Lithiumverbindungen.

Portugal

Nur 60.000 Tonnen an Lithium-Reserven besitzt Portugal. Im europaweiten Vergleich kann jedoch kein anderes Land mithalten. Aus diesem Grund ist es gerade für europäische Autobauer ein wichtiger Bezugsort, denn lange Transportwege entfallen damit.

China

Auf Platz zwei der Länder mit den größten Lithiumvorräten steht China, jedoch mit weitem Abstand zu Chile. In China werden 3,2 Millionen Tonnen vermutet, also ganze 4,3 Millionen weniger als in Chile. Abgebaut wird Lithium vor allem im 243 km² großen und nur zwei Meter tiefen Zhabuye-Salzsee in Tibet.

Simbabwe

Die größten Lithiumreserven Afrikas lagern in Simbabwe. Der im Süden des Kontinents gelegene Staat besitzt mit 23.000 Tonnen 326 mal weniger als der Spitzenreiter Chile.

Australien

Seit dem Boom der Elektromobilität ist für die australische West Coast Lithium-Förderung ein großes Thema. Zahlreiche Firmen schossen seitdem aus dem Boden. Die Australier sitzen insgesamt auf 1,5 Millionen Tonnen des kostbaren Rohstoffs. Und immer noch werden weitere Lagerstätten gefunden.



EU-DSGVO

Hilfe beim Datenschutz

Die Datenschutzgrundverordnung der EU benötigt Unternehmen einen veränderten Umgang mit persönlichen Daten ab. Davon sind aber nicht nur Werbemaßnahmen betroffen, sondern auch der Kontakt mit Kunden. Hilfe bei der Umsetzung erhalten Firmen von externen Spezialisten.

TEXT: Björn Blatt, Readypartner BILD: iStock, SvetaZi

Nach zwei Jahren Übergangszeit ist es am 25. Mai so weit: Die Datenschutzgrundverordnung (DSGVO) der EU wird dann vollständig angewendet. Bisher hatten Manager und Führungskräfte die Möglichkeit, sich auf die gesetzlichen Regelungen einzustellen und interne Prozesse sowie Gegebenheiten anzupassen. Da mittlerweile fast jedes Unternehmen mit personenbezogenen Daten arbeitet und das Internet etwa für Newsletter, Nutzer-Tracking oder Werbung nutzt, ist die neue Vorschrift für Betriebe jeder Größenordnung relevant. Das gilt sowohl für alle in der EU ansässigen Unternehmen als auch für jene, die zwar außerhalb der Union sitzen, aber dennoch mit Daten von EU-Bürgern in Berührung kommen. Halten sie die Bestimmungen nicht ein, drohen massive Bußgelder – und ein erheblicher Imageschaden.

Mehr Rechte für Betroffene

Bereits seit einigen Jahren gewinnt das Thema Daten in Zusammenhang mit Digitalisierung für Medien, Unternehmen und Haushalte an Relevanz. Eine einheitliche Regelung des Umgangs mit den Informationen war demnach nur eine Frage der Zeit. Die DSGVO räumt den Betroffenen mehr Rechte in Bezug auf ihre Daten ein, allem voran im Hinblick auf Korrektur und Löschung. Damit besitzen sie gegenüber Unternehmen das Recht auf Auskunft über die Herkunft der Angaben sowie das Recht auf Änderung und Entfernung. Datenhoheit lautet das Stichwort. Denn nicht der Schutz, sondern vielmehr die Selbstbestimmung der betroffenen Personen darüber, was mit ihren Daten geschieht, steht nun im Fokus. Es liegt im Aufgabenbereich der Unternehmen, unwissentliche Datenerhebungen, -speicherungen, -nutzungen sowie -weitergaben zu unterbinden. Doch es gibt auch Ausnahmeregelungen, die eine Verwendung personenbezogener Informationen erlauben. Beispielsweise die gesetzliche Grundlage, die die Speicherung von Mitarbeiterdaten zur Meldung beim Finanzamt oder bei der Sozialversicherung vorsieht.

DSGVO: Vorteile für die Unternehmen

Aber nicht nur für Privatpersonen, auch für die Unternehmen hat die EU-DSGVO positive Auswirkungen. Beispielsweise entsteht durch die einheitliche Regelung mehr Transparenz, auch in Bezug auf den europäischen Markt. Denn die zuvor oftmals vorherrschende Wettbewerbsverzerrung, die durch weniger strenge Datenschutzrichtlinien in verschiedenen Ländern Europas entstanden ist, entfällt nun. Mithilfe der gemeinschaftlichen rechtli-

chen Basis wird zudem die Zusammenarbeit vereinfacht – sowohl zwischen den Unternehmen als auch mit den Aufsichtsbehörden im eigenen Land. Dadurch verringert sich auch der Aufwand für die Bürokratie. Eine besondere Neuerung betrifft vor allem Großkonzerne: Mit der DSGVO haben die Verantwortlichen auch den Begriff der „Unternehmensgruppe“ eingeführt. Darunter zu verstehen ist eine Gruppe, die aus einem herrschenden Unternehmen und den von diesem abhängigen Betrieben besteht. Dieses Kollektiv verfügt nun über ein sogenanntes Konzernprivileg und weist eine vereinfachte Datenweitergabe innerhalb der Unternehmensgruppe auf. Das geschieht jedoch wiederum nur unter besonderen Voraussetzungen, wie beispielsweise einem hohen Datenschutzniveau, unter anderem durch interne vertragliche Regelungen.

Während das Bundesdatenschutzgesetz (BDSG), das nun von der DSGVO abgelöst und durch sie erweitert wird, noch anderen Gesetzen untergeordnet war, kann die Datenschutzgrundverordnung nicht von anderweitigen gesetzlichen Regeln im Land überstimmt werden. Die Verordnung gilt demnach überall. Neben dem BDSG haben somit auch andere mit Datenschutz in Verbindung stehende rechtliche Bestimmungen keine Kraft mehr.

Die DSGVO umzusetzen wirkt zunächst wie ein immenser Aufwand. Aber schon kleine Tipps erleichtern Unternehmen die Einhaltung. Das beginnt mit der stetigen Prüfung der Datenverarbeitung sowie möglicher Aktualisierungen und geht weiter bis zur Verschlüsselung von Daten. Regelmäßige Backups bieten Unternehmen im Falle eines Datenausfalls die Chance, schnell und sicher den abgesicherten Zustand wiederherstellen zu können. Es liegt in der Verantwortung der Führungskräfte, die Systeme stets vertraulich, verfügbar, belastbar und auf aktuellem Stand zu halten.

Dokumentation ist sehr wichtig

Fest steht: Die Verantwortlichen müssen sich über die nahenden Änderungen im Klaren sein, für geeignete technische sowie organisatorische Möglichkeiten sorgen und ihre IT-Systeme optimieren. Sonst ist eine Einhaltung der DSGVO kaum möglich. Auch kurz vor Vollendung der Übergangszeit ist Vorbereitung noch immer das A und O. Eine Bestandsaufnahme darüber, wo im Unternehmen personenbezogene Daten erhoben, gespeichert und verarbeitet werden, bildet die Grundlage für weitere Schritt-

te. Auch wer mit diesen Informationen arbeitet, sollte bekannt sein. Die zuständigen Personen müssen dann entsprechend geschult werden. Hinsichtlich der DSGVO sind grundsätzlich alle personenbezogenen Informationen relevant, darunter ebenso Kunden-, Mitarbeiter- und Bewerberdaten. Doch auch Angaben von und zu Interessenten und aus E-Mail-Verteilern sowie gesammelte Visitenkarten, die ins CRM eingepflegt werden, zählen hierzu. Sobald bekannt ist, welche Informationen überhaupt vorliegen, folgt eine umfassende Analyse darüber, in welchen Prozessen die Daten überall eine Rolle spielen. Diese gilt es detailliert zu dokumentieren, denn mit der DSGVO gehen auch Änderungen in der Dokumentationspflicht einher. Unternehmen sind demnach angehalten, jederzeit nachweisen zu können, dass sie die Daten rechtmäßig erhoben und verarbeitet haben. Informationen können noch so regelkonform gesammelt werden – fehlt die Dokumentation, drohen dennoch erhebliche Bußgelder. Aus diesem Grund ist es sinnvoll, die von der DSGVO geforderten Formate des Verarbeitungsverzeichnisses von Beginn an zu verwenden, um sich Doppelarbeit zu ersparen.

Gefahren durch Bewerbungen und Newsletter

Nicht nur von offiziellen Organen, sondern auch von Privatpersonen können Unternehmen bezüglich eines Verstoßes belangt werden. Ein Beispiel liefern die Bewerberdaten. So können Bewerber nun auch Verstöße gegen die neuen Regelungen

EU-DSGVO

Bekannt ist die europäische Datenschutzgrundverordnung vor allem aus zwei Gründen. Sie gilt vielen Unternehmen als bürokratisches Monster, was der Name bereits gut illustriert. Und natürlich wegen der hohen Bußgelder, die bei Verfehlungen drohen. Bis zu 20 Millionen Euro oder vier Prozent des weltweiten Jahresumsatzes können verhängt werden. Das soll dafür sorgen, dass die Betroffenen die Verordnung auch wirklich ernst nehmen. Die DSGVO verfolgt hauptsächlich zwei Ziele. Einerseits soll sie den Schutz von persönlichen Daten stärken, andererseits den Datenaustausch innerhalb der EU erleichtern. Bisher gab es dafür einige Hürden, da in den Staaten der Gemeinschaft teilweise verschiedene Regelungen zum Datenschutz bestanden. In Kraft trat sie am 24. Mai 2016. Die EU gewährte Unternehmen und Behörden allerdings eine Übergangsfrist bis zum 25. Mai 2018.

anmerken und im schlimmsten Fall auf Schadenersatz klagen. Eine weitere Gefahrenquelle bildet der unsachgemäße Umgang mit E-Mail-Werbung und Newslettern.

Generell können Unternehmen vor allem von zwei Arten von Anfragen zur Änderung und Löschung von Daten betroffen sein:

Grundlage für eine erfolgreiche Umsetzung ist es zu wissen, wo im Unternehmen überhaupt persönliche Daten erhoben, gespeichert und verarbeitet werden.

„Data Protection by Design“ sowie „Protection by Default“. Bei der ersten Anfrage spielt Datenschutz in puncto Technikgestaltung eine übergeordnete Rolle: Diese besagt, dass das Speichern von personenbezogenen Daten möglichst an einer oder zumindest nur wenigen Stellen auftreten darf. Zudem sind die Systeme vor unbe-

fügtem Zugriff zu schützen. „Protection by Default“ tangiert den Datenschutz durch datenschutzfreundliche Voreinstellungen. Das bedeutet, Unternehmen müssen in ihren Kontaktformularen darauf achten, die Zustimmung zu einer Verarbeitung der Daten klar und verständlich zu kennzeichnen. Das Einverständnis muss explizit von den Betroffenen aktiviert werden.

Ebenfalls eine wichtige Rolle spielt die Datenschutz-Folgenabschätzung. Sie ist vergleichbar mit der im zuvor gültigen BDSG bekannten Vorabkontrolle und besagt, dass Risiken und mögliche Folgen für die persönlichen Rechte der Betroffenen im Voraus bewertet werden müssen. Hierfür müssen jedoch zuvor spezielle Kriterien erfüllt sein. Das ist beispielsweise der Fall, wenn das Unternehmen eine systematische und umfassende Bewertung persönlicher Aspekte vornimmt. Ebenfalls als zutreffendes Kriterium gelten bestimmte Kategorien personenbezogener Daten, wie beispielsweise sexuelle Orientierung, Religion, politische Meinung, Gewerkschaftszugehörigkeit, Gesundheitsdaten oder auch strafrechtliche Verurteilungen sowie Straftaten. In diesen Momenten muss der sogenannte Datenschutzbeauftragte eingreifen, die Risiken und Folgen abschätzen und an den Vorgesetzten melden.

Externe Hilfe erleichtert die Umsetzung

Die Einführung der DSGVO erfordert einen Wandel, auch innerhalb der Unternehmen. Zwar verfügen manche Betriebe intern über die notwendigen Kompetenzen und Kapazitäten, um Analyse und Dokumentation selbst zu übernehmen – allerdings trifft das nur auf wenige Firmen zu. Oftmals fehlt entsprechendes Know-how und auch die Zeit in den eigenen Reihen. In diesem Fall sollten Unternehmen nicht zögern und externe Unterstützung in Anspruch nehmen. Berater wie beispielsweise von ReadyPartner sind auf Datenschutz sowie Datensicherheit

spezialisiert und können als Datenschutzbeauftragte neben ihrer beratenden Funktion auch konkrete Aufgaben übernehmen. Dazu zählen unter anderem die Auswahl der notwendigen Maßnahmen und die Unterstützung bei der Umsetzung. Vor allem Betriebe von geringer Größe profitieren hiervon, denn oftmals sind sie zu klein, um einen hauseigenen Datenschutzbeauftragten voll auszulasten. Doch auch für mittelständische und Großunternehmen hat diese externe Dienstleistung einen besonderen Vorteil:

In seiner Rolle als betrieblicher Datenschutzbeauftragter ist er weisungsbefugt und berichtet direkt der Unternehmensleitung. Übernehmen das reguläre Mitarbeiter der Firma, können Konflikte mit anderen Aufgaben aus dem Tagesgeschäft sowie zwischen dem Mitarbeiter und dem Vorgesetzten bei der Durchsetzung der Datenschutzziele entstehen. Externe Dienstleister vermeiden diese problematischen Situationen.

Für den Ernstfall vorsorgen

Die Grundlage, um sich mit Datensicherheit beschäftigen zu können, bildet die zuvor erstellte Analyse darüber, welche Daten wo im Unternehmen wie verwendet werden. In Zeiten der Digitalisierung und des stetigen Wandels ist jedoch die Gewährleistung eines hundertprozentigen Schutzes eine große Herausforderung. Die Verantwortlichen sind deshalb angehalten, eine Strategie zu erarbeiten, falls es einen Verstoß gegen die DSGVO gibt. Wichtig ist es, die Frist für die Informationspflicht von 72 Stunden einzuhalten. Die Strategie sollte Antworten auf folgende Frage umfassen: Wie werden die Betroffenen informiert? Wer spricht

mit der Aufsichtsbehörde? Wie wird die Öffentlichkeit informiert? Und wie kann der Schaden eingegrenzt werden? Grundsätzlich sollten Manager ihre Mitarbeiter für die Themen Datenschutz und Datensicherheit sensibilisieren, beispielsweise in Form von Schulungen. Das verringert die Anzahl an Datenschutzvorfällen merklich, denn häufig ist Leichtsinn oder Unachtsamkeit von Arbeitnehmern noch die Ursache für solche Vorfälle. □





Kalibrierservice

Zuverlässige Messergebnisse - professionell, preisgünstig, herstellerunabhängig, schnell

» Mein Messgerät - sicher kalibriert «

Auf Ihre Messergebnisse müssen Sie sich zu 100% verlassen können, um Ihre Arbeit richtig zu interpretieren. Conrad bietet in Zusammenarbeit mit dem Partner Testo Industrial Services den Kalibrierservice an.

Wir bieten Ihnen:

- ✔ Kalibrierung sämtlicher Mess- oder Labornetzgeräte aus über 30 Gerätegruppen und 100 Messgrößen - herstellerunabhängig
- ✔ Schnelle und kostengünstige Kalibrierung - sowohl bei Neugeräten als auch zur Rekalibrierung vorhandener Messgeräte
- ✔ Dokumentation des Kalibrier-Ergebnisses in einem Kalibrierzertifikat

DAkkS
calibrated

ISO
calibrated

Jetzt
informieren



INTERVIEW MIT ANDRE BENEKE, HARTING ELECTRIC, ÜBER DEZENTRALE FUNKTIONEN FÜR MASCHINEN

„Intelligente Steckverbinder übernehmen Aufgaben des Schaltschranks“

Immer mehr Funktionen werden von einer zentralen Steuereinheit hin zu den Komponenten verlagert. Ein gutes Beispiel dafür sind die smarten Steckverbinder von Harting Electric. Was sich dahinter verbirgt und wieso in Zukunft auch Datenverarbeitung im Steckverbinder stattfinden könnte, erklärt Andre Beneke, Director Product Management bei Harting Electric.

INTERVIEW: Florian Streifinger, E&E BILDER: Florian Streifinger, Saskia Albert, E&E

E&E: Sie arbeiten bei Harting gerade an smarten Steckverbindern. Was genau kann man sich darunter vorstellen?

Andre Beneke: Üblicherweise leiten Steckverbinder Elektrizität oder Signale, etwa Daten, weiter. Ein intelligenter Steckverbinder verfügt über Funktionen, die über diese rein passiven hinausgehen.

Welche Funktionen sind das?

Gut nachvollziehbar ist es anhand unseres ID-Moduls. Mit ihm lassen sich Daten im Steckverbinder speichern. Über einen CAN-Bus oder Ethernet können diese Informationen ausgelesen werden. Das Charmante daran ist, wenn sich der Steckverbinder zum Beispiel an einem

Maschinenmodul befindet, dann bleibt dieser Speicher immer an dem Modul. Selbst falls es innerhalb einer Fertigung verlagert oder zu einem anderen Standort geschickt wird, bleibt das Gedächtnis dort erhalten. Oder nehmen Sie unser Überspannschutz-Modul, das wir gerade gelauncht haben. Entsteht eine Über-

Steckverbinder sollen künftig nicht mehr nur Daten und Energie übertragen. Integrierte Speicher können zum Beispiel Maschinendaten sammeln.



spannung, wird diese sozusagen über die Erdung des Steckverbinders abgeleitet.

Wozu braucht ein Steckverbinder solche Funktionen?

Meistens geht es um Aufgaben, die bereits in den Maschinen oder Anlagen vorhanden sind – allerdings nicht im Steckverbinder selbst, sondern im Schaltschrank oder in dezentralen kleinen Boxen. Für diese benötigt man Platz und Aufwand bei der Installation. Im Schaltschrank gibt es zum Beispiel relativ viele aktive Elemente bei den Reihenklemmen. Die werden dort aufgesetzt und verdrahtet. Das benötigt viel Platz. Sind sie hingegen bereits in den Steckverbinder integriert, spare ich mir beides, der Schaltschrank kann kleiner ausfallen und die Gesamtkosten sinken. Für den Steckverbinder ist kein großes Investment notwendig. Er ist eh bereits vorhanden und muss nur leicht modifiziert werden.

Wird der Steckverbinder durch die Zusatzfunktionen nicht selbst auch größer?

Das hängt sehr stark von der Funktion ab. Das ID-Modul benötigt üblicherweise wirklich etwas mehr Platz als der normale Steckverbinder. Es kann also nicht automatisch genau der gleiche Steckverbinder verwendet werden. Wir planen allerdings, gewisse Funktionen auch nachrüstbar anzubieten. In dem Fall würde man rein äußerlich und auch vom Steckgesicht her keinen Unterschied erkennen. Die

Elemente für die zusätzlichen Funktionen werden dann hinten im Anschlussbereich angesetzt. In den meisten Fällen wird sich allerdings das Steckgesicht ändern und der Steckverbinder wahrscheinlich etwas größer werden. Dennoch ist es immer noch eine deutliche Platzersparnis im Vergleich zu der bisherigen Umsetzung.

„Aufgaben in den Steckverbinder zu verlagern senkt die Kosten und spart Platz.“

Andre Beneke, Harting Electric

Sie haben zwei Funktionen erwähnt, die sich in den Steckverbinder integrieren lassen. Das ist aber sicherlich nicht mit allen sinnvoll.

Da haben Sie vollkommen recht. Sehr gut geht das mit solchen Aufgaben, auf die man nachher keinen Zugriff mehr benötigt. Also solche, die zwar in einem System integriert sein müssen, aber an die der Betreiber nicht mehr ran muss und wo auch kein visueller Status nötig ist. Viele im Feld verbaute Steckverbinder sind danach nicht mehr sichtbar und schlecht zugänglich. Möchte ich von der Maschine oder dem Gerät visuelle Statusinformationen erhalten, sollte ich diese natürlich nicht am Steckverbinder ausspielen und in diesen etwa ein LED-Display integrieren. Dafür sind einfach der Aufwand und die Kosten zu hoch. Also

alles worauf ich direkten Zugriff brauche, ist zentral im Schaltschrank schon gut aufgehoben. Alle Funktionen, die ein Betreiber nur einmal installiert und die dann funktionieren müssen, eignen sich tendenziell auch für die Integration in den Steckverbinder.

Welche Aufgaben können Ihre Steckverbinder bereits übernehmen?

Wir bauen gerade noch unser Angebot auf. Zurzeit bieten wir drei Funktionen für unsere Industriesteckverbinder an. Den Überspannungsschutz und das ID-Modul habe ich bereits erwähnt. Mit diesem lassen sich im Steckverbinder Daten speichern und auch wieder auslesen. Dazu muss ich ihn nicht abziehen, sondern kann von einer zentralen Stelle auf ihn zugreifen. Außerdem haben wir noch einen Mini-Switch für ihn entwickelt. Dabei handelt es sich um einen ungemanteten Switch, der im Steckverbinder verbaut wird. Dieser muss nicht konfiguriert werden, sondern wird nur in das Netzwerk gehängt und versendet dort Datenpakete. Das ist auch ein schönes Beispiel für eine Funktion, die sich gut in den Steckverbinder einfügen lässt. Physisch muss ein Betreiber nach dem Einbau nicht mehr an den Switch ran. Deshalb spielt es keine Rolle, ob er im Schaltschrank installiert ist oder im Steckverbinder. Möchte ein Kunde Platz im Schaltschrank sparen oder keine Switch-Boxen aufstellen, dann ist das eine richtig tolle Lösung.



Welche zusätzlichen Funktionen Steckverbinder übernehmen können, zeigte Andre Beneke (links, im Bild im Gespräch mit E&E Managing Editor Florian Streifinger) auf der Hannover Messe.

Planen Sie noch weitere Funktionen anzubieten?

Wir denken über einige weitere nach. Eine mögliche weitere Stoßrichtung, neben der Integration von Aufgaben aus dem Schaltschrank oder den Maschinen, ist es zum Beispiel auch Module zu integrieren, die den Zustand des Steckverbinders überwachen.

Das geht in Richtung Predictive Maintenance.

Genau. Man könnte zum Beispiel überwachen, wie oft ein Steckverbinder gezogen und gesteckt wird. Aufgrund von Erfahrungswerten zum Verschleiß lässt sich dann frühzeitig erkennen, wann ein Austausch nötig ist. Es gibt Anwendungen, bei denen ein aktives Überwachen genau dieser Thematik sinnvoll ist. Dazu haben wir aktuell noch nichts Konkretes geplant, aber wir können uns das gut vorstellen. Eine weitere Idee ist es, die Überwachung von Geräten in den Steckverbinder zu integrieren. Zum Beispiel auch Überwachungssysteme, die in den Geräten bisher noch gar nicht vorhanden waren. Ich kann mir zum Beispiel sehr gut eine Temperaturüberwachung im Steckverbinder vorstellen. Wenn es in Ausnahmefällen etwa zu extremer Hitze kommt, reduziert er die Gesamtleistung des Systems oder schaltet es ganz ab. Dadurch schützt man nicht nur den Steckverbinder, sondern auch die Kabelkonfektion, die Kabel-

strecke und das restliche angeschlossene Equipment. Besonders charmant daran ist, dass der Betreiber das Grundsystem überhaupt nicht ändern muss. Es reicht, den Steckverbinder zu wechseln oder die Funktionen in diesem nachzurüsten.

„Alle Funktionen, die nur einmal installiert werden müssen, eignen sich tendenziell auch für die Integration in den Steckverbinder.“

Andre Beneke, Harting Electric

Wie genau funktioniert diese Nachrüstung?

Der größte Teil der intelligenten Funktionen basiert auf unserem modularen Steckverbindersystem. Das besteht im Grunde aus einem Rahmen, der Module aufnimmt. Wie genau der Kunde diesen Rahmen bestückt, ist ihm überlassen. Wir bieten zurzeit weit über 100 Module dafür an. Aus diesen Standardkomponenten kann er einen individuellen Steckverbinder zusammensetzen. Auch die neuen Funktionen lassen sich auf diese Weise in den Steckverbinder einbauen. Die Idee dahinter ist auch, falls Kunden über die Integration solcher intelligenter Funktionen nachdenken, dass sie bereits vorher

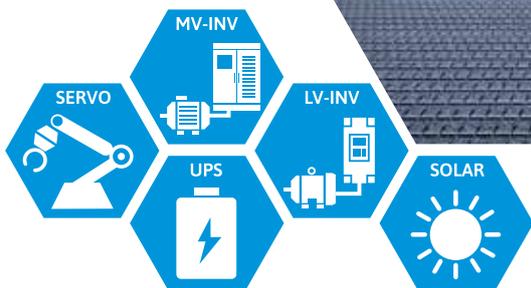
im Steckverbinder Platz dafür lassen. Sollen sie dann wirklich zum Einsatz kommen, muss nur das entsprechende Modul eingebaut werden. Ein typischer Steckverbinder hat zum Beispiel Platz für sechs Module. Viele Kunden nutzen aber nur vier oder fünf der Plätze. Die freien lassen sich mit Dummies besetzen und wenn die nächste Geräte- oder Maschinengeneration kommt oder ein Endkunde danach verlangt, können dort die Zusatzmodule eingebaut werden. Das kann der Kunde sogar selbst vor Ort machen.

Edge-Computing, also die lokale Datenauswertung direkt an den Maschinen und Komponenten, wird zu einem immer wichtigeren Thema in der Industrie. Planen Sie auch Datenverarbeitung zu integrieren?

Auch dazu können wir uns einiges vorstellen. Spruchreif ist davon aber noch nichts. Gerade wenn man an Industrie 4.0 denkt, ist das natürlich relevant. Die Datenmengen, die dort erhoben werden sollen, sind einfach enorm. Allein wenn ich daran denke, wie viele Daten pro Minute bei einer Spritzgussmaschine entstehen. Es ergibt keinen Sinn, sie alle ungefiltert und unverarbeitet an eine Leitstelle oder an die Cloud weiterzusenden. Das verbraucht zu viel Speicherplatz. Deshalb braucht es eine Vorverarbeitung direkt an der Maschine. Und die kann natürlich auch im Steckverbinder stattfinden. □



▶ Visit us:
Hall 9
Booth 210



The 7th Generation Modules

Dual XT & Premium Dual XT



MAIN FEATURES Dual XT

- ▶ 7G IGBT & FWD
- ▶ New internal layout
- ▶ Higher reliability
- ▶ Improved silicone gel
- ▶ Solder or Mini press-fit pins
- ▶ More power, lower losses

MAIN FEATURES Premium Dual XT

- ▶ 7G IGBT & FWD
- ▶ Advanced bond wire design
- ▶ High thermal conductive ceramic substrate
- ▶ Package material with CTI > 600
- ▶ Viso = 4kV
- ▶ Improved silicone gel
- ▶ Solder or mini press-fit pins
- ▶ High power density

POWER

WBG-HALBLEITER VOR DEM DURCHBRUCH?

Mut zur Bandlücke macht sich bezahlt

Leistungselektronische Bausteine sollen effizienter und kleiner werden. Immer mehr Hersteller greifen dafür auf Wide-Band-gap-Halbleiter zurück. Sie treten zunehmend aus dem Schatten des übermächtigen Siliziums heraus. Der oft vorhergesagte Durchbruch von SiC und GaN könnte nun endlich kommen. Bausteine aus diesen Materialien ermöglichen den Betrieb bei höheren Spannungen, Temperaturen und Schaltfrequenzen und sorgen gleichzeitig für einen höheren Wirkungsgrad.

TEXT: Roland Ackermann, E&E BILDER: E&E; iStock, Jezperklauzen, Froggy Frogg

Silizium dominiert weiterhin die Leistungselektronik. Es ist in der Gewinnung und Verarbeitung preisgünstiger als andere Alternativen und nach vielen Jahrzehnten im Einsatz in seiner Leistungsfähigkeit ausgereift - allerdings auch nahezu ausgereizt. Deshalb und wegen drastisch steigender Ansprüche untersuchen Wissenschaftler und Ingenieure seit Jahren Materialien mit breiter Bandlücke (WBG, Wide Bandgap), um bessere und effizientere leistungselektronische Komponenten zu entwickeln. Bisher haben sich Siliziumkarbid (SiC) und Galliumnitrid (GaN) als die Top-Favoriten herauskristallisiert. Diese WBG-Werkstoffe bieten sich für die Hochleistungselektronik an, weil sie eine höhere Durchbruchsspannung aufweisen und bei höheren Temperaturen betrieben werden können, als Materialien mit schmalen Bandlücken, wie zum Beispiel Silizium.

Generell bieten sich SiC-Halbleiterbausteine für Anwendungen mit hoher Leistung von über 600 V und solche aus Galliumnitrid für Anwendungen mit mittlerer bis niedriger Leistung an. SiC und GaN führen zudem potenziell zu kleineren, robusteren Bauelementen, die schneller schalten und eine höhere Energieeffizienz aufweisen. SiC- und GaN-Produkte bieten eine deutlich bessere Leistung als Komponenten aus Silizium, wenn man den Einschaltwiderstand reduzieren und die Packungsgröße verringern will. Das führt zu schnellerem Laden, geringerem Stromverbrauch und effizienterer Energieumwandlung. Sie sind deshalb für Elektroautos und in mobile Geräte sehr gefragt.

Vorteile von Wide-Bandgap

Für effiziente Leistungsumwandlung von Hochspannung im Hochfrequenzbe-



LXS, LXSR, LES, LESR, LKSR, LPSR Serien

Neue Closed-Loop- Stromwandler, basierend auf einem von LEM entwickelten Hall-Effekt-ASIC, erreichen in Ihrer Leistungsfähigkeit das Niveau von Fluxgate-Wandlern. Weiterhin konnte durch ein verbessertes Produktionsverfahren eine höhere Qualitätsstufe sowie eine hervorragende Nachverfolgbarkeit erreicht werden.

Die Offset-Drift konnte gegenüber den bisherigen, auf Hall-Effekt-Technologie basierenden Kompensationswandlern, um einen Faktor größer vier verbessert werden und ist somit vergleichbar mit der Fluxgate-Technologie.

Es werden 6 Wandlerfamilien mit 22 Modellen und mehreren Optionen verfügbar sein. So z.B. eine integrierte Referenzspannung (V_{REF}), ein Layout mit drei und vier Primär-Pins, eine optionale Durchführungsöffnung für einen Stromleiter und eine Überstromerkennung.

- 1,5 bis 50 A Nennstrom
- PCB Montage
- Geringe Offset-Drift (4 – 14 ppm/°C)
- Ausgang für Überstromerkennung (LPSR Modelle)
- -40 to +105°C
Betriebstemperatur-Bereich
- 100 % kompatibel mit der vorherigen LEM Generation
- Mehrbereichskonfiguration

www.lem.com

At the heart of power electronics.





Diamanten sind nicht nur ein begehrtes Luxusgut, sondern könnten in Zukunft auch für die Fertigung von Halbleitern interessant werden. Das liegt vor allem daran, dass sie die höchste elektrische Feldstärke aller Halbleitermaterialien aushalten.

reich ist SiC inzwischen eindeutig zu einer vorteilhaften Alternative zu Si geworden. SiC-Bausteine arbeiten mit höheren Schaltgeschwindigkeiten und bei höheren

Temperaturen, weisen gleichzeitig aber geringere Verlusten auf als herkömmliches Silizium. Darüber hinaus ermöglicht SiC den Bau von Umrichtern und anderen Energiewandlern mit verbesserter Leistungsdichte und Energieeffizienz bei geringeren Kosten. Fast alle OEMs und Tier-1s verwenden oder testen SiC-Geräte in Elektro- und Hybridfahrzeugen.

Mittlerweile ist der Mehrwert der SiC-Technologie bekannt und wird von der Leistungselektronikbranche breit akzeptiert. Die Analysten gehen von einer jährlichen Wachstumsrate (CAGR, Compound Annual Growth Rate) bis 2022 von 28 Prozent aus. Ein Teil der Attraktivität von SiC liegt in seinen physikalischen Eigenschaften. Während Silizium ein elektrisches Durchschlagsfeld von 0,3 MV/cm hat, hält SiC bis 2,8 MV/cm aus. Sein Innenwiderstand ist hundertmal kleiner als der von Silizium. Dadurch können Anwendungen mit einem kleineren Chip und damit auch mit kleineren Systemen den gleichen Strompegel bewältigen.

GaN verfügt sowohl über eine hohe Durchbruchspannung und als auch einen niedrigen Leitungswiderstand. Das ermöglicht schnelles Umschaltung und die Miniaturisierung der Komponenten. Im

Gegensatz zu herkömmlichen Si-Transistoren, die größere Chipflächen benötigen, um den On-Widerstand zu reduzieren, haben GaN-Bauelemente kleinere Abmessungen und eine geringere parasitäre Kapazität. Die Miniaturisierung ist unter anderem durch die kleineren passiven Bauelemente möglich. Die Vorteile von Hochspannungs-GaN-FETs kommen vor allem in der Leistungselektronik zum Einsatz, so in Stromversorgungen, Servomotoren und Photovoltaik-Wechselrichtern.

Als Beweis für die wachsende Reife von WBG-Materialien hat die Standardisierungsorganisation Jedec unter dem Namen „JC-70 Wide Bandgap Power Electronic Conversion Semiconductors“ ein neues Komitee gegründet. Es soll dazu beitragen, die für die Entwicklung von Stromversorgungen benötigte Industriefrastruktur zu schaffen. Es wird von Interims-Vorsitzenden von Infineon, Texas Instruments und Wolfspeed geleitet und hat zunächst, nicht weiter verwunderlich, die zwei Unterausschüsse GaN und SiC.

22,5 Milliarden Marktvolumen

Einer Untersuchung des Beratungsfirma MarketsandMarkets zufolge wird der Markt für GaN-Halbleiterbauelemente bis



FTCAP
FISCHER & TAUSCHÉ
CAPACITORS

Umdenken bei Umrichtern!



FischerLink
DC-Link
Kondensatoren in
einem robusten und
niederinduktiven
Modul

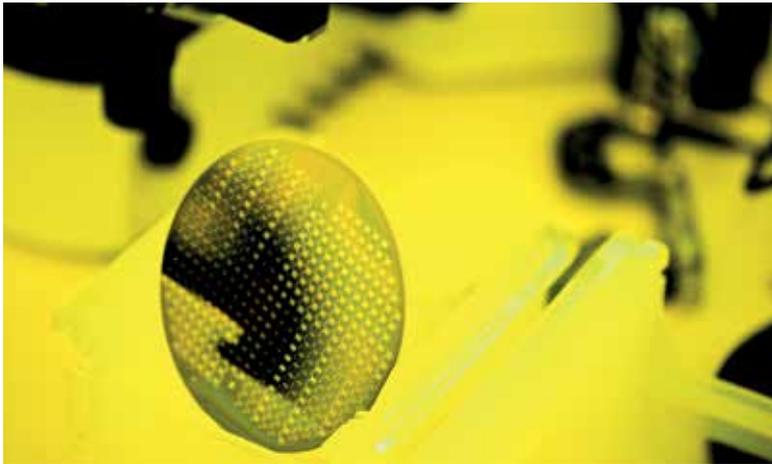
- Design nach Kunden-Vorgabe
- extrem niedrige Induktivität
- 10 Prozent höheres Kapazitätsvolumen
- keine Kontaktkorrosion
- leichte Montage
- sehr lange Lebensdauer

pcim
EUROPE
Nürnberg, 05. – 07.06.2018
Halle 9 Stand 513



www.ftcap.de

Kondensatoren
Made in Germany



Silizium ist weiterhin das Rückgrat der Leistungselektronik. Gerade weil die Technik bereits seit Jahren erprobt und ausgereift ist.

2023 einen Umfang von voraussichtlich 22,5 Milliarden US-Dollar erreichen. Die jährliche Wachstumsrate zwischen 2017 und 2023 liegt bei 4,6 Prozent. 2016 verzeichneten optoelektronische Bauelemen-

te den größten Marktanteil der GaN-Komponenten. LEDs aus dem Material werden häufig in Displays verwendet. Die Analysten erwarten außerdem, dass die Anzahl der GaN-basierten Umrichter für Motorantriebe bis 2013 deutlich wächst. munication und Verteidigung, in den letzten beiden Jahren eine Phase des Durchbruchs: Die durchschnittliche jährliche Wachstumsrate in diesen beiden Märkten lag bei über 20 Prozent.

Mehr als 5 Milliarden US-Dollar soll der IGBT-Markt 2022 umfassen.

te den größten Marktanteil der GaN-Komponenten. LEDs aus dem Material werden häufig in Displays verwendet. Die Analysten erwarten außerdem, dass die Anzahl der GaN-basierten Umrichter für Motorantriebe bis 2013 deutlich wächst.

Noch optimistischer ist das französische Marktforschungsunternehmen Yole Développement in seinem Bericht „RF GaN Market: Applications, Players, Technology, and Substrates 2018 bis 2023“. Darin heißt es: „In den letzten Jahren erlebte der Markt für HF-GaN ein beeindruckendes Wachstum und hat die Landschaft der HF-Energieindustrie neugestaltet.“ Bis Ende 2017 betrug der Gesamtmarkt für RF GaN fast 380 Millionen US-Dollar. Nach Ansicht der Analysten erlebte die Durchdringung der verschiedenen Märkte, besonders in den Bereichen Telekom-

Diese Periode war aber nur der Anfang. Tatsächlich kündigen die Analysten von Yole einen weiteren starken Aufschwung an. Er soll zwischen 2019 und 2020 stattfinden, angeführt von der Implementierung von 5G-Netzwerken. Der gesamte RF-GaN-Markt wird bis Ende 2023 um den Faktor 3,4 wachsen und sich von 2017 bis 2023 durch eine CAGR von 22,9 Prozent auszeichnen. Obwohl das Segment der Stromversorgungen die größte Anwendung für GaN bleibt, deutet vieles darauf hin, dass Rechenzentren zukünftig ebenfalls verstärkt auf GaN-Lösungen setzen.

Die Analysten von Yole gehen außerdem davon aus, dass der IGBT-Markt bis 2022 auf über 5 Milliarden US-Dollar ansteigen wird. Ein erheblicher Anteil des Wachstums soll auf IGBT-Leistungsmo-

High Power



MEAN WELL Power Supplies Serie RST

- Für leistungsstarke Anwendungen in der Industrie
- Leistung 5.000 und 10.000 W
- 3-Phasenanschluss
- Parallel-Funktion
- Ausgangsspannung und -strom programmierbar
- Hoher Wirkungsgrad bis zu 91 %
- Zwangskühlung durch eingebauten DC-Lüfter

Distribution by Schukat electronic

- Über 200 Hersteller
- 97 % ab Lager lieferbar
- Top-Preise von Muster bis Serie
- Persönlicher Kundenservice

Onlineshop mit stündlich aktualisierten Preisen und Lagerbeständen

pcim

EUROPE Halle 9 Stand 559

schukat.com

SCHUKAT
electronic

dule entfallen. Auch in diesem Bereich machen SiC und GaN Silizium stark Konkurrenz. IGBTs profitieren von der hohen Leistungsfähigkeit, die SiC- und GaN-Materialien bieten. Den IGBT-Markt im Aufwind sehen auch die Marktforscher von „More than Moore“. Die IGBT-Industrie wird ihnen zufolge ebenfalls dem Wachstumsmuster der Leistungselektronik folgen. Verantwortlich dafür sehen sie vor allem den hochvolumigen Automobilmarkt, und dort hauptsächlich die Elektrifizierung des Antriebsstrangs.

Galliumoxid und Diamant als Alternativen

Neben GaN und SiC sind aber noch zwei weitere WBG-Materialien im RF- und Hochvoltbereich im Rennen. Sie sind deutlich weniger ausgereicht, versprechen aber eine noch höhere Leistungsdichte. Das verhältnismäßig preisgünstige Galliumoxid (Ga_2O_3) gilt besonders für hohe Spannungen und hochfrequente Anwendungen als vielversprechend. Seine Bandlücke ist noch größer als die von SiC oder

*Stromversorgungen
bleiben das wichtigste
Einsatzgebiet für GaN.
In Zukunft setzen aber
auch Rechenzentren
verstärkt darauf.*

GaN; sie hält dadurch fast dreimal so hohe kritische Feldstärken aus. Einkristalle aus Galliumoxid lassen sich wie Silizium oder Saphir durch Tiegelziehverfahren herstellen. Dadurch können große Wafer gefertigt werden, die zehn- bis hundertmal preiswerter sind als SiC- oder GaN-Substrate.

Darüber hinaus wird an einkristallinen Diamanten geforscht, die mit chemischer Gasphasenabscheidung (CVD) sowie unter Hochdruck und hoher Temperatur hergestellt werden. Von allen

WBG-Halbleitern besitzt CVD-Diamant bei Zimmertemperatur die höchste Ladungsträgermobilität. Einem hohen elektrischen Feld ausgesetzt, bestimmt jedoch die Sättigungsdriftgeschwindigkeit die elektrische Leitfähigkeit. Dabei erreicht Diamant vergleichbare Werte wie SiC. Die besondere Attraktivität von Diamant für die Leistungselektronik besteht darin, dass er die größten elektrischen Feldstärken aller Halbleiter aushält und die höchste thermische Leitfähigkeit aller bekannten Materialien besitzt.

Um Leistungsbaulemente herzustellen, wird Diamant meist mit Bor dotiert, um dadurch über ausreichend Ladungsträger zu verfügen. Auf diese Weise wurden bereits Schottky-Dioden und MOSFETs auf Diamant-Basis entwickelt, modelliert und experimentell verifiziert. Für aktuelle Bauelemente-Architekturen sind allerdings flache Dotierungen erforderlich. Deshalb besteht auf diesem Gebiet wegen des Mangels an effektiven Dotierstoffen für Diamant noch großer Forschungsbedarf. □

Kleinster 6 Watt DC/DC Wandler für Bahnanwendungen im SIP 8 Gehäuse.



TMR 3WIR und TMR 6 WIR Serien

- 3–6 Watt DC/DC Wandler mit 4:1 Weitbereichseingängen
- Geprüft nach EN 50155 und 61373 für Bahnanwendungen
- Erhöhte Schock- und Vibrationsfestigkeit
- 3000 VDC E/A-Isolation
- Umgebungstemperaturbereich -40°C bis $+85^\circ\text{C}$
- Sicher gegen Kurzschluss und Überlast

TRACO POWER

Reliable. Available. Now.

www.tracopower.com

FRIZLEN

LEISTUNGSWIDERSTÄNDE
POWER RESISTORS

Anschrift

FRIZLEN GmbH u. Co. KG
Joachim Klingler
Gottlieb-Daimler-Straße 61
71711 Murr, Germany
T +49/7144/8100-0
F +49/7144/207630
info@frizlen.com
www.frizlen.com

Firmenbeschreibung

FRIZLEN ist der Spezialist für Leistungswiderstände und bringt Dynamik in den Antrieb. Bewegung zu stoppen, konstant zu halten und exakte Abläufe zu ermöglichen, darin unterstützen wir die elektrische Antriebstechnik mit Lösungen für jede Anforderung. Als inhabergeführtes, mittelständisches Familienunternehmen verfügen wir über jahrzehntelange Erfahrung in der Entwicklung und Herstellung von Widerstandsgeräten. Vom einzigen Standort im

schwäbischen Murr beliefern wir Kunden in über 60 Ländern. Wir sind der kompetente und verlässliche Partner rund um das Thema „Dynamik durch Widerstand“. Bei uns bekommen Sie alles aus einer Hand: von der technischen Beratung und der Auslegung über die auftragsgebundene Fertigung bis hin zur Exportabwicklung.

Produkte

Leistungswiderstände für Leistungen von 5 W bis 500 kW, in 3000 unterschiedlichen Ausführungen mit frei wählbaren Ohmwerten und Schutzarten bis IP67.

Produktgruppen

- Rohrfest- und Schiebewiderstände, 10 bis 6.000 W
- Potentiometer, 16 bis 1.500 W
- Flachwiderstände, 5 W bis 40 kW
- Lamellenfestwiderstände, 0,5 bis 30 kW
- Stahlgitterfestwiderstände, 0,5 bis 500 kW
- Gleichstromschuttschalter DC-POWER-SWITCH, skalierbar für Ströme von 1 bis 40 A bei Spannungen von bis zu 850 Volt, Marktneuheit

Märkte

- elektrische Antriebstechnik
- Maschinenbau
- Leistungselektronik
- Energietechnik
- Transport und Logistik
- Mobile Maschinen



Mehrwert für den Kunden

Jahrzehntelange Erfahrung, hohe Beratungskompetenz, EDV-gestützte Berechnungs- und Simulationsmethoden sowie stetige Neuentwicklungen bringen dem Kunden wichtige Vorteile auf dem Markt. Besonders Augenmerk legen wir auf die individuellen Anforderungen des Kunden, denen wir bestmöglich entsprechen wollen. Ermöglicht wird dies durch eine hohe Fertigungstiefe und die Eigenproduktion vieler Produktkomponenten. So ist FRIZLEN zum Beispiel dank der eigenen Blechbearbeitung in der Lage, in Bezug auf mechanische Abmessungen sowie Ausführungen flexibel zu agieren. Unsere Techniker bestimmen zusammen mit dem Kunden den für den jeweiligen Zweck besten Widerstand bzw. die beste Widerstandskombination. Die Verfügbarkeit der Produkte in verschiedenen Schutz- und Befestigungsarten unterstreicht dies. □



HERSTELLER VON LEISTUNGSWIDERSTÄNDEN

GRÜNDUNGSJAHR

1914

MITARBEITER

120

PRODUKTSPEKTRUM

Leistungswiderstände von 5 W bis 500.000 W, IP00 bis IP67

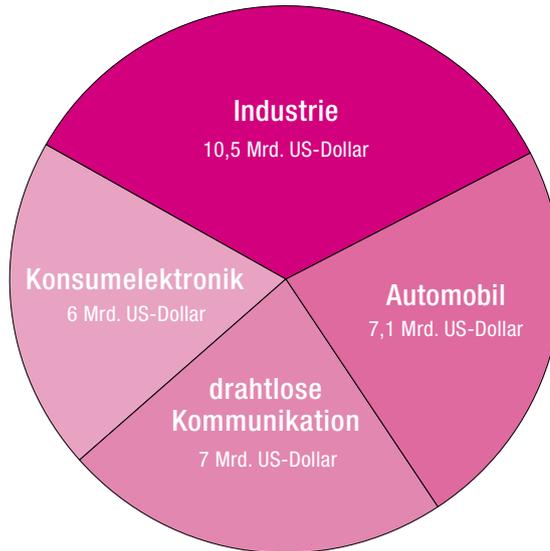
ANWENDUNGEN

- Bremswiderstände
- Belastungswiderstände
- Lade- und Entladewiderstände
- Filterwiderstände
- Dämpfungswiderstände
- Anlass- und Stellwiderstände
- Strombegrenzungs- und Schutzwiderstände

LEISTUNGSELEKTRONIK IN ZAHLEN

Die Leistungselektronik gilt als Wachstumsmarkt. Wir haben die spannendsten Daten und Fakten für Sie zusammengetragen.

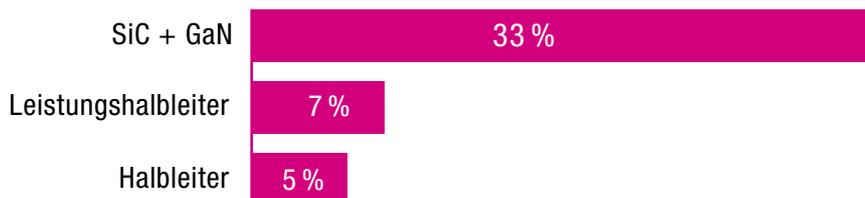
DIE WICHTIGSTEN BRANCHEN FÜR LEISTUNGSELEKTRONIK NACH UMSATZERWARTUNG FÜR 2018 (Quelle: IHS Markit)



32.330.000.000 US-Dollar

... betrug das Marktvolumen der Leistungselektronik 2016. (Quelle: Grand View Research)

33 PROZENT WACHSTUM BIS 2025



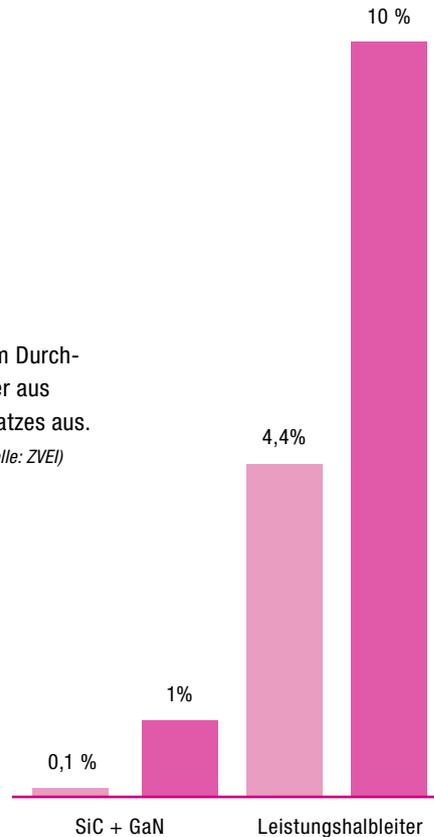
Auch wenn der Marktanteil von SiC und GaN noch gering ist, die prognostizierte Wachstumsrate ist es nicht. Sie soll dem ZVEI zufolge bis 2025 bei durchschnittlich 33 Prozent pro Jahr liegen. Sie übertrifft damit deutlich diejenigen der restlichen Leistungselektronik und des gesamten Halbleitermarkts.

GAN UND SIC BEI 0,1 PROZENT

Betrachtet man den gesamten Halbleitermarkt, dann ist vom Durchbruch von GaN und SiC nichts zu spüren. Leistungshalbleiter aus diesen Materialien machten 2015 nur 0,1 Prozent des Umsatzes aus. Bis 2025 soll ihr Anteil immerhin auf 1 Prozent steigen. (Quelle: ZVEI)

■ 2015
■ 2025

Anteile am Halbleitermarkt



von 4 zu 6 Zoll

Die Hersteller von SiC-Halbleitern stellen ihre Produktion weitestgehend von 4- auf 6-Zoll-Wafer um. Dadurch können doppelt so viele Einheiten pro Scheibe hergestellt werden. Gleichzeitig sinken die Kosten. Allerdings sind nicht alle Wafer-Hersteller in der Lage, die großen Scheiben zu produzieren. Deshalb kommt es teilweise zu Verzögerungen in der Lieferung. (Quelle: IHS-Markit)

HYBRID-&
ELEKTRO-
AUTOS

STROMVER-
SORGUNG

PHOTO-
VOLTAIK

MILITÄR &
LUFTFAHRT

DIE WICHTIGSTEN WACHSTUMSTREIBER VON SIC UND GAN

Vor allem Elektro- und Hybridfahrzeuge werden die Verbreitung von SiC- und GaN-Bauteilen deutlich vorantreiben. In diesem Punkt sind sich praktisch alle Experten einig. Mit weitem Abstand folgen Stromversorgungen, die Photovoltaik und die Militär- und Luftfahrtbranche. (Quelle: IHS Markit)



TITELSTORY

Robust gegen Ground Shifts

Masseverschiebung ist ein großes Problem für Gate-Treiber-ICs in Schaltnetzteilen. Durch sie kommt es zu Fehlansteuerungen der Power-MOSFETs. Das verringert die Leistungsfähigkeit der Schaltnetzteile und kann zur Zerstörung der MOSFETs führen. Abhilfe dafür schaffen Gate-Treiber-ICs mit echten differenziellen Steuereingängen.

TEXT: Hubert Baierl, Infineon **BILDER:** Infineon; iStock, Tomertu

Low-Side-Gate-Treiber-ICs werden häufig in Schaltnetzteilen eingesetzt. Sie sorgen dafür, dass die Leistungs-MOSFETs beim Ein- und Ausschalten sauber angesteuert werden. In Aufwärtswandlern mit Leistungsfaktorkorrektur (Boost-PFC) treiben sie den Hochvolt-MOSFET auf der Low-Side. In Hochvolt-DC/DC-Stufen wie LLC (Resonanzwandler), ZVS (Zero Voltage Switching) und TTF (Two Transistor Forward) schalten sie über einen Puls-Transformer die Hochvolt-MOSFETs. In synchronen Gleichrichter-Stufen sind sie direkt mit den Niederspannungs-MOSFETs verbunden.

Die Eingangssignal-Level von konventionellen Low-Side-Gate-Treiber-ICs beziehen sich auf das Massepotenzial des Gate-Treibers. Parasitäre Induktivitäten auf der Masseleitung zwischen dem Gate-Driver-IC und dem Controller-IC sowie im Source-Pfad des Power-MOSFETs sind häufig die Ursache für eine Verschiebung des Massepotenzials des Gate-Drivers, sobald der Power-MOSFET schaltet. Diese Verschiebung des Massepotenzials, der sogenannte Ground Shift, kann zur Fehlansteuerung des Power-MOSFETs führen. Das beeinträchtigt die Leistungsfähigkeit des Schaltnetzteiles deutlich. Im Extremfall überlastet das eine Halbbrücken-Schaltung und zerstört die damit verbundenen MOSFETs.

Amplituden von bis zu ± 70 V

In hart schaltenden Topologien wie Boost-PFCs oder TTF-Leistungsstufen erfordern die parasitären Induktivitäten im Source-Anschluss des Leistungs-MOSFETs und im

Massepfad der Leiterplatte von Entwicklern eine besondere Aufmerksamkeit. Mit hart schaltend sind hohe di/dt -Werte gemeint, die zu Schaltrauschen auf Massepotenzial führen. Bei diesem Rauschen handelt es sich um eine Hochvoltschwingung im Bereich von 50 bis 120 MHz, mit Amplituden bis zu ± 70 V. Häufig ist es verantwortlich für die transiente Verschiebung des Massepotenzials zwischen dem Controller- und dem Gate-Treiber-IC. Dieser Effekt tritt umso stärker auf, je größer die Ausgangsleistung des Schaltnetzteils ist. Oftmals verschärft sich die Situation wegen suboptimaler Auswahl der Leiterplatten oder auf Grund der Designvorgaben des Produkts, in dem das Schaltnetzteil eingebaut ist.

Die Lösung für dieses Problem ist komplex. Grundsätzlich gilt, je geringer die parasitären Induktivitäten in der Leistungsschleife sind, desto geringer sind auch die induzierten Masseoszillationen, und die Gefahr von unerwünschtem Triggern sinkt. Um unerwünschten Ground Shift des Gate-Driver-ICs zu minimieren, stehen Entwicklern verschiedene Optionen zur Verfügung. Sie können zum Beispiel die dynamische Gate-Schleife auf eine sehr kleine Fläche der Leiterplatte beschränken und auf ihr spezielle niederimpedante GND-Leiterbahnen verwenden. Ebenfalls hilfreich ist der Einsatz von Power-MOSFETs mit Leadless-Gehäusen oder separaten Kelvin-Source-Anschlüssen.

Konventionelle Low-Side-Gate-Treiber sind anfällig gegen Masseverschiebungen. In einem konventionellen Low-Side-Gate-Treiber erfolgt die Interpretation der Steuer- und

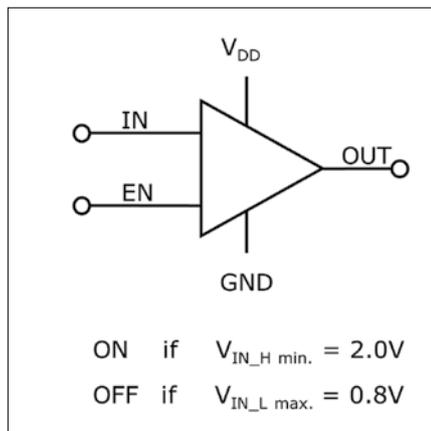


Abbildung 1: Konventionelle Low-Side-Gate-Treiber-ICs sind anfällig für Ground Shifts.

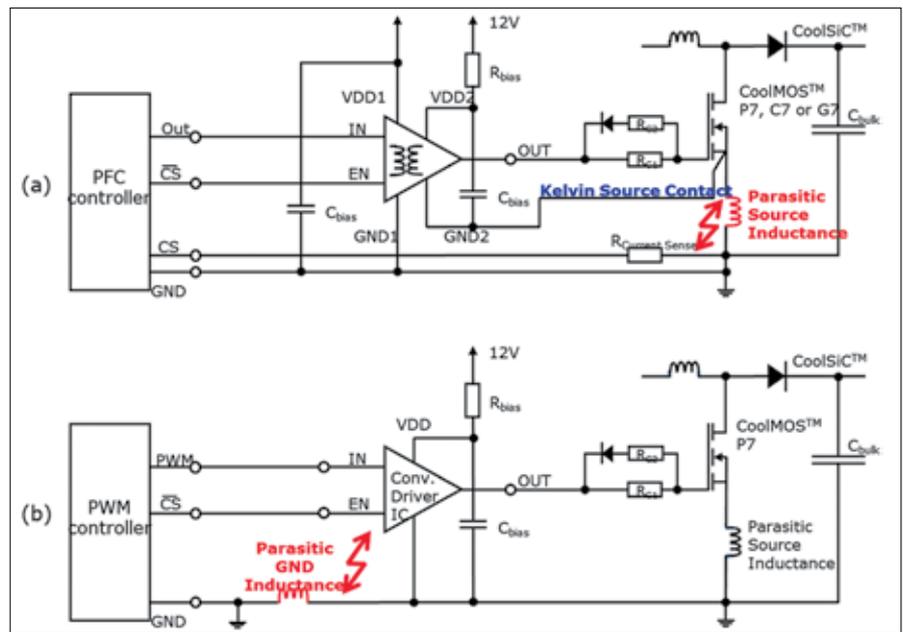


Abbildung 2: Oben ist ein Leistungs-MOSFET mit Kelvin Source, getrieben von einem galvanisch isolierten Gate-Treiber-IC, zu sehen. Der untere Teil der Abbildung zeigt ein Beispiel mit parasitären Induktivitäten.

Enable-Input-Signale immer durch einen Vergleich der Eingangsspannung und des Massepotenzials des Gate-Treiber-ICs. Im Beispiel in Abbildung 1 ist der Eingang so lange auf logisch „Off“, wie das Eingangssignal nicht höher als 2,0 V gegenüber der Masse ist. Entsprechend ist der Eingang auf logisch „On“, bis das Eingangssignal auf 0,8 V gegenüber dem Massepotenzial abfällt.

Werden die Eingangssignale auf gleichem Potenzial belasten, aber das Massepotenzial des Gate-Treibers verschoben, dann entsteht ein Problem. Üblicherweise sind die Eingänge des Gate-Treibers mit einem Controller-IC verbunden. Aus Sicht des elektrischen Designs ist dieser in Hinblick auf die Stabilität des Massepotenzials dem Gate-Treiber-IC überlegen. Das Problem verschärft sich, falls sich der Massekontakt des Gate-Treibers relativ weit weg vom Massekontakt des Controllers befindet. Das kann beispielsweise der Fall sein, wenn der Controller auf einer Tochterkarte untergebracht wurde.

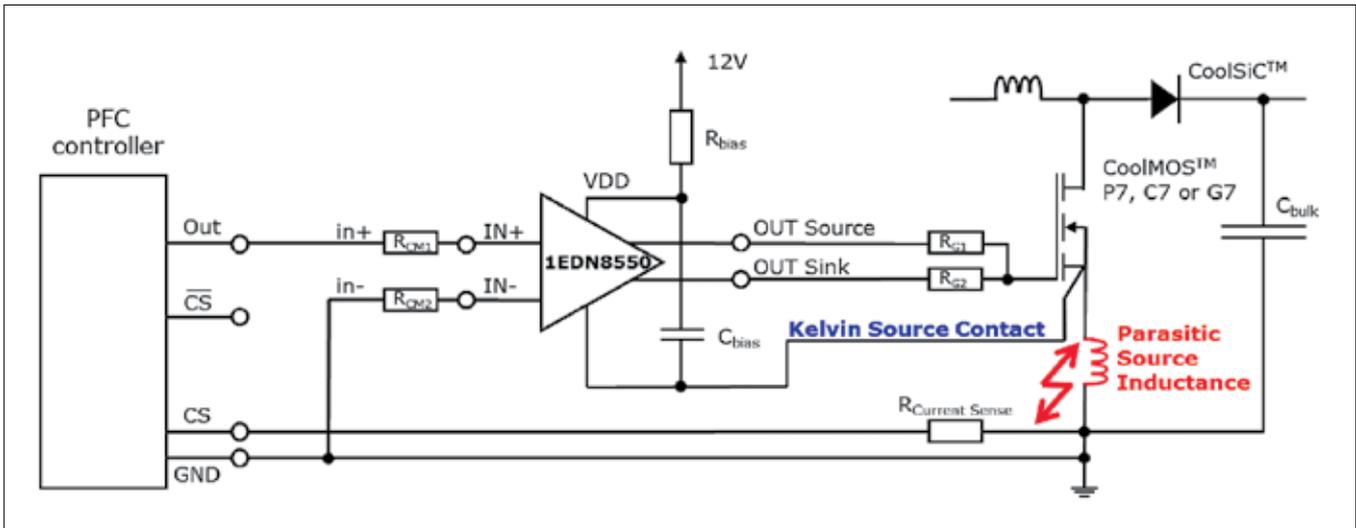
Abbildung 2a zeigt eine Boost-PFC-Schaltung mit einem Leistungs-MOSFET und einem Kelvin-Source-Kontakt. Üblicherweise werden die beiden Massepotenziale über einen galvanisch isolierten Gate-Treiber entkoppelt. Das bedeutet, der Controller-IC und die Eingangsseite des Gate-Treibers (GND1) sind von der Ausgangsseite des Gate-Treibers (GND2) elektrisch getrennt. Das nennt man Durchtrennung der Masseschleife (cutting the ground loop).

Der Kelvin-Source-Kontakt in Abbildung 2a wird dazu genutzt, den Einfluss der parasitären Source-Induktivität des MOSFETs auf das Masse-Potenzial des Gate-Treibers zu reduzieren. Messungen für derartige Topologien haben ergeben, dass die Oszillationen zwischen der Masse des PWM-Controllers und der Ausgangsseite des Gate-Treibers immer noch ± 60 V erreichen können.

In Stromversorgungen im Bereich Low Power geht es nicht nur um die höchste Leistungsfähigkeit. Oft sind die mechanischen Designanforderungen und die Kosten der Komponenten- und Leiterplatten relevanter. Deshalb können die idealerweise gewünschten Abstände zwischen dem Controller und dem Gate-Treiber in vielen Fällen nicht eingehalten werden. Entwickler sind dadurch manchmal gezwungen, Leiterplatten mit nur einer Lage einzusetzen und keine isolierten Gate-Treiber zu verwenden. Häufig sind hohe parasitäre Masseinduktivitäten die Folge, wie zu sehen in Abbildung 2b. In derartigen Anwendungen kann das Schalten eines MOSFETs schnell zu einem Versatz des Massepotenzials von bis zu ± 20 V zwischen dem PWM-Controller und dem Gate-Treiber führen.

Differenzielle Steuereingänge: Unabhängigkeit vom Massepotenzial

Verfügt ein Gate-Treiber-IC über echte differenzielle Eingänge, dann sind die Steuersignale weitgehend unabhängig



Gate-Treiber-ICs mit echten differentiellen Steuereingängen sind robust gegenüber Masseverschiebung. Die beiden Modelle 1EDN7550B und 1EDN8550B von Infineon widerstehen zum Beispiel selbst einer Masseverschiebung von bis zu ± 70 V statisch und ± 150 V_{peak} dynamisch.

vom Massepotenzial des ICs. Denn nur die Spannungsdifferenz zwischen den Eingangskontakten ist relevant dafür, ob der Ausgang auf On oder Off geschaltet wird. Ist zum Beispiel das Potenzial von V_{in+} um mehr als 1,8 V höher als das Potenzial von V_{in-} , dann wird das als logisch On interpretiert. Beträgt die Differenz weniger als 1,5 V, dann wird das als logisch Off interpretiert.

Die EiceDRIVER 1EDN7550B und 1EDN8550B von Infineon sind einkanale Low-Side-Gate-Treiber, die statische Ground-Shift-Probleme bis zu ± 70 V verhindern können. Ist der Ground Shift transient – was typisch ist für das Masserauschen, das durch schaltende MOSFETs verursacht wird –, dann sind die Gate-Treiber-ICs sogar robust bis zu ± 150 V_{peak}. Die Steuereingänge der Gate-Treiber-ICs verfügen über eine hohe statische und dynamische Gleichtakt-Common-Mode-Immunität.

Beim Platinenlayout wird empfohlen, die beiden Common-Mode-Widerstände möglichst nah an den Eingangskontakten des Gate-Treiber-ICs zu platzieren. Das Layout sollte sowohl geometrisch als auch parasitär symmetrisch sein. Die Anschlussanordnung auf der Ausgangsseite und für den V_{DD} -Anschluss entspricht gängigen einkanalen Low-Side-Gate-Treibern. Daher muss für ein Upgrade bestehender Designs mit dem 1EDN7550 oder dem 1EDN8550 nur die Eingangsseite auf der Leiterplatte modifiziert werden.

Die beiden Gate-Treiber-ICs sind in einem kleinen 6-poligen SOT-23-Gehäuse untergebracht. Das hilft im Vergleich zu galvanisch isolierten Gate-Treiber-ICs, die Leistungsdichte zu verbessern. Der Gehäusetyp bietet außerdem den Vorteil, dass der Entwickler die Gate-Treiber-ICs optimal zum Gate-Anschluss der Leistungs-MOSFETs platzieren kann.

Robust gegen Ground Shifts mit bis zu 150 V

Low-Side-Gate-Treiber-ICs mit echten differentiellen Steuereingängen, wie die 1EDN7550B und 1EDN8550B, sind robust gegenüber Ground Shifts mit bis zu ± 70 V statisch und ± 150 V_{peak} dynamisch. Beide Betriebsparameter setzen ein entsprechendes Leiterplattenlayout voraus. Mit dem 1EDN7550B und dem 1EDN8550B kann ein einkanaliger Low-Side-Gate-Treiber genutzt werden, um Leistungs-MOSFETs mit Kelvin Source wie CoolMOS P7, C7 oder G7 in Anwendungen wie 2,5-kW-Boost-PFCs zu treiben.

1EDN7550B und 1EDN8550B bieten ausreichende Robustheit gegenüber Masseverschiebungen in Designs mit großen Abständen zwischen dem Controller-IC und dem Gate-Driver-IC. Low-Side-Gate-Treiber mit echten differentiellen Steuereingängen ermöglichen eine kürzere Entwicklungszeit, höhere Leistungsdichte und robustere und effizientere Designs – und das alles bei geringeren Kosten im Vergleich zu herkömmlichen Lösungen. □



”

*Interview mit
Thomas Harder, General
Manager des ECPE*

2003 gründeten die Unternehmen Conti Temic, Epcos, Infineon Technologies, NMB Minibea, Semikron, SEW-Eurodrive, Siemens und STMicroelectronics das European Center for Power Electronics (ECPE). Mittlerweile sind 85 Unternehmen und 95 Forschungseinrichtungen Mitglied im Netzwerk. Zu Beginn stand vor allem die Lobby-Arbeit für die Leistungselektronik im Mittelpunkt. Mittlerweile kümmert sich das Netzwerk hauptsächlich um den Austausch der Mitglieder untereinander und die Weiterbildung in leistungselektronischen Themen.

Der studierte Physiker Thomas Harder ist seit der Gründung General Manager des ECPE.

WIDE BANDGAP UND AUSBILDUNG IM POWER-BEREICH

„Die Automobilindustrie ist ein Wachstumstreiber für SiC“

Anfang des Jahrtausends galt die Leistungselektronik als graue Maus. Um das zu ändern, gründeten acht Firmen 2003 das Netzwerk ECPE. Anlässlich des 15-jährigen Jubiläums sprachen wir mit Thomas Harder, General Manager des ECPE, über die veränderte Wahrnehmung der Leistungselektronik und den Fachkräftemangel in der Branche. Er verrät auch, wieso der Durchbruch von SiC und GaN nun endlich kommen könnte.

FRAGEN: Florian Streifinger, E&E BILD: ECPE

E&E: Herr Harder, das European Center for Power Electronics (ECPE) wurde unter anderem mit dem Ziel gegründet, den Stellenwert der Leistungselektronik stärker hervorzuheben. Dieser ist mittlerweile bekannt. Haben Sie sich selbst obsolet gemacht?

Thomas Harder: (lacht) Das sicher nicht, schließlich verfolgen wir noch weitere Ziele. Aber natürlich haben Sie recht, die Leistungselektronik ist in den letzten 15 Jahren aus der Nische ins Rampenlicht getreten. In dem Punkt kann man praktisch sagen: Mission erfüllt. Wir haben diese Entwicklung begleitet und sicherlich auch etwas mitgestaltet. Aber ich möchte da nicht anmaßend sein, stark getrieben wurde sie vor allem durch einige große Trendthemen.

Das ECPE feierte vor Kurzem sein 15-jähriges Bestehen. Wie zufrieden sind Sie mit der Entwicklung des Netzwerks?

Das ECPE ist hervorragend gewachsen. Gegründet wurde es 2003 von acht Unternehmen. Mittlerweile sind 85 Firmen und 95 Forschungsinstitutionen Teil des Netzwerks. Besonders wichtig für mich ist aber, dass wir auch inhaltlich sehr gute Arbeit geleistet haben. Wir konnten zum Beispiel die Rolle und Bedeutung der Leistungselektronik im Bereich der Effizienzsteigerung verdeutlichen, haben aber auch wichtige Impulse gesetzt bei erneuerbaren Energien, Elektromobilität und Smart Grids.



PCIM Europe Halle 7 Stand 229

© ifsis



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

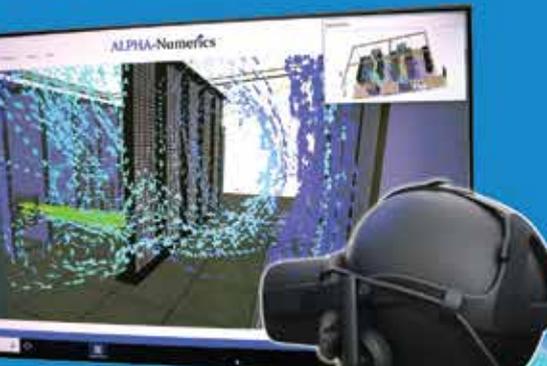
www.we-online.de/redexpert

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

#REDEXPERT

*WE speed up
the future*

Simulationssoftware oder Dienstleistung



Ergebnisbetrachtung durch
eine VR-Brille - live auf der
PCIM 2018!

Besuchen Sie uns auf der
PCIM in Nürnberg
Stand 9-248

Wir sind Mitaussteller auf dem Stand
von der Constellium Singen GmbH

6SigmaET

Fragen Sie uns nach
einer Testlizenz oder
einem
Dienstleistungsangebot

info@alpha-numeric.de

SiC und GaN wird bereits seit Jahren eine große Zukunft vorausgesagt. Ihr Anteil an den verkauften Leistungshalbleitern ist allerdings weiterhin sehr gering. Kommt der Durchbruch nun endlich?

Das Thema ist wirklich nicht neu. Wir reden schon seit Beginn der 2000er-Jahre darüber. Bisher waren die Einsatzfelder für SiC und GaN aber noch sehr rar. Für SiC wird schon seit 15 Jahren nach der Leitapplikation gesucht. Zunächst sah es danach aus, als würde das Photovoltaik sein, weil dort die Effizienzsteigerung sehr beeindruckend war. Da gab es Prototypen mit einem Wirkungsgrad von mehr als 99 Prozent, was natürlich überzeugend klang für eine breite Anwendung. Aufgrund der Kosten konnte sich SiC dann aber nicht durchsetzen. Photovoltaik ist einfach sehr kostengetrieben. Mittlerweile ist SiC dort aber sehr präsent, weil die Vorteile über die Gesamtlebensdauer der Anlage viel deutlicher geworden sind. Ich denke also schon, dass die Wide-Gap-Halbleiter in nächster Zeit mehr eingesetzt werden.

Was veranlasst Sie zu dieser Annahme?

Im Automobilbereich hat SiC mittlerweile eine Dynamik aufgenommen, die meines Erachtens nicht mehr zu stoppen ist. Für die Elektroautos spielt natürlich die Effizienzsteigerung im Antriebsstrang eine wichtige Rolle, um die Reichweite zu erhöhen. Durch extrem schnell schaltende Systeme lassen sich dort aber auch bei On-Board- und DC/DC-Wandlern und On-Board-Chargern die Systeme miniaturisieren. Das sorgt für nur noch ein Fünftel so große und schwere Systeme. Das ist für den Automotivbereich sehr interessant. Insofern haben Wide-Bandgap-Leistungshalbleiter dort richtig Fahrt aufgenommen. Ob es aber wirklich so kommt, muss man natürlich abwarten.

Das bezog sich auf SiC. Gilt das auch für GaN?

Bei GaN sind es natürlich andere Einsatzbereiche. Das Potenzial von SiC liegt ganz klar bei höheren Spannungen und Leistungen. GaN ist vor allem für kleinere Leistungen, im Bereich PFC und bei Power-Supply-Anwendungen interessant. Für manche Gebiete sind beide relevant. Im Auto sind das die angesprochenen On-Board-Wandler. Für die kommen beide Materialien in Frage, da ist das Rennen noch offen. Welches sich durchsetzt, wird stark von den Kosten abhängen. Eine wichtige Rolle spielt aber sicher auch die Technologiereife. In diesem Punkt hat SiC einige Jahrzehnte Vorsprung gegenüber GaN.

Zusammen mit dem Durchbruch der Verbindungshalbleiter wurde oft auch das Ende von Silizium vorausgesagt. Darauf deutet allerdings aktuell nichts hin.

Vollkommen richtig. Silizium wird Mainstream bleiben für eine ganz lange Zeit. Silizium ist einfach eine reife Technologie. Die Bauelemente lassen sich sehr kostengünstig auf großen Wafern herstellen, also mit einer großen Anzahl Chips pro Wafer. Und Silizium hat noch weiteres Potential. Die Entwicklung der Technik ist noch nicht am Ende. Die Materialien werden deshalb in Zukunft parallel existieren. Wir sprechen außerdem nicht von einem Verdrängungswettbewerb. Silizium wird >

von GaN und SiC nicht abgelöst. Stattdessen kommen neue Einsatzbereiche hinzu, in denen Wide-Bandgap-Halbleiter verwendet werden.

Gibt es noch weitere Materialien, die in Zukunft eine Rolle spielen?

Nur im Forschungsbereich. Im größeren Maßstab eingesetzt werden sie auf absehbare Zeit nicht. Einmal ist das Galliumoxid. Das wird vor allem in Japan stark forciert. Auch zu Diamant wird schon länger viel Grundlagenforschung betrieben.

Ab wann werden diese Materialien relevant sein?

Beim 30-jährigen Jubiläum des ECPE werden wir sicher lange über Diamant sprechen. (lacht)

Das ECPE beschäftigt sich außerdem sehr viel mit Weiterbildung. Angesichts des Fachkräftemangels ist das aktueller denn je.

Auf jeden Fall. Speziell für Jungingenieure, die gerade in den Beruf starten, bieten wir ein umfassendes Angebot an Schulungen und Tutorials. Diese decken die wichtigsten Themen der Leistungselektronik ab, wie EMV, Aufbau- und Verbindungstechnik, thermische Auslegung und die verschiedenen Halbleitertechnologien. Zusätzlich dazu haben wir seit kurzem auch noch Schulungen zu Ansteuer- und Schutzschaltungen und zu passiven Bauelementen, insbesondere magnetische Komponenten, dazu genommen. Wir bauen unser Weiterbildungsangebot somit weiter aus.

Weiterbildungsangebote notwendig, weil die Leistungselektronik in der universitären Ausbildung zu kurz kommt?

Nein, daran liegt es nicht. Die universitäre Ausbildung möchte ich nicht kritisieren, die ist hervorragend. Die Leistungselektronik ist einfach zu komplex. Die Hochschulen müssen im Studium die Grundlagen vermitteln und können gar nicht auf die teilweise sehr speziellen Bereiche der Leistungselektronik eingehen. Aufbau- und Verbindungstechnik, EMV, Schaltungstopologien, Treiber und Materialien – in der Leistungselektronik gibt es einfach unglaublich viele technische Themen. An dem Punkt setzen unsere Schulungen an.

Werfen wir einen Blick in die Zukunft. Welches Thema wird die Leistungselektronik in den nächsten Jahren bestimmen?

Noch viel wichtiger wird die Frage, wie sich ein stabiles Stromnetz aufbauen lässt, das sich hauptsächlich aus regenerativen Energien speist. Also nicht nur einen gewissen Prozentsatz enthält, sondern das dominiert ist von fluktuierenden erneuerbaren Energien. Ein weiteres großes Thema sind Smart Grids, also die intelligente Energiesteuerung für Gebäude. An Bedeutung zunehmen wird das Zusammenspiel von Informations- und Kommunikationstechnik und Leistungselektronik und dabei auch der Stellenwert von Cybersecurity. □

INDIVIDUELL.

Wir analysieren Ihr Projekt und entwickeln bzw. liefern genau das, was Sie dafür benötigen – egal ob Markenprodukt, Individualisierung oder Sonderlösung.

SPEISE- UND RÜCKSPEISE-SYSTEM

Regatron TC.GSS



HIGHVOLTAGE STROMVERSORGUNG

Technix



PCIM Nürnberg
Messe Nürnberg
05. – 07.06.2018

pcim
EUROPE

Automotive Testing Expo
Messe Stuttgart
05. – 07.06.2018

automotive
testing expo 2018
europe

Schulz-Electronic GmbH

Dr.-Rudolf-Eberle-Straße 2 · D-76534 Baden-Baden
Fon + 49.7223.9636.0 · vertrieb@schulz-electronic.de
www.schulz-electronic.de

WECHSELRICHTER IN PHOTOVOLTAIKSYSTEMEN VERBESSERN

NEUE SCHALTUNGSTOPOLOGIE FÜR HOCHEFFIZIENTE LEISTUNGSWANDLER

Bei der Entwicklung kostengünstiger leistungselektronischer Systeme mit hoher Energiedichte spielt Energieeffizienz eine entscheidende Rolle. Durch die Nutzung bestimmter Techniken können Entwickler die Schaltverluste von Leistungswandlern signifikant reduzieren und die Kosten senken. Dadurch lässt sich die Effizienz von Wechselrichtern in Photovoltaiksystemen deutlich erhöhen.

TEXT: Ralf Hauschild, Toshiba und Wolfgang Sayer, Rutronik **BILDER:** Toshiba; iStock, CHBD

Ein wesentlicher Bestandteil jedes Photovoltaiksystems ist der Wechselrichter. Er wandelt Gleichspannung in Wechselspannung um. Seine Effizienz wird dabei stark durch die Schaltverluste der Leistungstransistoren beeinflusst. Der optimale Wirkungsgrad lässt sich

durch die richtige Schaltkreistopologie sowie die korrekte Auswahl der verwendeten Bauelemente erzielen. Um die Effizienz zu erhöhen, werden zunehmend Transistoren aus Materialien mit weitem Bandabstand in Wechselrichtern eingesetzt, wie Galliumnitrid (GaN) oder Si-

liziumpkarbid (SiC). Das Problem dabei ist, dass die Kosten solcher Technologien deutlich höher sind als bei auf Silizium basierenden Komponenten. Ein kostengünstiges System erfordert somit Innovationen im Schaltkreisdesign, die bei gleichzeitiger Verwendung silizium-



Elektro-Automatik

Hightech Stromversorgungs- geräte und elektronische Lasten

bis 1500V, bis 5000A, bis 480kW

EA NEUHEITEN



- **getaktete Labornetzgeräte in 19“ Desktop und Towerstyle**

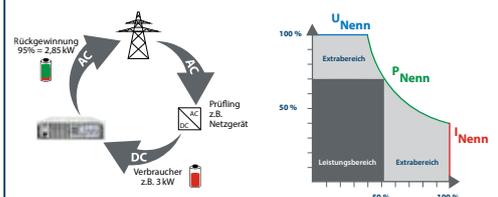
0-40V DC bis 0-1500V DC, 320-15000W, bis 510A

- **elektronische Lasten (Desktop- und Tower)**

0-80V DC bis 0-750V DC, 400-1200W, bis 60A

- **Elektronische Lasten (konventionell und netz-rückspeisend) und Power-Senken in 19“**

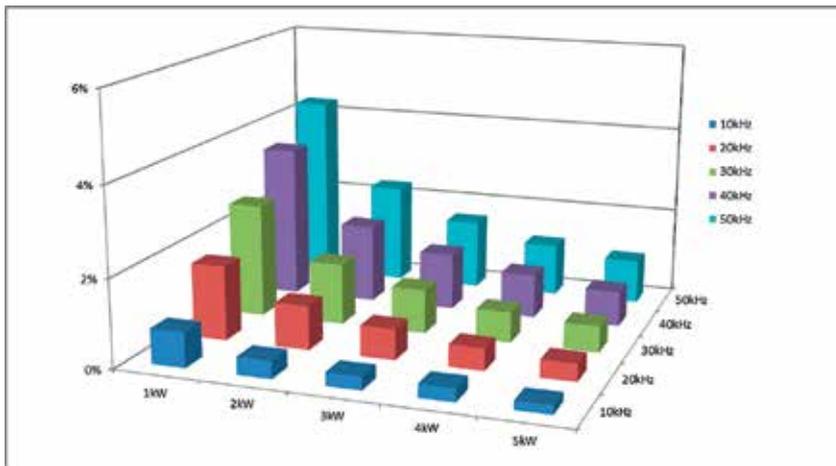
0-80V DC bis 0-1500V DC, 600-15000W, bis 510A



basierter Komponenten den maximal möglichen Wirkungsgrad erreichen.

Das Beispiel einer Halbbrücke soll illustrieren, wie der Wirkungsgrad eines Wechselrichters durch deutliche Reduktion der Schaltverluste optimiert

wird. Dabei wird die Kommutierung des Stromflusses von der Freilaufdiode des sperrenden oberen Schalttransistors zum unteren Schalttransistor betrachtet. Die neben den ohmschen Verlusten auftretenden Schaltverluste werden durch zwei Verlustmechanismen bestimmt:



A-SRB verbessert den Wirkungsgrad vor allem bei hohen Schaltfrequenzen.

zum einen durch die in der Freilaufdiode gespeicherte Reverse-Recovery-Ladung (Qrr), die im gerade aktivierten, in den leitenden Zustand übergehenden unteren Schalttransistor einen Strom-Peak verursacht. Zum anderen durch den Ladestrom-Peak, der beim Umladen der Ausgangskapazität (C_{OSS}) des sperrenden oberen Schalttransistors fließt. Bei Synchronous Reverse Blocking (SRB) wird mit Hilfe eines in Reihe geschalteten zweiten Schalttransistors Q2 der Rückstrom durch die Freilaufdiode des Schalttransistors Q1 blockiert. Die Ansteuerung von Q2 erfolgt synchron zu Q1. Der Rückstrom wird durch eine parallele Siliziumkarbid-Schottky-Diode mit hoher Durchbruchspannung und extrem niedriger Reverse-Recovery-Ladung geführt. Dadurch wird der Effekt von Qrr deutlich reduziert. Die Freilaufdiode von Q2 ist so gepolt, dass sich keine hohe Spannung über diesem Transistor aufbauen kann. Es genügt ein Typ mit niedriger Spannungsfestigkeit, etwa 60 V.

Reduktion um den Faktor 100

Bei Advanced-SRB (A-SRB) werden die durch das Umladen der Ausgangskapazität von Q1 verursachten Verluste durch das Vorladen von Q1 auf eine niedrige Spannung drastisch vermin-

dert. Der Verlauf der Ausgangskapazität C_{OSS} über der Drain-Source-Spannung V_{DS} zeigt eine sehr hohe Spannungsabhängigkeit. Eine Erhöhung von V_{DS} von 0 V auf etwa 40 V führt beispielsweise zu einer Reduktion der Kapazität um den Faktor 100. Diese Charakteristik führt dazu, dass im Verlauf des Schaltvorgangs der Verluste verursachende Ladestrom vorwiegend im Bereich niedriger V_{DS} von Q1 fließt. Eine niedrige Spannung über Q1 ist aber gleichbedeutend mit einer hohen Spannung über dem in den leitenden Zustand übergehenden unteren Transistor der Halbbrücke. In diesem wird daher durch den Ladestrom-Peak eine hohe Verlustleistung erzeugt.

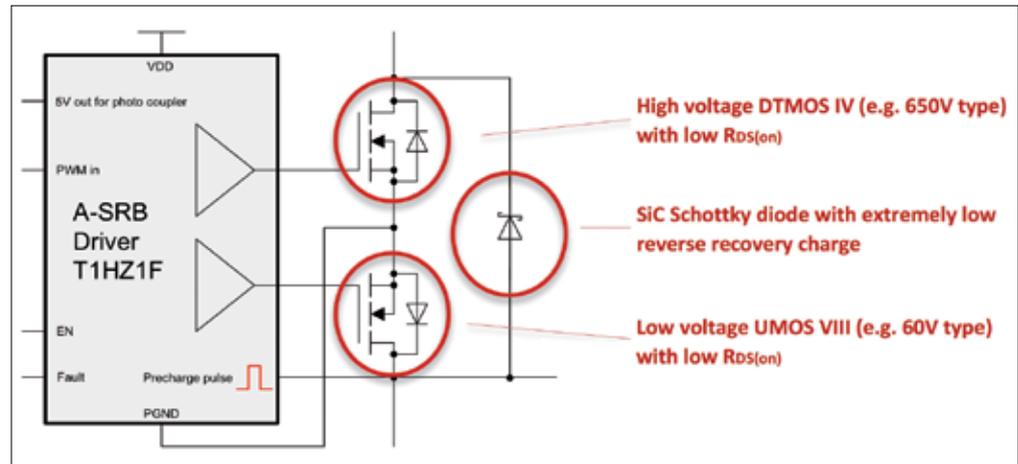
Wird C_{OSS} von Q1 auf eine Spannung von zum Beispiel 40 V vorgeladen, bevor der untere Schalttransistor der Halbbrücke eingeschaltet wird, fließt der überwiegende Teil des Ladestroms nicht durch diesen Transistor und kann somit kaum Verluste verursachen. Das Vorladen erfolgt durch eine zusätzliche Spannungsquelle, die mit Hilfe einer Ladungspumpe im Gate-Treiber-IC realisiert wird.

Der eigentliche Schalttransistor (Q1) ist ein Hochvolt-Superjunction-DTMOs-IV-Typ mit maximaler Sperrspannung von beispielsweise 650 V.

Der zu Q1 in Reihe geschaltete Hilfs- transistor Q2 ist ein Niedervolt-Superjunction-UMOS-VIII-Typ mit einer Sperrspannung von 60 V. Als Freilaufdiode findet eine SiC-Schottky-Diode mit sehr niedriger Reverse-Recovery-Ladung Verwendung. Die Ansteuerung dieser speziellen Schaltungstopologie erfolgt durch ein dediziertes Treiber-IC T1HZ1F. Aus einem PWM-Eingangssignal generiert dieses IC alle erforderlichen Steuersignale für die Transistor-Gates sowie den Ladungspuls zum Vorladen der Ausgangskapazität von Q1.

A-SRB verringert Verluste

Die von Toshiba entwickelte A-SRB-Technologie führt zu stark reduzierten Schaltverlusten. Sie eignet sich für vielfältige Applikationen wie zum Beispiel Photovoltaik-Wechselrichter, DC/DC-Wandler, Leistungsfaktorkorrektur (PFC) oder auch Antriebssteuerungen. Um die Effektivität der A-SRB-Technologie zu demonstrieren, wurden SPICE-Simulationen einer Wechselrichter-Brücke (H4 Topologie) sowohl mit als auch ohne A-SRB durchgeführt. Für bipolare Modulation lässt sich mit Hilfe von A-SRB die Effizienz für unterschiedliche Ausgangsleistungen und Schaltfrequenzen verbessern. Als Schalttransistor wurde ein DTMOs-IV-



Komponenten der A-SRB-Schaltungstopologie

Typ von Toshiba mit niedrigem $R_{DS(on)}$ (100 A, 600 V) verwendet. Da A-SRB die Schaltverluste reduziert, ist der Effizienzgewinn für hohe Schaltfrequenzen am deutlichsten. Der maximale Effizienzgewinn erreicht in diesem Beispiel etwa vier Prozent.

Der Hauptteil des Systems, die Wechselrichterbrücke mit A-SRB-Funktionalität, kann je nach Nennleistung auf unterschiedliche Weise realisiert werden. Für Modulwechselrichter mit einer maximalen Eingangsleistung von etwa 300 W bietet Toshiba die Modullösung

T1JM4 an. Das Modul verfügt über eine komplette Halbbrücke, einschließlich der Gate-Treiber mit A-SRB-Funktionalität, der Schalttransistoren sowie der SiC-Schottky-Dioden. Für Photovoltaik-Wechselrichter mit höherer Eingangsleistung bis ungefähr 5 kW stehen diskrete Gate-Treiber als Kit in Kombination mit den Schaltelementen zur Verfügung.

Erhebliche Effizienzgewinne

Für die Kostenoptimierung von Leistungselektroniksystemen müssen

Verluste effektiv angegangen werden. Intelligentes Verlustleistungsmanagement ermöglicht auch auf der Grundlage bewährter Silizium-Technologie kostengünstige Systeme mit einer erhöhten Leistungsdichte und Energieeffizienz. Die A-SRB-Technik von Toshiba sorgt für erhebliche Effizienzgewinne. Sie eignet sich nicht nur für Photovoltaik-Wechselrichter, sondern auch für viele andere Anwendungen in der Leistungselektronik wie zum Beispiel DC/DC-Wandler, zur Blindleistungskompensation sowie ebenfalls für Motorantriebe. □

DC/DC-WANDLER PV-SERIE

DIE PERFEKTE LÖSUNG FÜR PV-ANLAGEN UND ENERGIESYSTEME

- 100 bis 1500 VDC Eingangsspannungsbereich
- 15 bis 200 W Ausgangsleistung
- 4000 VAC Isolationsspannung
- Betriebstemperaturbereich -40 bis +85°C
- UVP, RVP, SCP, OCP und OVP
- PCB, Chassis-/DIN- Rail-Montage, Metallkäfig





PASSENDEN IGBT-MODUL GESUCHT

Die Qual der Wahl

Das vermeintlich beste, schnellste oder neueste IGBT-Modul ist häufig nur bedingt für eine Applikation geeignet. Verschiedene Faktoren müssen bei der Modulauswahl berücksichtigt werden: Jede Applikation stellt andere Anforderungen, und auch das IGBT-Datenblatt hat nur bedingt etwas mit der Realität gemein.

TEXT: Werner Bresch und Erik Rehmann, GvA Leistungselektronik BILDER: GvA Leistungselektronik; iStock, Tatomm

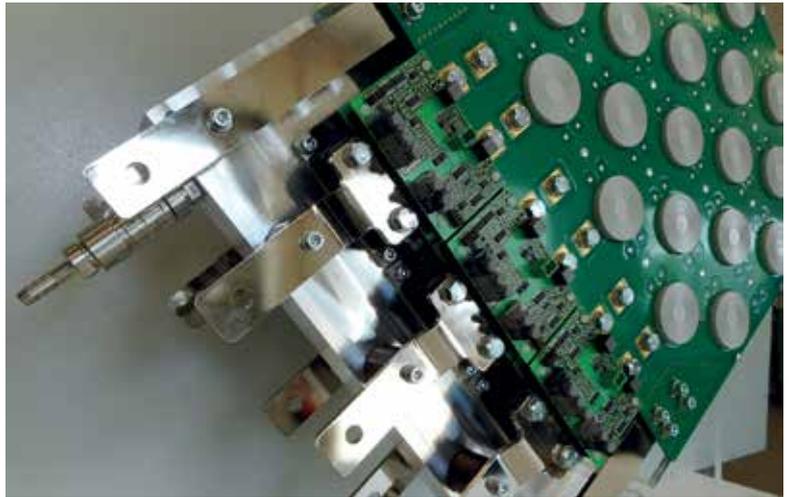
Die Auswahl eines in die Applikation passenden IGBT-Moduls hängt von vielen, teilweise auch gegenläufigen Faktoren ab. Oft ist das vermeintlich beste, schnellste oder auch neueste IGBT-Modul für eine Anwendung nur bedingt einsetzbar. Oder es bringt außerdem auf Grund seiner Eigenschaften zusammen mit den geforderten Leistungswerten und den im leistungselektronischen Hardware-Design vorhandenen Gegebenheiten keinen signifikanten Zusatznutzen.

Ein Dreiecksverhältnis

Wegen dieser Verhältnisse kann es hierbei oft zu unschönen Nebeneffekten mit entsprechenden Kollateralschäden kommen. Ein allgemeiner Ratgeber, der zeigt, welches IGBT-Modul für

eine bestimmte Schaltungstopologie und die definierten Belastungswerte am besten geeignet ist, existiert leider nicht. Das liegt vor allem an den unendlich vielen möglichen Applikationen und den damit verbundenen Anforderungen sowie den ebenso vielen möglichen Hardware-Designs.

Deshalb steht ganz am Anfang der Suche nach dem passenden IGBT-Modul die jeweilige Applikation. Es liegt auf der Hand, dass an die Leistungselektronik für zum Beispiel Induktionserwärmung andere Anforderungen gestellt werden als das etwa für industrielle Antriebswechselrichter oder Traktionsanwendungen der Fall ist. Für diese Einsatzgebiete stehen unterschiedliche Schaltungstopologien zur Verfügung. Sie können mit ein- und dreiphasigen Wechselrichtern, in Zwei-, Drei- oder



Die Lage der Haupt- und Nebenanschlüsse sowie der Befestigungspunkte beeinflusst das finale Design des Umrichters.

Multilevel-Topologie, eventuell mit direkter Parallelschaltung der IGBT-Module oder mit ganzen Wechselrichtereinheiten realisiert werden. Nicht vergessen sollte man auch DC-Chopper und Resonanzwechselrichter.

Außerdem fließt das Hardware-Design in die Auswahl des passenden IGBT-Moduls mit ein. Oftmals ist es bestimmt durch übergeordnete Auslegungskriterien, die konträr zu dem optimalen Betrieb eines IGBT-Moduls sind. Auch kann eine nicht ganz optimale thermische Auslegung oder ein nicht ideales Design des Zwischenkreisfilters dazu führen, dass die im Datenblatt eines IGBT-Moduls ausgewiesene Performance nicht erreicht wird.

Die Spezifikation schafft Klarheit

Entscheidungshilfe bietet hier die Spezifikation, die alle Einsatzkriterien und -werte für die Leistungselektronik und damit die später zum Einsatz kommenden IGBT-Module beschreibt. Die in ihr festgelegten Punkte dürfen nicht isoliert betrachtet werden, da sie alle Einfluss auf die Auslegung der Leistungselektronik haben.

In der allgemeinen Beschreibung der Spezifikation finden sich Angaben zu Anwendung, Schaltungstopologie sowie applikationsrelevante Eigenschaften, Besonderheiten und Anforderungen.

Die elektrische und thermische Beschreibung dient primär zur elektrischen Auslegung der Leistungselektronik und damit zur Auswahl der passenden IGBT-Module. Es finden sich neben Angaben zu den Spannungskoordinaten auch Angaben zu den Laststrombedingungen, Leistungsanforderungen, Temperatur-, Frequenz- und Isolationskoordinaten, Schnittstellen der Leistungsanschlüsse, des Treiberinterface und der Steuerung, den Treiberanforderungen, zu Strom und Spannungssensoren. Auch wird aufgeführt, welche Lüfter zum Einsatz kommen, falls for-

cierte Belüftung vorgesehen ist. Hinzu kommt außerdem die Kapazität des Zwischenkreisfilters, die maximale Verlustleistung und der angestrebte Wirkungsgrad.

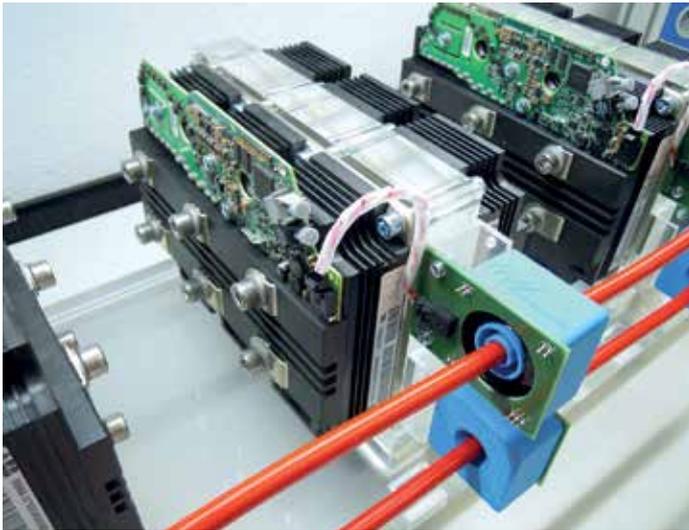
Sind bisher noch keine Angaben zur gewünschten Kühlart gemacht worden, so finden diese sich spätestens in der mechanischen Beschreibung. Denn die Kühlart hat großen Einfluss auf Größe und Gewicht der damit aufgebauten Leistungselektronik. Daneben wird auch die Lage der Haupt- und Nebenanschlüsse sowie der Befestigungspunkte definiert.

Unter Sonstiges finden sich etwa Angaben zu Field-Acceptance-Test-Vorgaben, Angaben zur mechanischen Robustheit, die gewünschte Lebensdauer, Umgebungsangaben zum Aufstellungsort, etwa Temperatur, relative Feuchte, Höhenstrahlungsfestigkeit, sowie die Anforderungen bezüglich der Tropenfestigkeit, Termiten- und Nagerbeständigkeit, Entflammbarkeit, Schadstofffreiheit, Second-Source-Problematik, den Emissionen, Kosten und der Terminplanung.

Außerdem werden in der Spezifikation die unterschiedlichen Standards, die erfüllt werden sollen, gelistet. Ergänzt eventuell durch zusätzliche anwendungsspezifische Vorgaben, wie beispielsweise in der Marine oder dem Bergbau.

Datenblatt versus Spezifikation

Stehen die Spezifikationen fest, können sie mit dem Datenblatt eines IGBTs verglichen werden. Sinnvoll ist es, mit der thermischen Dimensionierung zu beginnen. Zur Bestimmung der erzeugten Verlustleistung im IGBT-Chip werden die Schaltverlustenergien E_{on} und E_{off} sowie der Durchlassspannungsabfall V_{cesat} dem Datenblatt entnommen. Hinzu kommen noch die Ausschaltverlustenergie E_{offrec} und der ausgewiesene Durchlassspannungsabfall V_f der Freilaufdiode.



In Bezug auf Verfügbarkeit und Beschaffungspreise ist eine Second-Source-Strategie wichtig.

Aus Marketinggründen möchten die Hersteller von IGBT-Modulen möglichst geringe Verlustenergien angeben können. Deshalb werden diese in den Testaufbauten mit der härtesten möglichen Ansteuerung, verbunden mit der geringsten möglichen Streuinduktivität im Kommutierungskreis, ermittelt. Diese Testaufbauten haben mit den Gegebenheiten im wirklichen Wechselrichterdesign nicht viel gemeinsam.

Ein solch niederinduktiver Aufbau lässt sich alleine schon zur Erreichung einer thermisch vernünftigen Anbindung der IGBT-Module auf einen Kühlkörper nicht realisieren. Dazu müssten nämlich beispielsweise sechs Einzelschalter-IGBT-Module möglichst eng zusammen auf einen großflächigen Aluminiumkühler montiert werden. Der thermische Übergangswiderstand des Kühlers $R_{th,ka}$ ist jedoch unter der Annahme angegeben, dass die abzuführende Verlustwärme gleichmäßig an die gesamte Oberfläche des Kühlers, auf der die sechs IGBT-Module montiert sind, abgegeben wird. Das bedeutet, dass die sechs punktförmigen Verlustwärmequellen in Form der sechs IGBT-Einzelschalter-Module möglichst symmetrisch und gleichförmig über die Montagefläche des Kühlers verteilt werden müssen, um einen guten Kühlerwirkungsgrad zu erhalten.

Gleichzeitig entstehen längere Kommutierungswege, die höhere Streuinduktivitäten mit sich bringen. Wird das IGBT-Modul nun mit der für die minimal angegebenen Verlustenergien harten Ansteuerung geschaltet, ergeben sich hohe Schaltüberspannungsspitzen. Sie treten eventuell schon bei der Abschaltung des geforderten Nominalstroms auf, spätestens aber bei der Abschaltung von kurzzeitig zulässigen Über- oder Kurzschlussströmen.

Ein möglicher Ausweg ist es, die Ansteuerung der IGBT-Module weniger hart zu gestalten. Das verringert ihre Schaltge-

schwindigkeit und reduziert die Schaltüberspannungsspitzen in einen tolerierbaren Bereich. Dadurch erhöhen sich jedoch die dynamischen Verluste aus E_{on} , E_{off} und E_{offrec} deutlich und auch die Verlustleistung bei gleicher Strombelastung steigt. Eventuell kann der Kühlkörper die höheren Verluste dann nicht mehr abführen. Das wiederum kann dazu führen, dass die in der Spezifikation definierte Strombelastbarkeit der Wechselrichter nicht erreicht wird, oder nur in Form größerer Kühler und gegebenenfalls auch größerer IGBT-Module. Das steht natürlich den Forderungen in der Spezifikation bezüglich Größe, Gewicht und letztlich auch den Kosten entgegen.

Es sind vor allem die Streuinduktivitäten in den Kommutierungskreisen, die Entwicklern die Auslegung der IGBT-Module sehr schwer machen. Sie sind überall zu finden, im Modul selbst, in den Kondensatoren des Zwischenkreisfilters und in der Multi-layer-Verschienung des Zwischenkreises.

IGBT-Schaltdynamik meets Streuinduktivität – oder die Kunst der Ansteuerung

Streuinduktivitäten zwischen den einzelnen IGBT-Modulen und damit den entsprechenden Kommutierungspfaden lassen sich nicht vermeiden. Ein möglicher Ausweg besteht darin, die Schaltdynamik der IGBT-Module mit Hilfe dafür ausgelegter IGBT-Treiber an die jeweils auftretende Schaltsituation anzupassen. Dazu wird der zu schaltende Laststrom erfasst und aus dem definierten Normlaststrom heraus so hart wie möglich mit den geringsten erreichbaren Gatewiderständen geschaltet, um die dynamischen Verluste gering zu halten. Beim Schalten von Überströmen oder gar Kurzschlussströmen wird einmalig mit größeren Gatewiderständen sanfter geschaltet. Gebraucht wird dafür jedoch eine Ansteuerelektronik, die mindestens zweistufig,

eventuell auch asymmetrisch schaltend, oder gar mehrstufig ausgelegt ist. Im Highend-Bereich sind Treiberlösungen möglich, bei denen sowohl das Schalt-di/dt und das Schalt-dv/dt des IGBTs überwacht wird, als auch die Schaltdynamik des IGBTs auf die Gegebenheiten der kompletten Wechselrichter-Endstufe angepasst werden kann. Solche Treiberelektroniken haben natürlich nichts mehr mit der einfachen und problemlosen Ansteuerung zu tun. Sie sind teuer. Unter Umständen kosten sie genauso viel wie der von ihnen angesteuerte IGBT. Auch die damit verbundenen Entwicklungszeiten sollten Ingenieure auf keinen Fall unterschätzen. Schließlich müssen sie auch im schlimmsten di/dt- und dv/dt-Gewitter zuverlässig funktionieren und Spannungsunterschiede von einigen 100 mV detektieren, um damit den Reglereingriff zu steuern.

Beachten sollten Entwickler außerdem die von ihnen gewünschte Lebensdauer des IGBT-Moduls. Sie ist allerdings in vielen Fällen schwieriger abzuschätzen als es zunächst erscheint. Wie hoch die Lebenserwartung der IGBT-Module voraussichtlich sein wird, hängt davon ab, wie hart oder weniger hart sie in der

Applikation zyklisch erwärmt und dann wieder abgekühlt beziehungsweise zyklisch mit hohem Strom beaufschlagt werden. Durch entsprechend schonenden Betrieb kann ihre Lebenserwartung deutlich erhöht werden. Die Hersteller der IGBT-Module verfügen über entsprechende Informationen zur Lebensdauer in Abhängigkeit von Temperaturwechseln bei Wechsellast. Eine typische Wechsellastapplikation ist zum Beispiel der Einsatz eines Antriebswechselrichters für Personenaufzüge. Diese werden in mehreren Sekundenintervallen voll beschleunigt und wieder abgebremst, um die Passagiere ein- und aussteigen lassen zu können. Wird ein IGBT-Modul in dieser Applikation mit einem Temperaturhub von etwa 85 °C belastet, kann dieses schon in einem Zeitraum von zwölf Monaten das Ende seiner Lebenszeit erreichen. Der gleiche Wechselrichter betrieben als Antriebswechselrichter für eine Pumpe, welche kaum Laständerung erfährt, erreicht unter gleichen Lastbedingungen eine Lebensdauer von Jahren. Das bedeutet im Umkehrschluss, dass in Wechsellast-behafteten Applikationen die IGBT-Module und deren Kühlung überdimensioniert werden sollten, um eine adäquate Lebensdauer zu erreichen. □

PIC® & AVR® MCUs

Zusammen sind
die Möglichkeiten unbegrenzt

Sie wollen Technologie intelligenter, effizienter und für jeden zugänglich machen? Microchip bietet die Möglichkeiten, Produkte und Tools zu entwickeln, die Ihr Designproblem einfach lösen, um zukünftige Anforderungen zu erfüllen. Microchips Angebot von mehr als 1200 8-Bit-PIC®- und AVR®-Mikrocontrollern ist nicht nur das branchenweit größte, sondern deckt auch neueste Techniken ab, um die Leistungsfähigkeit zu erhöhen, den Stromverbrauch zu verringern und die Entwicklungszeit zu verkürzen. Mit 45 Jahren Erfahrung in der Entwicklung kommerzieller und kostengünstiger MCUs ist Microchip der Anbieter erster Wahl, wenn es um umfassendes Know-how und Innovation geht.

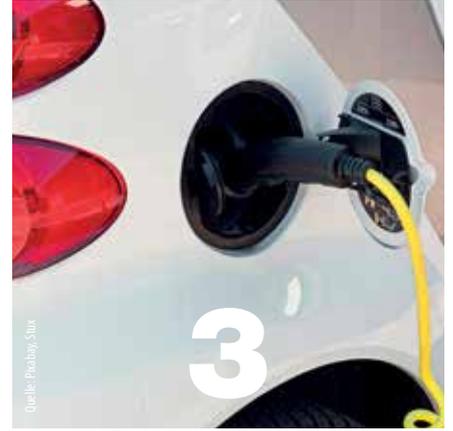
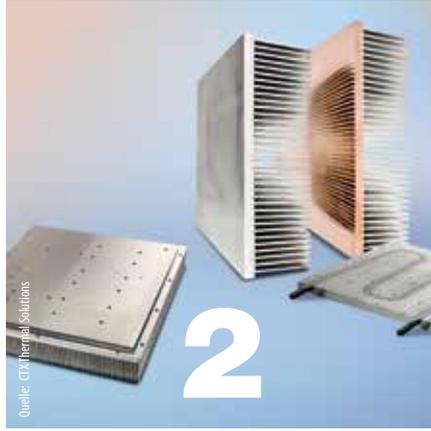
Wesentliche Leistungsmerkmale:

- ▶ Autonome Peripherie
- ▶ Energieeffizient
- ▶ Robust
- ▶ Einfache Entwicklung

microchip
DIRECT
www.microchipdirect.com



MICROCHIP
www.microchip.com/8bitEU





NEUHEITEN

Über 450 Aussteller, mehr als 300 Vorträge, Seminare und Tutorials – bei diesem Programm den Überblick zu behalten, ist schwierig. Wir haben deshalb einige besonders spannende Vorträge, Veranstaltungen und Aussteller der PCIM 2018 für Sie herausgesucht.

Halle 7, Stand 7-237

Teamgeist

20 Aussteller aus der Industrie und Wissenschaft zeigen auf 169 Quadratmetern Ausstellungsfläche ihre neuesten Entwicklungen auf dem Gebiet der Leistungselektronik. Organisiert wird der Stand vom European Center for Power Electronics (ECPE), einem Netzwerk aus 180 Vertretern der Leistungselektronik-Branche. In den letzten Jahren entwickelte sich der Stand zu einem beliebten Treffpunkt.

Halle 9, Stand 401

Kühltechnik

CTX Thermal Solutions präsentiert auf seinem Messestand in Halle 9 Kühllösungen für unterschiedliche Anwendungen und Anforderungen im Bereich der Leistungselektronik. Im Mittelpunkt stehen vor allem Hochleistungskühlkörper sowie Produkte mit Flüssigkeitskühlung. Besonders interessant sind die kompakten SuperFins- und SuperPower-Hochleistungskühlkörper des Unternehmens.

Halle 6, Stand 320

E-Mobility-Forum

Wohin geht die Reise im Zuge der Elektromobilität? Die Leistungselektronik spielt eine entscheidende Rolle bei elektrischer Antriebstechnik und stellt eine Schlüsseltechnologie auf dem Weg zur Elektromobilität der Zukunft dar. Besuchen Sie das E-Mobility-Forum: Hier werden neue Entwicklungen und Herausforderungen für den Einsatz von Leistungselektronik in der E-Mobility näher betrachtet.

Halle 6, Stand 155

50 Jahre lagern

Im Vortrag „Langzeitlagerung elektronischer Komponenten als Bestandteil einer vorausschauenden Obsoleszenzstrategie“ erläutert Holger Krumme von HTV am Dienstag von 15.00 bis 15.45 Uhr die Alterungsprozesse und Risiken bei der Lagerung elektronischer Komponenten. Er stellt außerdem die TAB-Langzeitkonservierung vor, mit der sich elektronischer Baugruppen für bis zu 50 Jahre einlagern lassen.

Halle 9, Stand 525

Wideband-SiC-Module

IGBT-, IPM-, MOSFET- und Gleichrichtermodule mit sehr hoher Zuverlässigkeit zeigt Hy-Line Power Components auf der Messe. Insbesondere stellt der Distributor Wideband-SiC- und GaN-Schalter (HEMTs) von Mitsubishi und Transphorm vor. Universelle und Plug-&-Play-IGBT- und MOSFET-Treiber sowie auf einem Chip integrierte Treiber - vom W- bis in den kW-Bereich - runden das Angebot ab.

Parallel zur Messe

Die Konferenz

Konferenzteilnehmer erhalten einen aktuellen Marktüberblick und profitieren von einer praxisnahen Wissensvermittlung. Spezialisten aus aller Welt berichten in Erstveröffentlichungen über ihre neuesten Entwicklungen und wichtige Trends und stehen für Fachdiskussionen zur Verfügung. Zusätzlich dazu bietet die Konferenz viele Networking-Möglichkeiten mit den Referenten und anderen Teilnehmern.

Halle 7, Stand 354

Variable Frequenz

DC/DC-Wandler mit variabler Frequenz: Die neuen DC/DC-Wandler von Mornsun Power gibt es in verschiedenen Leistungsbereichen von 3 bis 50 W. Die Vorteile der Serie sind die geringe Leerlaufverlustleistung, eine sehr schnelle Startzeit der Ausgangsspannungen, dass keine minimale Last erforderlich ist und ihr gutes EMV-Verhalten. Zu sehen sind sie auf der Messe in Halle 7 an Stand 354.

Halle 6

Newcomer

Die PCIM wächst und gedeiht: Zu den üblichen Verdächtigen, die an der PCIM regelmäßig teilnehmen, kommen immer wieder neue Unternehmen hinzu. Das sind nicht zwangsläufig neue Firmen, sondern oft auch etablierte Unternehmen, wie etwa Eichhoff Kondensatoren. Die Firma blickt auf eine annähernd 100-jährige Geschichte zurück und ist nun mit einem Stand in der Newcomerhalle 6 vertreten.

Halle 9, Stand 559

LED-Netzteile

Schukat zeigt LED-Netzteile von Meanwell in schmaler U-Bracket-Bauform mit einer Leistungsreserve von 150 Prozent für 100 ms, einer Effizienz bis 95 Prozent und optionaler integrierter Redundanzfunktion. Die programmierbaren 3200-W-Netzteile DPU-3200 und DRP-3200 weisen eine hohe Effizienz bis zu 94,5 Prozent auf. NMP650 und NMP1K2 sind modulare Netzteile mit vier und sechs Einschüben à 240 W.



Erwarten Sie
mehr als den
Standard.

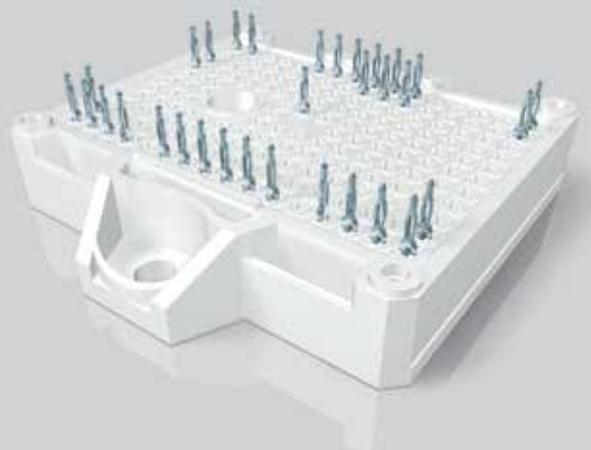
Leistungsmodule für industrielle Anwendungen sind heutzutage größtenteils standardisiert. Liefersicherheit gehört zu den wichtigsten an sie gestellten Anforderungen. Standardmodule von SEMIKRON erfüllen diese Anforderung, bieten aber darüber hinaus weit mehr.

Mit unserer Löt-, Sinter und Bond-Technologie erreichen unsere Standardmodule völlig neue Niveaus der Leistungsdichte und Zuverlässigkeit. Durch integrierte Strommessshunts, Plug & Play-Treiber und voraufgetragene Wärmeleitmaterialien wird die Zahl der Komponenten im System verringert. Weiterhin sinken die Systemkosten und es verkürzen sich die Entwicklungszeit und damit die Zeit bis zur Markteinführung.

Visit us at PCIM 2018
Hall 9, Booth No. 341

SEMITOP® E1/E2

Das neueste Industrie-Standardmodul



Industrie-Standardmodule Portfolio

MiniSKiip, SEMITOP E1/E2, SEMIPACK, SEMIX 3 Press-Fit, SEMIX 5, SEMIX6p, SEMITRANS 2/3/4, SEMITRANS 10



OPTISCHER PULSMESSER MIT GERINGER STROMAUFNAHME

Das Herz im Blick bei jedem Licht

Wer gerne Sport treibt oder es vorhat, ist mit Fitness-Wearables gut beraten. Bevor diese Auskunft über Werte wie den Puls geben können, sind jedoch große Hürden zu meistern: Strom ist am Handgelenk nur begrenzt vorhanden und bei Bewegung in freier Natur werden Lichtsensoren schnell gestört. Moderne Optoelektronik lässt sich davon nicht beeindrucken.

TEXT: Rohm Semiconductor **BILDER:** Rohm Semiconductor; iStock, Wundervisuals

Optische Herzfrequenzmonitore messen den Herzschlag über Pulswellen mittels halbleiterbasierter, optischer Sensortechnologie. Dafür wird Licht von einer LED ausgestrahlt, das vom Zielobjekt reflektiert und mit einem Lichtempfänger – einer Photodiode oder einem Phototransistor – detektiert wird. Die Absorptionscharakteristiken von

Hämoglobin im arteriellen Blut ermöglichen es, Veränderungen der Hämoglobinmenge und damit den Herzschlag zu bestimmen, indem die Lichtmenge über die Zeit gemessen wird. Nachdem das Problem der Fixierung des Sensors auf der Haut bewältigt wurde, setzten sich in den vergangenen Jahren zunehmend Reflexionssensoren mit grünem Licht in

Fitnessarmbändern und Smart Watches durch. Mit seiner kleinen Eindringtiefe betrifft grünes Licht nur das Blut und nicht das Gewebe. Zusammen mit dem großen Absorptionskoeffizienten von Hämoglobin ist somit eine einfache Messung von Herzfrequenzsignalen mit einer großen pulsierenden Komponente möglich.


BRESSNER
**INDUSTRIAL
HARDWARE
SOLUTIONS FOR**
**MACHINE CONTROL.
SURVEILLANCE.
AUTOMATION.**

MXE-1500 Serie



Lüfterloser Embedded PC

- ▶ Intel® Celeron® N3160 CPU
- ▶ Drei unabhängige Displays
- ▶ 3x Gigabit Ethernet Ports

BT-790X Serie



Lüfterloser Industrie PC

- ▶ Intel® Core™ & Xeon CPU
- ▶ 1x PCIe x16 + 1x PCI Slot
- ▶ 6x COM Anschlüsse

1HE 19" Leopard II



Lüfterloses 19 Zoll System

- ▶ Intel® Core™ i7 Skylake CPU
- ▶ 2x Gigabit Ethernet Ports
- ▶ 1x PCIe x16 (Gen.3) Slot

BRESSNER Technology GmbH

+49 8142 47284 - 70
www.bressner.de
vertrieb@bressner.de

Speziell für Wearables hat Rohm seinen optischen Herzfrequenzsensor BH1790GLC optimiert. Wearables sind in Größe und Gewicht eingeschränkt, denn ihr Träger soll sich durch sie nicht gestört fühlen. Deshalb ist es schwer, die Batteriekapazität zu erhöhen. Der stromsparende Betrieb der tragbaren Assistenten wird immer wichtiger. In konventionellen Sensoren nimmt sowohl der LED-Treiberblock als auch das analoge Frontend (AFE) eine beträchtliche Menge an Strom auf. Dagegen erhöht der Rohm-Sensor die Empfindlichkeit des Empfängerblocks, um die Detektion der Herzfrequenz sogar bei niedrigen LED-Helligkeiten zu ermöglichen. Somit sinkt die Stromaufnahme des LED-Treibers. Außerdem integriert der Sensor den AFE-Block direkt in den Chip, wodurch sich die Stromaufnahme ebenfalls reduziert.

Wearables fasten Strom

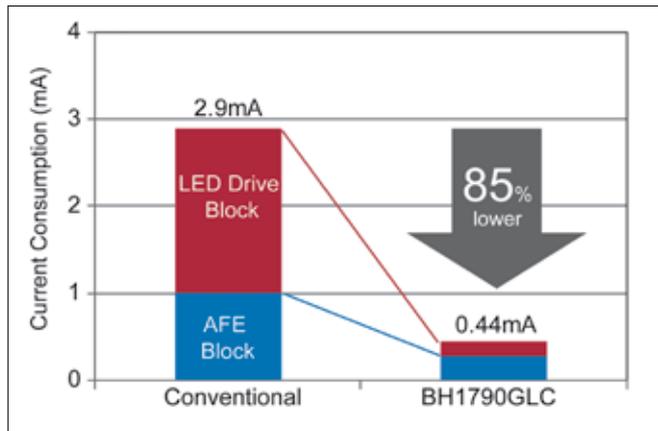
Es gibt verschiedene Methoden, um die Empfindlichkeit des Lichtempfängerblocks zu erhöhen. Bei der konventionellen Technologie wird der Strom, der von der Photodiode erzeugt wird, mit einer Transimpedanzverstärkerschaltung in eine Spannung umgewandelt. Diese Schaltung besteht aus einem Verstärker und einem Widerstand. Trifft Licht auf die Photodiode, wird jedoch nur ein sehr kleiner Strom erzeugt. Also muss der Widerstand erhöht werden, um dadurch die Empfindlichkeit zu verbessern. Dabei entsteht Verstärkerrauschen und thermisches Rauschen durch den Widerstand.

Der BH1790GLC nutzt hingegen einen Ladungsverstärker um eine hohe Empfindlichkeit zu erreichen. Der Ladungsverstärker wandelt Strom in eine Spannung, indem ein Kondensator mit dem Strom der Photodiode für eine bestimmte Zeitdauer geladen wird. Das Rauschen wird dabei reduziert, da es durch die Ladezeit geglättet wird. Das ermöglicht Lichtdetektion mit niedrigem Rauschen und erhöht die Empfindlichkeit des Lichtempfängerblocks.

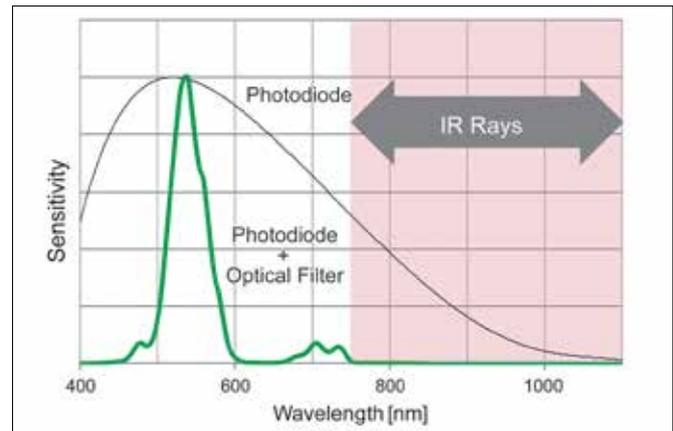
Im Ergebnis kann Licht sogar mit einem kleineren Lichtempfängerelement ausreichend detektiert werden, so dass eine Photodiode und ein AFE einfach auf einem einzelnen Chip untergebracht werden können. Die Fähigkeit, Pulsweiten auch bei niedrigen Helligkeiten zu messen, reduziert die Stromaufnahme des Treiberblocks. Die Nutzung eines Ladungsverstärkers erlaubt dem BH1790GLC, die Stromaufnahme gegenüber konventionellen Lösungen um 85 Prozent zu senken.

Umgebungslicht ignorieren

Neben der Stromaufnahme weisen Wearables eine weitere Besonderheit auf: Da sie oft im Freien genutzt werden, muss der Lichtsensor Störungen durch Umgebungslicht ignorieren können. Dazu gehören unter anderem Infrarotstrahlen (IR), die den Körper einfach durchdringen. Photodioden, die gewöhnliche Si-Substrate nutzen, sind in der Nähe des IR-Spektrums (850 nm) empfindlich, wodurch sie durch externe Lichtstörungen beeinflusst werden.



Herzfrequenzsensoren für Wearables sollten nur über eine geringe Stromaufnahme verfügen.



Spektrale Charakteristik des Lichtempfängerblocks des BH1790GLC

Der BH1790GLC integriert dagegen eine Photodiode mit einer Spitzenwellenlänge im grünen Frequenzband bei 530 nm. Dafür wird die Photodiode auf dem flachen Teil der Si-Oberfläche gebildet. Dabei wird die Eigenschaft genutzt, dass die Spitzenempfindlichkeit zur kürzeren Wellenlängen verschoben wird, je mehr der Abstand der Si-Oberfläche zum PN-Übergang schrumpft. Außerdem integriert der BH1790GLC zusätzlich zwei optische Filter auf dem Si-Substrat: einen Farbresist- und einen Mehrschichtfilter. Die Filter blockieren rote und IR Komponenten und lassen nur grüne Wellenlängen hindurch. Bei Herzfrequenzmessungen überlappen die Umgebungslichtanteile mit dem Pulssignal und verstärken so das Rauschen bei gewöhnlichen Photodioden, während der BH1790GLC die Effekte des Umgebungslichts minimiert. Die Detektion des Pulssignals erfolgt dadurch selbst im Sonnenlicht stabil.

Algorithmus gegen Störungen

Zur Demonstration testete Rohm ein Fitnessband mit Herzfrequenzmonitor, das den BH1790GLC nutzt. Der Pulsensorblock besteht aus einem Herzfrequenzsensor (ROHMs BH1790GLC), einer LED, einem Beschleunigungssensor

und einem Mikrocontroller. Die externe Kommunikation erfolgt über ein Bluetooth-LE-Modul auf einer separaten Leiterplatte. Im Versuch zeigte sich, dass das Pulswellensignal je nach Messstelle stark variieren kann. Der Grund hierfür sind Unterschiede in der Dichte der Blutgefäße. Das Pulssignal ist an der Fingerspitze oder am Ohrläppchen vergleichsweise groß, aber am Handgelenk, wo Fitnessbänder und andere Monitore getragen werden, ist es meist klein. Da sich das Handgelenk bei Alltagsaktivitäten stark bewegt, ist auch der Einfluss der Körperbewegungen sehr groß. Aus diesen Gründen ist es schwer die Herzfrequenz kontinuierlich aus den am Handgelenk gemessenen Pulswellen zu berechnen.

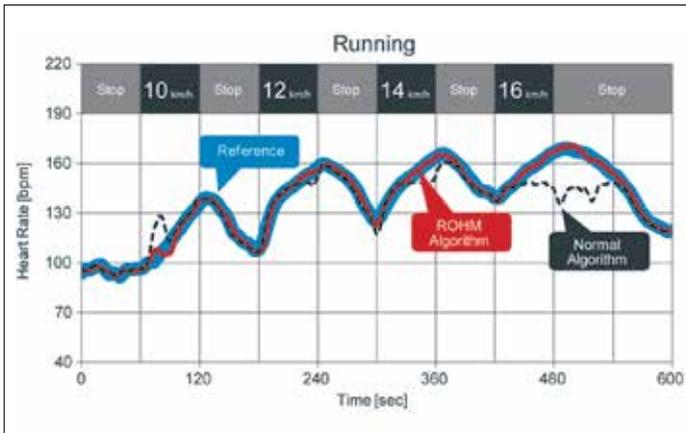
Daher hat Rohm einen Algorithmus zur Berechnung der Herzfrequenz entwickelt, der mit Hilfe eines Beschleunigungssensors die Störungen aufgrund der Körperbewegung präzise aufheben kann. Da Störungen durch den Körper aus Veränderungen im Blutfluss und aus Positionsabweichungen durch Körperbewegungen entstehen, kann die Störkomponente mit dem Signal eines Beschleunigungssensors korreliert werden. Die Ausnutzung dieses Phänomens erlaubte es Rohm, einen Algorithmus zu erstellen, der die Störungen aus den

Körperbewegungen mit dem Beschleunigungssensor entfernt und die Störungen im Herzfrequenzsignal behebt. Im Vergleich mit der Herzfrequenzmessung über einen Monitor und Elektroden am Körper ließ sich erkennen, dass die Demo mit Rohms Algorithmus dem Herzfrequenzmonitor sehr eng folgt.

Künftig Vitalparameter messen

Pulsometer werden meist für Geräte genutzt, die das Pulssignal ausgeben. Aber zurzeit werden Anwendungen entwickelt, die den Stress messen, indem Fluktuationen des Pulses und der Blutdruck mit Wellenformanalyse ausgewertet werden. Die Integration dieser Funktionen in Wearables soll es erlauben, basierend auf täglichen Änderungen des Körpers durch regelmäßige Überwachung Krankheitsanzeichen schon zu einem frühen Zeitpunkt feststellen zu können. Im Moment arbeitet Rohm auch an der Entwicklung eines Herzfrequenzsensors, der auch die Messung von biologischen, also vitalen, Informationen unterstützt.

Um Stressmessungen und Blutdruckinformationen aus einer Pulsquelle zu gewinnen, muss die zeitliche Auflösung des Pulswellensignals erhöht



Pulsraten-Messung während des Laufband-Trainings

werden. Rohm hat den Prototyp eines Herzfrequenzsensors vorgestellt, der die Abtastfrequenz auf 1024 Hz erhöht und das Pulssignal hochgenaue und hochaufgelöst detektiert. Zukünftig wird

Rohm Algorithmen entwickeln, die den Stresslevel und den Blutdruck mit Hilfe dieses Herzfrequenzsensors berechnen. Zusätzlich zu dem Herzfrequenzsensor BH1790GLC entwickelt Rohm eine

Vielzahl von Sensoren und Lösungen für die Messung von Vitalparametern, die in dem schnell wachsenden Wearable-Markt größere Genauigkeit und niedrigere Leistungsaufnahme bieten. □

Wo Planen nur der Anfang ist.

Wer die Grenzen seiner Branche neu definieren möchte, muss heute bereits wissen, dass seine Produkte von morgen auch übermorgen noch reibungslos funktionieren. Genau das stellt unser Obsolescence Management sicher.

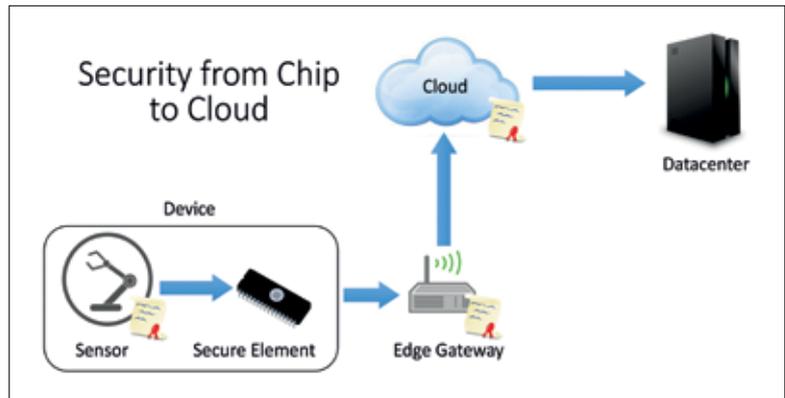
Erfahren Sie mehr:

tq-e2ms.com





Damit die Vernetzung weiter voranschreiten kann, muss die Cybersecurity von Geräten bis in die Cloud sichergestellt sein.



SCHUTZ VON IoT-GERÄTEN

Chip-to-Cloud-Sicherheit

ARM ist einer der wichtigsten Akteure im globalen Halbleitermarkt. Wie jedes andere Unternehmen in diesem Segment fokussiert sich auch ARM sehr stark auf Sicherheit. Es möchte sichere Produkte vom Chip bis zur Cloud gewährleisten. Dafür hat ARM erst kürzlich eine Initiative namens „Platform Security Architecture“ vorgestellt.

TEXT: Nisarg Desai, Globalsign BILDER: Globalsign; iStock, alengo

ARM (jetzt im Besitz der japanischen Softbank) stellt zwar selbst keine Chips her, die ARM-Architektur, sprich das Prozessor-Design, erlaubt es aber, etwa 100 Milliarden Siliziumchips in Produkten mit Strom zu versorgen – vom Sensor über das Smartphone bis hin zu Supercomputern. Etwa die Hälfte der 5,1 Milliarden ARM-basierten Chips sind Schätzungen zufolge für industrielle Anwendungen bestimmt. Die ARM-Initiative „Platform Security Architecture“ richtet sich direkt an die Entwickler von IoT-Geräten mit dem Ziel, ihnen Sicherheitsempfehlungen und Leitlinien an die Hand zu geben. Einer der vier empfohlenen Sicherheitsgrundsätze ist, zertifikatbasierte Authentifizierung zu verwenden. Ein Markt, der in Zukunft wachsen wird. Laut Ponemon Institute sollen 43 Prozent aller IoT-Geräte innerhalb der nächsten zwei Jahre digitale Zertifikate zur Authentifizierung verwenden.

PKI für IoT-Geräte

Public-Key-Infrastruktur-basierte Lösungen haben sich bewährt, beruhen auf offenen Standards, sind vergleichsweise einfach zu implementieren und die Technologie als solche ist inzwischen weit verbreitet. PKI ist zunehmend relevant, da sie sich besonders gut für IoT-Geräte eignet. Chip-fähige und

beschleunigte Funktionen bilden das Rückgrat der sichersten Soft- und Hardware-Implementierungen, die sich heutzutage finden lassen. Viele solcher Chips basieren auf Designs der Firma ARM. Es ist wichtig, genau zu verstehen, dass es verschiedene Möglichkeiten gibt, ein „sicheres Element“ einzufügen. Ein Trusted-Platform-Module-Chip (TPM-Chip) ist ein Krypto-Co-Prozessor. Er sitzt quasi neben dem Primärprozessor und erfordert ein Re-Design des Boards, um die Integration zu gestatten. Inzwischen gibt es dazu Alternativen. Eine neuere Variante ist es, eine „Physically Unclonable Function“ (PUF) zu verwenden. Um digitale Zertifikate zu erstellen, zu verwalten, zu verteilen, zu verwenden, zu speichern und zu widerrufen sowie die Verschlüsselung mit öffentlichen Schlüsseln zu verwalten, braucht man PKI-Rollen, Richtlinien und Verfahren. PKI wird bereits seit den 70er Jahren genutzt und wurde erstmals in den 90er Jahren in Technologien wie elektronischen Signaturen eingesetzt. Heute gilt PKI als eine der zuverlässigsten Methoden, um IoT-Geräte abzusichern. Alle IoT-Geräte brauchen eine starke Identität und müssen nachweisen, dass sie tatsächlich die sind, für die sie sich ausgeben und nicht etwas anderes. Diese Identität sollte universell und für die kommunizierende Partei leicht nachprüfbar sein. In nicht allzu ferner Zukunft werden diese Geräte sogar imstande

sein, ihre eigene Identität zu generieren und sie sicher zu speichern. Direkt aufgrund der mathematischen Fähigkeiten einer PKI. Demnächst kommen IoT-Geräte mit jeweils einem individuellen und einzigartigen Zertifikat auf den Markt, um so ihre Vertrauenswürdigkeit unter Beweis zu stellen. PKI sorgt also dafür, dass IoT-Geräte vertrauenswürdiger werden. Dadurch sinkt das Risiko eines unbefugten Zugriffs.

Wie schon erwähnt, verfügt ARM über eine Richtlinie, die Sicherheit in allen Bereichen gewährleisten soll, von den

Um Security sicherzustellen, muss beim Transport von Daten bei jedem Schritt die Identität und Authentizität der Beteiligten überprüft werden.

Chips über den IoT-Stack bis hin zur eingebetteten Cloud auf einem Chip. ARM verwendet seine eigene Low-Power-Cortex-M-Produktfamilie und ergänzt sie durch die Unterstützung für das eigene Embedded-Betriebssystem Open-Source ARM Mbed OS. Diese Kombination hat zwei große Vorteile. Sie ist leicht zu bedienen und sofort einsatzbereit. Damit ist sie ideal auch für kleine Entwicklungsbüros, die gerade ein IoT-Gerät entwerfen. In der Phase, in der ein Entwickler mit dem Erstellen von Design-Anwendungen beginnt, kann er dann problemlos Mbed OS als Embedded-Betriebssystem verwenden. Zur ARM-Mbed-Familie gehört zusätzlich eine Cloud-Plattform als Service: die Mbed Cloud.

In den meisten derzeitigen IoT-Anwendungsfällen werden Sensordaten von einem IoT-Gerät am äußeren Rand gesammelt und die Daten zur weiteren Verarbeitung an eine Cloud-Anwendung übertragen. In solchen Fällen ist eine Cloud-Plattform als Service sehr nützlich. Was die ARM-Architektur angeht, kann ein Entwickler das Mbed OS nativ integrieren und mit der Mbed Cloud verbinden. Dann ist das

Transport-Layer-Security-Protokoll (TLS) die erste Wahl für die meisten Geräte-zu-Cloud-Verbindungen. Und genau dann braucht man digitale Zertifikate. Das Besondere an der Mbed Cloud ist, dass die Plattform ein „bring your own Certificate Authority (CA) program“ unterstützt. Dadurch kann man sich von einem Drittanbieter, also einer Zertifizierungsstelle, eine eigene PKI-Hierarchie erstellen lassen, das Root-CA-Zertifikat in Mbed Cloud hochladen und so zertifikatbasierte Authentifizierung gestatten. Dadurch werden automatisch alle Verbindungsanfragen von den Geräten angenommen, die über ein Zertifikat verfügen, das innerhalb dieser Hierarchie ausgestellt wurde.

Erste Schritte für mehr Sicherheit

Ein wichtiger erster Schritt für Entwickler von IoT-Geräten ist es, Sicherheit durch den gesamten vertikalen IoT-Plattform-Stack zu gewährleisten. Direkt vom betreffenden Endgerät oder Sensorknoten über den Edge-Layer, die Fog-Umgebungen und Layer bis in die Cloud-Plattform und die zugrunde liegende Daten- und Applikationsinfrastruktur. Das erreicht man, indem man beim Transport der Daten durch die unterschiedlichen Schichten bei jedem einzelnen Schritt die Identität und Authentizität der betreffenden Partei kommuniziert. Gleichzeitig sorgt man dafür, dass die Daten geschützt sind und ihre Integrität gewahrt bleibt. Beides leistet PKI. Es handelt sich dabei um einen weit verbreiteten Ansatz zu Verschlüsselung und Authentifizierung.

Die PKI-Architektur sorgt für mehr Sicherheit und Vertrauen beim elektronischen Austausch von Informationen. Eine Möglichkeit ist das sichere authentifizierte Starten, ein Secure Boot. Der nächste Schritt besteht darin, eine sichere Kommunikation außerhalb des Gerätes zu gewährleisten. Das Gerät legt sein Identitätszertifikat dem Edge-Router oder Gateway vor, mit dem es kommuniziert. Das Gateway prüft das Zertifikat, validiert es und nimmt anschließend das eingehende Datenpaket an. Nun kann das Edge-Gateway eine Verbindung mit dem Cloud-Plattform-Server aufbauen und seine Identität gegenüber dem Server über ein eigenes Zertifikat nachweisen. Umgekehrt kann das Edge-Gateway auch das Identitätszertifikat des Servers verlangen, verifizieren und eine gegenseitige TLS-Verbindung ermöglichen. Diese bidirektionale Verifikati-

on schützt vor Lauschangriffen, Injections und anderen Man-in-the-Middle-Angriffen (MITM-Angriffe).

Es handelt sich also um zwei grundlegende Sicherheitsprinzipien – Authentifizierung und Autorisierung. Anbieter von IoT-fähigen Geräten können diese Sicherheitsprinzipien über die sichere Bereitstellung eines Zertifikats bereits in den Herstellungsprozess des jeweiligen Gerätes integrieren. Einige Zertifizierungsstellen stellen Tools und Plattformen zur Verfügung, mit denen sich solche Sicherheitsziele erreichen lassen. Gerätezertifikate, öffentlich vertrauenswürdige Roots und Code Signing werden vollständig über eine PKI implementiert. ARM unterstützt dabei Drittanbieter-Zertifizierungsstellen. Wer Mbed einsetzt, kann bei der Implementierung gerätebasierter Sicherheitsfunktionen unter einer Vielzahl von Optionen wählen. PKI hat innerhalb des IoT einen hohen Stellenwert. Wir gehen davon aus, dass etliche Firmen PKI nutzen werden, um IoT-Geräte von Grund auf abzusichern. Anders als zu Beginn des IoT-Hypes haben Entwickler und Hersteller jetzt die Möglichkeit, Sicherheit einfacher und kostengünstiger in ihr Produktdesign zu integrieren. Ein Schritt, der zu einem sichereren Internet der Dinge für alle führen wird.

Es gibt mehr und mehr Projekte, die nach dem oben beschriebenen Ansatz entwickelt werden. Ein solches Beispiel ist eine Initiative von Globalsign, bei der die Zertifizierungsstelle Mbed OS und Mbed Cloud von ARM für ein Projekt im Auftrag eines japanischen Buchhändlers eingesetzt wird. Das Projekt umfasst das Nachverfolgen von Verkäufen neuer Bücher mit versteckten Sensoren. Dazu dient eine auf der Rückseite der Bücher angebrachte kleine Polycarbonat-Platte. Der Sensor, der die Bücher im Einzugsbereich der Plakette verfolgt, läuft unter Mbed OS auf einem Cortex-M-basierten Chip. Jeder Chip verwendet ein digitales Zertifikat. Dieses Zertifikat spricht mit der Mbed Cloud und teilt ihr mit, dass ein bestimmtes Ereignis stattgefunden hat. In diesem Fall, dass ein Buch aus dem Stapel herausgeholt wurde. Zusätzlich steht eine mobile App zur Verfügung, mit welcher der Händler die Anzahl der abgeholt oder verkauften Bücher einsehen kann. Auf der Vorderseite der Plakette befindet sich ein E-Ink-Display, das Details zu dem betreffenden Buch anzeigt, wie den Preis und eine inhaltliche Beschreibung. Diese Inhalte werden dynamisch über die App aktualisiert. Ein Zertifikat identifiziert

den Sensor und das Display zum Nachweis der Datenquelle. Wenn jemand zum Büchertisch geht und ein Buch aufnimmt, wird ein Näherungssensor ausgelöst, der die Anwesenheit oder die Abwesenheit eines Hindernisses erkennt. Basierend auf einer konturierten Bildkarte erkennt die Anwendung, dass jemand sich genähert, ein Buch aufgenommen und dem Stapel entnommen hat. Dadurch verändert sich die Beschaffenheit des Stapels. Der Sensor gibt über Mbed OS eine Meldung aus, die an Mbed Cloud gesendet wird. Der Buchhändler kann so mithilfe der App die Anzahl der abgeholt Bücher verfolgen.

Gründe für PKI-basierte Sicherheit

Der Buchhändler kann beispielsweise sein Inventarsystem integrieren. Immer wenn ein Buch abgeholt wird, verringert ein automatischer Zähler den verfügbaren Bestand. Dazu muss die Anwendung Genauigkeit und Integrität dieser Daten

*Public-Key-Infrastruktur (PKI)
ist einfach zu implementieren, weit
verbreitet und beruht auf offenen
Standards. Ihre Relevanz nimmt
deshalb beständig zu.*

sicherstellen. Darüber hinaus gibt es vielleicht unterschiedliche Bücher und Stationen in einem Buchladen. Folglich sind die Identität der Plaque und des Informationsreports kritische Größen. Nicht zuletzt ist PKI ein vergleichsweise einfacher Weg, das Anforderungsprofil des Kunden zu erfüllen, allerdings nicht der einzige. Mbed OS hat einen geringen Ressourcenbedarf und Cortex-M-Chips sind ausgesprochen stromsparend. Dadurch kann der Kunde batteriebetriebene Geräte mit niedrigem Stromverbrauch verwenden, muss aber bei der Sicherheit keine Kompromisse eingehen. Bis zum späten Frühjahr 2018 sollen rund 100 Plaketten hergestellt und eingesetzt werden. Sobald das Pilotprojekt abgeschlossen ist, soll es auf alle Standorte des Buchhändlers ausgedehnt werden. □

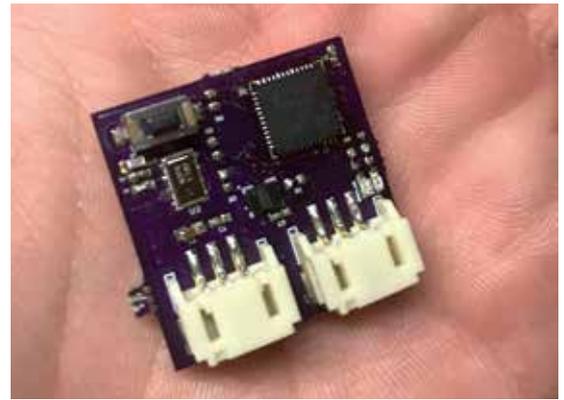


Do-it-yourself

SELBST BAUEN, STATT KAUFEN

Was braucht man, um einen kompakten Datenlogger zur Messung von sechs Beschleunigungsachsen sowie der Flughöhe einer Hobby-Drohne zu bauen? Das erfahren Sie Schritt für Schritt in dieser Anleitung.

TEXT: Casey McCrea, Texas Instruments **BILDER:** Texas Instruments; iStock, Ryan King 999



Das Routen beschränkt sich größtenteils auf die Oberseite der Telemetrie-Leiterplatte.

Nach ein paar Wochen Designarbeit und viel sorgfältigem Lötten lautet die Antwort: knapp sechseinhalb Quadratmeter Leiterplattenfläche, ein paar MEMS-Sensoren und einen FRAM-Mikrocontroller. Und das Beste daran: Der Logger Marke Eigenbau nimmt im aktiven Zustand nur rund 5 mW Leistung auf!

Das Entwicklungsziel dieses Selbstversuches ist ein Datenlogger-System, nicht größer als ein Knopfzellenhalter, das man an einer Drohne befestigen kann, um Trägheitskräfte und die Flughöhe für spätere Auswertungen aufzuzeichnen. Als erstes braucht es dafür zwei hochintegrierte MEMS-Sensoren mit Digitalausgang, die in Echtzeit Daten über die Bewegung der Drohne liefern. Diese Sensoren müssen kompakte Gehäuse haben und sich auch im aktiven Betriebszustand mit wenig Leistung begnügen, sonst könnte man sie nicht durch eine CR2032-Zelle versorgen. Die Wahl fiel auf ein Inertialmodul, das einen 3D-Beschleunigungssensor und einen 3D-Drehratengeber in einem 2,5 mm x 3 mm kleinen Gehäuse vereinigt, sowie einen Höhenmesser mit einer Fläche von 3 mm x 5 mm, der nach vorheriger Kompensation die Flughöhe misst.

Stromsparender FRAM-Mikrocontroller

Um die Messdaten schnell und möglichst stromsparend einzulesen und zu speichern, dient der mit 16 MHz getaktete Mikrocontroller MSP430FR5969 von Texas Instruments mit FRAM (Ferroelectric Random Access Memory) als Denkhöhle der Leiterplatte. Mit seinem 64 KB großen, durchgängigen Variablen- und Codespeicher kann dieser Mikrocontroller umfangreiche Sensordaten speichern, ohne auf externe Speicherbausteine zugreifen zu müssen.

Die Kommunikation des Mikrocontrollers mit den beiden Sensoren zum Konfigurieren der Abtastparameter und zum Ein-

FIRMEN UND ORGANISATIONEN IN DIESER AUSGABE

Firma	Seite	Firma	Seite
Alpha-Numerics.....	34	Kingbright Electronic.....	83
Arrow Electronics	59, 90	LEM	21
Becker & Müller.....	71	LPKF	70
Beta Layout.....	77	Meanwell	44
BJZ.....	91, U3	MES Electronic Connect.....	95
Börsig	69, 92	Microchip.....	43
Bressner	49	Mitsubishi Electric	44, U4
Codico	93	Mornsun Power	39, 44
Conrad Electronic	15, 94	Mouser Electronics	96
CTX Thermal Solutions.....	44	Murata Elektronik.....	70
Daimler.....	8	ODU	61
Display Elektronik.....	85	Phoenix Contact	66
EA Elektro-Automatik.....	37	Rafi.....	82
ECPE.....	32, 44	Readypartner.....	12
Eichhoff Kondensatoren	44	Rohm Semiconductor.....	48
Electrolube	70	Rutronik	3, 36, 89, 97
Emil Otto	70	Schukat Electronic.....	23, 44, 81
Fischer Elektronik.....	5, 78	Schulz Electronic.....	35
Fraunhofer-Institut.....	70	Semikron.....	47
Frizlen.....	25	TE Connectivity.....	72
FTCAP.....	22	Texas Instruments	56
Fuji Electric Europe.....	19	Transphorm.....	44
Globalsign.....	52	TQ-Systems	51
GvA Leistungselektronik.....	40	Traco Electronic.....	24
Harting.....	16	Wago	U2, 59
Heitec	74	Wammes & Partner.....	86
HTV.....	44, 70	Weidmüller.....	62
Hy-Line Power Components	44	Würth Elektronik eiSos.....	33
Infineon.....	2. Titel, 28		

lesen der Messwerte erfolgt über einen einzigen I²C-Bus. Zum Programmieren des Boards und zum Auslesen der Daten nach einem Flug ist das Board mit zwei kleinen, dreipoligen JST-Ports (Japan Solderless Terminal) ausgestattet, aus denen die UART- (Universal Asynchronous Receiver Transmitter) und Programmier-Pins herauskommen. Außerdem sind einige Status-LEDs sowie ein Drucktaster vorgesehen, die sich für unterschiedliche Zwecke verwenden lassen.

Kostenlose Schaltplan- und Layoutsoftware

Da die Knopfzelle an der Unterseite der Platine befestigt wird, beschränkt sich das Routen der zweilagigen Leiterplatte größtenteils auf die Oberseite. Dabei kommt die kostenlose Schaltplan- und Layoutsoftware Eagle zum Einsatz. Mit etwas Lötpaste und einer ruhigen Hand entsteht auf der Leiterplatte Stück um Stück das gewünschte Bauteil. Anschließend wird das fertige Board mit der Software Code Composer Studio programmiert. Dabei können die Messfrequenz und die Bandbreite an individuelle Anforderungen in Sachen Genauigkeit, Abtastrate und Flugdauer angepasst werden.

Monatelanger Betrieb mit einer Knopfzelle

Als letzter Schritt bleibt noch eine Messung der Leistungsaufnahme, um die Batterielebensdauer abschätzen zu können. Mit dem Softwaretool MSP430 EnergyTrace lässt sich bei 2 Messungen pro Sekunde eine Gesamtleistungsaufnahme von nur etwa 5 mW feststellen. Wenn die Messfrequenz auf nur noch eine Messung alle 4 Sekunden reduziert wird, lässt sich die Leistungsaufnahme auf rund 0,4 mW drücken, was mit einer einzigen Knopfzelle eine niederfrequente Datenerfassung über mehrere Monate hinweg ermöglicht.

In ein paar Wochen des Designs, der Herstellung und der Codierung entstand ein einwandfrei funktionierendes System, das seinen Jungfernflug erfolgreich absolviert hat. Was wird mit der nächsten Version kommen? Etwas mehr Speicherplatz könnte die Messfrequenz der Sensoren erheblich steigern. Eine zusätzliche GPS-Funktion würde es außerdem ermöglichen, die Position der Drohne genauer zu verfolgen. Vielleicht ließe sich das Board auch beim Fallschirmspringen einsetzen? Dank seiner soliden Bauweise und seines extrem geringen Stromverbrauchs ist der Datenlogger jedenfalls für alle möglichen kreativen Hobbyprojekte geeignet. □

IMPRESSUM

Herausgeber Kilian Müller

Redaktion Florian Streifinger (Managing Editor/verantwortlich/-28), Roland R. Ackermann (freier Mitarbeiter), Isabell Diederhosen (-38), Selina Douhal (-34), Anna Gampner (-23), Ragna Iser, Demian Kutzmutz (-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, Machtinger Straße 7, 81379 München, Germany
Tel. +49.(0)151.58 21 19-00, Fax +49.(0)89.50 03 83-10, info@publish-industry.net, www.publish-industry.net

Geschäftsführung Kilian Müller, Frank Wiegand

Leser- & AboService Tel. +49.(0)61 23.92 38-25 0, Fax +49.(0)61 23.92 38-2 44; leserservice-pi@vuserice.de

Abonnement Das Abonnement enthält die regelmäßige Lieferung der E&E (derzeit 9 Ausgaben pro Jahr inkl. redaktioneller Sonderhefte und Messe-Taschenbüchern) sowie als Gratiszugabe das jährliche, als Sondernummer erscheinende E&E-Kompodium.

Jährlicher Abonnementpreis

Ein JAHRES-ABONNEMENT der E&E ist zum Bezugspreis von 64 € inkl. Porto/Versand innerhalb Deutschland und MwSt. erhältlich (Porto Ausland: EU-Zone zzgl. 10 € pro Jahr, Europa außerhalb EU zzgl. 30 € pro Jahr, restliche Welt zzgl. 60 € pro Jahr). Jede Nachlieferung wird zzgl. Versandkosten und MwSt. zusätzlich berechnet. Im Falle höherer Gewalt erlischt jeder Anspruch auf Nachlieferung oder Rückerstattung des Bezugsgeldes. Studentenabonnements sowie Firmenabonnements für Unternehmen, die E&E für mehrere Mitarbeiter bestellen möchten, werden angeboten. Fragen und Bestellungen richten Sie bitte an leserservice-pi@vuserice.de

Gestaltung & Layout Schmucker-digital, Lärchenstraße 21, 85646 Anzing, Germany

Druck Firmengruppe APPL, seller 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 Informations-gemeinschaft zur Feststellung der Verbreitung von Werbeträgern e.V. (IVW), Berlin



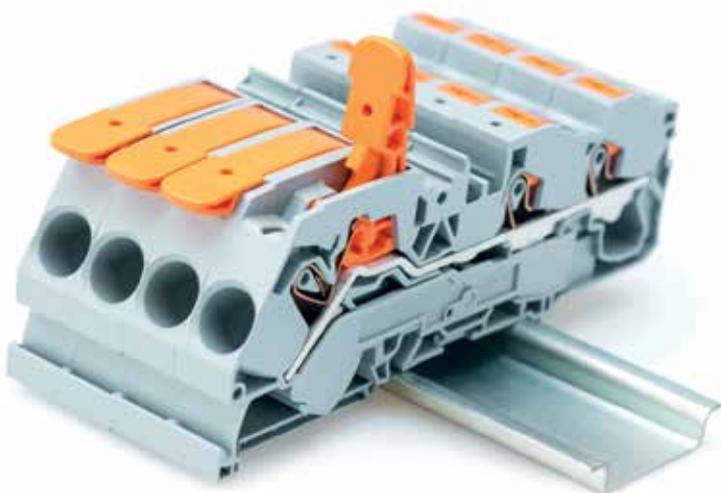


INTERVIEW MIT KARSTEN STOLL, WAGO, ÜBER REIHENKLEMMEN MIT HEBEL

„Durch den Hebel können Techniker Leiter komplett ohne Werkzeug anschließen“

Für die Hannover Messe hatte Wago eine Überraschung angekündigt. Mit dem Hebel als neuem Betätigungssystem für Reihenklemmen ist das dem Unternehmen gelungen. Wie der Anschluss von Leitern dadurch einfacher und sicherer wird, erklärt Karsten Stoll, Leiter des Geschäftsbereichs Electrical Interconnections bei Wago, im Interview mit der E&E.

TEXT: Florian Streifinger, E&E BILDER: Wago



Durch den Hebel an der Reihenklemme ist für den Anschluss kein Werkzeug mehr nötig. Besonders an schwer zugänglichen Stellen erleichtert das die Handhabung.

E&E: *Auf der diesjährigen Hannover Messe haben Sie Ihre Reihenklemme Topjob S mit einem neuen Betätigungssystem vorgestellt, dem Hebel. Was ist der Grund für diese Produktentwicklung?*

Karsten Stoll: Im Kontakt mit den Kunden haben wir festgestellt, dass an Reihenklemmen je nach Einsatzgebiet sehr unterschiedliche Erwartungen gestellt werden. Unser Reihenklemmensystem mit Betätigungsöffnung ist zwar bereits gut etabliert in vielen Branchen, einige Anwendungen erreichen wir damit aber nicht. Mit dem Hebel wird sich das unserer Meinung nach ändern. Damit können wir auch diese Einsatzgebiete bedienen.

Welche sind das?

Bei der Fabrikverdrahtung ist es kein Problem, ein Betätigungswerkzeug zu verwenden. Dort spricht nichts gegen Reihenklemmen mit Betätigungsöffnung. Anders sieht es beim Anschließen im Feld aus, wenn zum Beispiel eine neue Anlage verdrahtet, installiert und in Betrieb genommen wird. In diesen Fällen fehlt oft das passende Werkzeug. Da hilft der Hebel natürlich sehr stark, weil man bei ihm mit dem intuitivsten Werkzeug der Welt arbeiten kann – der Hand. Ein anderes Beispiel ist der Netzanschluss von großen und somit schwer biegsamen Leitern. Dafür muss der Techniker nur al-

le Hebel öffnen, die Leiter hineinstecken und die Hebel mit der anderen Hand wieder schließen. Bei anderen Betätigungssystemen ist das oft eine arge Fummelei und er muss mit einer Hand immer die Öffnung geöffnet halten. Beim Hebel hat er diese Hand frei.

Wie genau funktioniert der Hebel?

Unsere Reihenklemmen mit Hebel bestehen aus vier Kernelementen. Dem Gehäuse zur elektrischen Isolierung, der Stromschiene zur Übertragung des Stroms, der Feder, um den Leiter zu klemmen, und dem Hebel, um die Feder anzuheben. Im Prinzip hakt das System die Feder ein, zieht es aus der Ruhelage hoch und lagert es in die zwei Kraftauflagepunkte des Hebels. Die Feder zieht den Hebel in diese beiden Auflagepunkte und er bleibt dann offen stehen. Ansonsten würde der Hebel beim Öffnen auf der Stromschiene laufen und er hat auf diese Weise auch eine Führung. Damit kann der Hebel sehr kontrolliert geführt werden und lässt sich vom Anwender geschmeidiger bedienen. Übrigens kann man natürlich starre Leiter und solche mit Aderendhülse weiterhin auch direkt stecken.

Sie haben bereits einige Vorteile angesprochen. Welche weiteren sehen Sie?

Den entscheidenden Vorteil sehen wir wie gesagt darin, dass der Techniker

komplett ohne Werkzeug arbeiten kann. Er hat die Hände frei, kann den Leiter vorbehandeln, in die Klemmstelle einlegen und den Hebel wieder schließen. Außerdem ist die Klemmstelle durch den Hebel deutlich markiert. Sobald der Techniker den Hebel öffnet, sieht er, an welcher Klemme er arbeitet. Wenn er kurz abgelenkt war oder sich noch auf andere Aufgabe konzentrieren musste, war das bisher ein Problem. Mit dem Hebel entfällt das. Zusätzlich dazu signalisiert der Hebel eindeutig, ob die Klemmstelle offen oder geschlossen ist. Die beiden letzten Punkte sind für die Sicherheit sehr wichtig. Sie verhindern Fehler beim Anschluss.

Der Hebel benötigt allerdings mehr Platz als zum Beispiel die Betätigungsöffnung.

Bei vielen Anwendungen überwiegt der Nutzen des Hebels. Da bin ich mir sicher. Aber natürlich haben Sie recht, dass er mehr Platz einnimmt. Es gibt Anwendungen, bei denen etwa ein Drücker oder eine Betätigungsöffnung einfach besser passt. Deswegen bieten wir die Reihenklemme auch mit diesen Betätigungssystemen an. Auf der Hannover Messe haben wir außer der Topjob S mit Hebel auch noch eine Variante mit Drücker vorgestellt. Damit der Anwender das System wählen kann, das zu den Bauverhältnissen, Leiterzuführungen und Verdrahtungsgewohnhei-

ten seines Produkts passt. Möchte er sein System möglichst klein halten, greift er sicher nicht auf den Hebel zurück. Hat er aber einen Netzanschluss oder weiß, dass es zu regelmäßigen Umverdrahtungen kommt, dann passt der Hebel genau.

Lassen sich mehrere Betätigungsvarianten in einer Reihenklemme kombinieren? Auf jeden Fall. Das ist uns sehr wichtig. Der Kunde muss keine Grundsatzentscheidung treffen, welches Betätigungssystem er nimmt. Sie lassen sich alle kombinieren. Auch mit dem Zubehör, das wir dafür anbieten, etwa zum Prüfen und Beschriften.

Ist der Verschleiß beim Hebel höher? Sinkt also die Lebensdauer der Klemme?

Es kommt zu praktisch keinen Verschleißerscheinungen. Der Hebel lässt sich einige hundertmal betätigen. Das ist jenseits jeglichen vernünftigen Gebrauchs. Bei unseren Tests haben wir einige der Klemmen im vierstelligen Bereich betätigt und sie haben immer noch einwandfrei funktioniert.

Der Hebel ist teurer als die anderen Systeme. Um wie viel steigt dadurch der Preis?

Eine Klemme mit Hebel ist ungefähr 20 Prozent teurer als eine mit Betätigungs-

öffnung. Das sind bei Klemmen aber nur wenige Cents. Er verbraucht mehr Material, ist also in der Herstellung teurer. Außerdem bietet er einen größeren Nutzen für unsere Kunden. Wir gehen davon aus, dass sie auch bereit sind, dafür mehr zu bezahlen.

Wie war die Resonanz auf der Hannover Messe?

Bei der Enthüllung am Montag waren einige Hundert Zuschauer. Das zeigt schon das Interesse. Wir haben auch viele Gespräche geführt und gerade von der Haptik und der Einfachheit des Hebels waren die Kunden begeistert. □

ODU MINI-SNAP® HYBRID-STECKVERBINDER

Lassen Sie sich von unseren Experten beraten!

BESUCHEN
SIE UNS AUF DER
Automotive Testing Expo
IN STUTT GART VOM
05. – 07. Juni
HALLE 10
STAND 1258

MULTIFUNKTIONELLE SCHNITTSTELLE –
MIT BESTER PERFORMANCE UND
ZUVERLÄSSIGKEIT BEI HÖCHSTER
BAURAUMEFFIZIENZ

Maßgeschneiderte Lösungen für jede Applikation ermöglichen die bestmögliche Effektivität, selbst unter den herausforderndsten Bedingungen – ohne notwendige Kompromisse.

- + Übertragung von **Signalen, Daten, Power und physikalischen Medien**
- + Kontakte für **Löt-, Crimp- und Printanschluss**
- + Anschlussquerschnitte: **AWG 14-26**
- + **Bis 22-polig**
- + **Bis IP 68**
- + **Kunststoff- und Metallausführungen**



Mehr auf:
www.odu.de



A PERFECT ALLIANCE.

HYBRIDSTECKVERBINDER

Drei in Einem

In der elektrischen Antriebstechnik geht der Trend immer mehr zur Einkabellösung in Form eines Hybridkabels. Dieser Trend hat direkte Auswirkungen auf die Anschlussstechnik. Hybridsteckverbinder übertragen sowohl Signale als auch Energie und übernehmen zusätzlich die Schirmung.

TEXT: René Arntzen, Weidmüller BILDER: Weidmüller; iStock, beer5020

Die Verbindung von Motorspannung, internem Temperaturfühler und einer eventuellen mechanischen Bremse sind die klassischen Anforderungen an diese Schnittstelle. Je nach Anwendung wird auch die Verbindung zu einem Encoder oder Resolver benötigt. Als Lösung bietet Weidmüller auf der Leiterplatenseite (IP20) der Frequenzumrichter oder Servoregler sowie auf der Motorenseite (IP6x) Steckverbinder an. Die Leiterplattensteckverbinder-Generation Omnimate Power Hybrid verbindet in einem einzigen Steckvorgang die Energie- und Signalleitungen sowie den Kabelschirm von Hybridleitungen mit dem Gerät und verriegelt dabei automatisch. Der Hybridsteckverbinder mit Push-in-Anschlussstechnik vereint somit die Themen Sicherheit, Miniaturisierung und den Schirmanschluss in einem Produkt.

Der M23-Hybridsteckverbinder stellt die robuste und zuverlässige Verbindung am Motor dar. Er ist speziell auf die rauen Umgebungsbedingungen im Maschinen- und Anlagenbau ausgelegt.

Hybridkabel – One Cable Technology (OCT)

Hybridkabel stellen die Verbindung zwischen Frequenzumrichtern oder Servoreglern und dem Motor her. Zum Anschließen der Leitung benötigte man bisher drei Steckverbinder: einen Leistungssteckverbinder für den Motoranschluss, einen Signalsteckverbinder zur Erfassung des Motor-Feedbacks und eine Schirmauflage zum Schutz des Datenverkehrs vor elektro-



magnetischen Störimpulsen. Der Omnimate-Hybrid-Steckverbinder kombiniert alle drei Steckverbinder applikationsgerecht zu einer Gesamtlösung. Er ermöglicht dadurch ein gleichzeitiges, sicheres und blindes Stecken und die Übertragung von Energie und Signalen. Dazu gehört beispielsweise die steckbare Schirmauflage oder die automatisch verrastende Einhand-Sicherheitsverriegelung. Die Integration dieser Funktionen sorgt auch bei schwierigen Einbauverhältnissen für eine intuitive, werkzeuglose Handhabung und eine dauerhaft sichere Kontaktierung. Der Hybridsteckverbinder erfüllt den Berührungsschutz gemäß IEC (UL) 61800-5-1 von 3 oder 5,5 mm. Optional ist er auch mit auf- und feststellbaren Pushern und geöffneter Kontaktstelle erhältlich. Diese Version vereinfacht die Verdrahtung im Feld wesentlich.

Die Vorteile des Steckverbinders sind nicht nur theoretischer Natur, sondern zeigen sich ebenfalls in der Praxis. Die Firma LTI Motion bietet mit dem System One CM ein sehr kompakt ausgelegtes Automatisierungssystem an. Das System vereint die Steuerungs- und Sicherheitstechnik mit einer zentralen Leistungsversorgung sowie Mehrachsregler. Im Wesentlichen sind es drei Punkte, die das System zum kompaktesten seiner Klasse machen: die Integration der Safety-Steuerung in die SPS-Steuerung, die Integration eines 500-W-Schaltnetzteils in die Versorgungseinheit und schließlich der Einsatz von Doppel- und Dreiachsreglern. Der Servoregler mit einem Nennstrom von 1,5 bis 32 A vereint eine hohe Miniaturisierung mit gleichzeitig mehr Leistung.



Der Power-Hybrid-Leiterplattensteckverbinder im Einsatz bei einem der derzeit kompaktesten Dreiachsen-Servoregler. Detail: Die Verbindung zu den drei Servomotoren erfolgt über je einen Hybridsteckverbinder.

Im Vergleich zu marktüblichen Mehrachssystemen spart System One CM auf diese Weise bis zu 40 Prozent Platz im Schaltschrank ein. Einen ganz entscheidenden Anteil am hohen Integrationsgrad sowie der Platzersparnis hat der Omnimate-Power-Hybrid-Steckverbinder. Er erfüllt die Forderungen der Gerätedesigner nach hoher Packungsdichte, hoher Stromtragfähigkeit, zuverlässigem Schutz vor elektromagnetischen Störimpulsen (EMV) und komfortabler und sicherer Handhabung. Die Auswahl der richtigen Anschlusstechnik und ihrer Kombination ergibt einen Kostenvorteil, der vom Gerätedesign über die Installation und den Service der Anlage reicht.

Auch Beckhoff Automation verwendet in seinem Multiachs-Servosystem AX8000 eine One Cable Technology (OCT) für Power und Feedback. Durch den Einsatz des Omnimate-Power-Hybridsteckverbinders reduziert sich die Verkabelung auf die obligatorische Motorleitung, die auch die Feedbacksignale direkt überträgt. Wie bei der sensorlosen Regelung spart sich der Anwender damit eine zusätzliche Feedbackleitung. Alle benötigten Informationen zur Regelung werden, dank der steckbaren Schirmauflage des Hybridsteckverbinders, störicher und zuverlässig über eine digitale Schnittstelle übertragen.

Omnimate-Hybridsteckverbinder – alles vereint

Der Omnimate-Power-Hybrid-Steckverbinder ersetzt mit den direkt in den Leistungssteckverbinder integrierten Signalkontakten sowie dem steckbaren Kabelschirm und dem Einhand-Sicherheitsflansch drei Einzelkomponenten und reduziert drei separate Arbeitsgänge zu einem. Er löst verschiedene typische Herausforderungen beim Gerätedesign:

- Rastertreue Integration der Signalkontakte in den Leistungsteil: Dadurch lässt sich eine umfangreiche Mini-

aturisierung beziehungsweise Packungsdichte auf der Leiterplatte und Gerätefront realisieren. Ein Steckvorgang vereinfacht die Konfektionierung, Inbetriebnahme und Wartung des Gerätes.

- Die steckbare Schirmauflage mit einer Federleiste ersetzt zwei Schraubflansche. Das neuartige Konstruktionsdetail garantiert eine sichere EMV-Abschirmung. Die Kontaktierung des Kabelschirmes erfolgt über die steckbare Federleiste automatisch und bedienerunabhängig. Eine bisher zusätzliche Schraubbefestigung für den Schirmanschluss entfällt. Dadurch werden Platz, Material und Montagezeit gespart.
- Einhand-Sicherheitsverriegelung: Die werkzeuglose Schnellverrastung ist als Mittelflansch ausgeführt und ersetzt zwei Außenflansche. Die sichere und zuverlässige Verrastung des Mittelflansches erfolgt automatisch und bedienerunabhängig. Durch die baubreitenneutrale Integration der Signalkontakte wird der Platzbedarf am Gerät und auf der Leiterplatte verringert. Ein intuitives Stecken aller vier Funktionen (Energie, Signale, Schirmung und Verriegelung) ist in einem Arbeitsgang – auch ohne Sicht und bei schwierigen Einbauverhältnissen – problemlos möglich.

Die mehrfache Funktionsintegration von Energie-, Daten- und Signalkontakten sowie der steckbare Kabelschirm und die automatische Verrastung reduzieren sowohl die Herstell-, Installations- als auch Instandhaltungskosten deutlich. Weitere Vorteile sind:

- kürzere Installations- und Wartungszeiten
- eine geringere Baugröße des Gerätes
- weniger Platzbedarf im Schaltschrank
- die Vermeidung von Fehlern

Der Power-Hybrid-Leiterplattensteckverbinder mit verrastbarem Push-Button verfügt über eine schlanke Leitungsführung mit installationsgerechter 30-Grad-Geometrie. Dieses Konstruktionsdetail ermöglicht kompakte Geräte. Der Abstand zwischen den Gerätereihen kann um bis zu 10 cm geringer ausfallen.



Der Abstand zwischen den Gerätereihen kann um bis zu 10 cm geringer ausfallen, da die installationsgerechte 30-Grad-Geometrie eine schlanke Leitungsführung ermöglicht und die steckbare Kabelschirmauflage einen wesentlich geringeren Montageraum benötigen als herkömmliche Schraubflansche. Insgesamt wird die Anlagenverfügbarkeit durch die neuartige Schirmblechkontaktierung, den Einhand-Sicherheitsflansch und die integrierten Signalkontakte nachhaltig erhöht.

Die Omnimate-Power-Hybrid-Leiterplattensteckverbinder sind mit der Push-in-Anschluss-technik ausgestattet. Diese innovative Leiteranschlusstechnik ermöglicht eine schnelle Konfektionierung und Installation der Hybridkabel. Der massive oder flexible Leiter, mit Aderendhülse versehen, wird bei Push-in einfach in die Klemmstelle gesteckt.

Verrastbarer Push-Button

Das umfangreich dimensionierte Push-in-Anschlussystem für den Motoranschluss ist mit verrastbaren Push-Buttons ausgestattet, um eine geöffnete Klemmstelle zu erhalten. Diese ermöglicht einen problemlosen und sicheren Anschluss der aus ESD-Gründen relativ kurz abgemantelten Motorleitungen. Der Push-in-Kontakt wird nach dem Einstecken des Leiters in die Klemmstelle einfach durch seitliches Drücken auf den Push-Button geschlossen. Beim Verwenden von Motoranschlussleitungen ohne Aderendhülsen oder bei Leitungen mit kleinem Querschnitt ist der verrastbare Push-Button ebenfalls von Vorteil. Er hält nach Betätigung die Klemmstelle geöffnet – das ermöglicht dem Monteur eine leichte und komfortable Handhabung der Leitungen beim Anschließen. Einfach gesagt: Der verrastbare Push-Button ersetzt in kniffligen Montagesituationen die „dritte Hand“ oder andere Hilfsmittel.

Die kompakten und robusten M23-Hybridsteckverbinder sind speziell auf einen industriellen Einsatz sowie die rauen Umgebungsbedingungen im Maschinen- und Anlagenbau abgestimmt. Gedacht sind sie beispielsweise zum Anschließen von elektrischen Antrieben und Servomotoren. Kombiniert man sie mit Hybridkabeln stellen sie die perfekte Verbindung in die IP6x-Welt dar, denn sie gewährleisten die in diesem Bereich geforderte hohe Zuverlässigkeit und Langlebigkeit. Sie sind außerdem resistent gegen das Eindringen von Substanzen. Darüber hinaus besitzen die Varianten mit schwarzem Außenring einen Vibrationsschutz.

Für Hybridapplikationen bietet Weidmüller die 4+4-Variante an. Sie besitzt vier Signalkontakte mit jeweils einem Nennstrom von 8 A und vier Leistungskontakte mit je einem Nennstrom von 28 A. Der Schirm wird auf das Metallgehäuse gelegt. Die Nennspannung für die Signalkontakte beträgt 300 V und für die Leistungskontakte 600 beziehungsweise 800 V. Die 4+4-Variante ist sowohl als Kabel- oder Kupplungs- und Winkelsteckverbinder als auch als Gerätesteckverbinder in folgenden Bauformen lieferbar: Vorderwand, mit Rändelmutter, Hinterwand und abgewinkelt.

Assemblierungsservice

Kunden können sich die Verbindung zwischen Leiterplatte und Motor selbst konfektionieren oder fertig zum Anschluss beim Weidmüller-Assemblierungsservice beziehen. Der Vorteil für den Kunden besteht in der Vereinfachung von Bestellwesen und Lagerhaltung. Er muss nur noch eine Bestellnummer verwalten, denn die Beschaffung der einzelnen Komponenten entfällt. Außerdem werden dadurch Artikelvielfalt und Lagerbestände abgebaut. □



FORMGLEICHE LEITERPLATTENKLEMMEN

So gleich kann anders sein

Weltweite Produktionsstandorte, internationale Vertriebswege, regionale und lokale Einsatzgebiete – die Welt der industriellen Produktion und Automatisierung wächst zusammen und diversifiziert sich gleichzeitig. Die Leiterplattenklemmen der Serie TDPT unterstützen diese Trends. Sie ermöglichen die Entwicklung marktspezifischer Geräte im einheitlichen Design.

TEXT: Thorsten Rosin, Phoenix Contact **BILDER:** Phoenix Contact

Die zunehmende Globalisierung bietet Geräteherstellern viele neue Chancen, stellt sie aber ebenfalls vor neue Herausforderungen. Die international diversifizierten Märkte für Automatisierungstechnik erfordern technische Lösungen, die auf die jeweiligen lokalen Rahmenbedingungen wie beispielsweise Gesetzgebung, Applikationsumfeld und Anwenderverhalten zugeschnitten sind. Ein klassisches aber noch immer gültiges Beispiel für solche regionalen Unterschiede ist die unterschiedliche Verbreitung des Schraub- und des Push-in-Federanschlusses. Im europäischen Markt ist das Federprinzip wegen seines hohen Anschlusskomforts weit verbreitet. In Nordamerika hingegen setzen viele Gerätehersteller und Anwender auf den einfacheren, aber über Jahrzehnte etablierten Schraubanschluss.

Ein weiteres Beispiel sind die weltweit unterschiedlichen Versorgungsspannungen der Niederstromnetze. Im Einphasen-Dreileiternetz in den USA und Kanada beträgt die Netzwechselspannung 120 V bei 60 Hz, in China und großen Teilen Afrikas liegt die Netzspannung bei 220 V und in Europa ist das Niederspannungsnetz überwiegend als Dreiphasensystem mit 230 V und 50 Hz ausgeführt. Normen und Standards wie IEC 61800-5-1 oder UL 61800-5-1 beschreiben die in den Märkten einzuhaltenden Luft- und Kriechstrecken der eingesetzten Komponenten.

Varianz aufgrund regionaler Unterschiede

Diese regionalen Rahmenbedingungen erfordern eine hohe Varianz im

Produktportfolio der Gerätehersteller. Schon beim Design-in müssen die Entwickler für die unterschiedlichen Märkte passende Anschlusstechniken und damit unterschiedliche Elektronik- und Gehäuse-Layouts vorsehen. Gleichzeitig stehen Gerätehersteller vor der Herausforderung, ihre industrieelektronischen Geräte möglichst einheitlich und damit wirtschaftlich zu entwickeln und zu produzieren. Eine Strategie, diesen Zielkonflikt zu lösen, ist die konsequente Verwendung von Gleichteilen – um Skaleneffekte in Entwicklung, Produktion und Lagerhaltung ausschöpfen zu können.

Vor dem Hintergrund dieser Entwicklungen kommt der Geräteanschlussstechnik eine zentrale Rolle zu. Sie beeinflusst schließlich sowohl das Gerä-



Für hohe Spannungen: Der erweiterte Berührschutz nach IEC/UL 61800-5-1 erlaubt den Einsatz ohne zusätzliche Abdeckung.



Flexibilität auf einen Blick: Unterschiedliche Farben und Leiterquerschnitte ermöglichen differenzierte marktspezifische Lösungen.

te-Design als auch das Layout der integrierten Elektronik. Die ideale technische Basis für wirtschaftlich produzierbare und flexibel einsetzbare Geräte bieten die neuen Leiterplattenklemmen der Serie TDPT von Phoenix Contact. Die Leiterplattenklemmen in den Rastermaßen 5,08, 6,35 und 10,16 mm eignen sich für Leiterquerschnitte von 0,2 bis 16 mm². Je nach Raster und Anschlussquerschnitt übertragen sie Ströme von bis zu 76 A und Spannungen von bis zu 1.000 V gemäß IEC.

Versionen mit Feder- und Schraubanschluss

Der besondere Clou der Serie: In jedem Raster bietet Phoenix Contact Ausführungen mit etabliertem Schraub- und komfortablem Push-in-Federanschluss. Sowohl die Abmessungen als auch das Stift-Layout sind bei beiden Ausführungen identisch. Geräteherstellern bietet das formgleiche Twin-Design einen großen Vorteil. Sie können ein baugleiches Gerät je nach Markt mit Schraubanschluss oder mit Push-in-Federanschluss anbieten – ohne Änderungen am Geräte-Design oder am Leiterplattenlayout vorzunehmen.

In der Vergangenheit legten Gerätehersteller schon in der frühen

Entwicklungsphase fest, ob ihre Geräte mit Schraubanschlüssen oder mit Push-in-Federanschlüssen ausgestattet werden sollen. Leiterplattenklemmen mit Schraubanschluss verfügen über eine vergleichsweise kompakte Kontur auf der Leiterplatte, bauen aber in der Regel höher als vom Anschlussvermögen vergleichbare Push-in-Ausführungen. Da auch das Stift-Layout der beiden Anschlussstechnologien meist unterschied-

lich war, mussten die Gehäusegröße und die integrierte Leiterplatte von vornherein auf die jeweilige Anschlussstechnik ausgelegt werden.

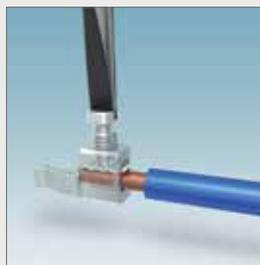
Flexible Auswahl der Anschlussstechnik

Mittlerweile ist ein einheitliches Geräte-Design ein sehr wichtiges Kriterium, um sowohl eine Geräteserie und

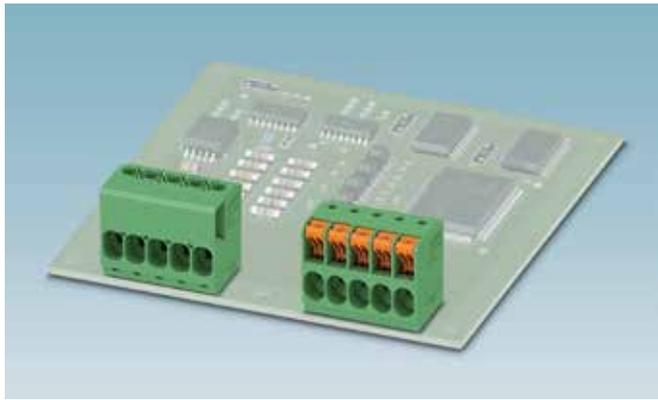
ZWEI ANSCHLUSSTECHNIKEN IM VERGLEICH



Der Push-in-Federanschluss: Er vereint die Vorteile der Schenkelfeder mit denen der Zugfeder. Starre Leiter oder Leiter mit Aderendhülle können direkt in den Leiterschacht gesteckt und so werkzeuglos angeschlossen werden. Flexible Leiter werden verbunden, indem der Leiterschacht zuvor durch Druck auf den farbig abgesetzten Betätigungsdrücker geöffnet wird. Der durch die Feder vorgegebene Leiterkäfig verhindert ein seitliches Verrutschen des Leiters und sorgt so für den zuverlässigen und vibrations-sicheren Anschluss.



Der Schraubanschluss mit Zughülse: Die weltweit am häufigsten eingesetzte Anschlussstechnik. Mit ihr lassen sich unabhängig vom Leiterquerschnitt größte Kontaktkräfte im Verhältnis zur Kontaktfläche erzielen. Auch beim Einsatz unter schwierigen Einsatzbedingungen wie beispielsweise in aggressiver Industriemotmosphäre bieten die hochwertigen Werkstoffe eine gasdichte Kontaktstelle, dauerhaft niedrige Übergangswiderstände und eine langzeitstabile Verbindung.



Unterschiedliche Anschlusstechnik, gleiche Kontur: Innerhalb eines Rasters sind die Außenabmessungen der Leiterplattenklemmen identisch.

als auch das Markenversprechen des Herstellers vom Wettbewerb abzugrenzen. Die neuen Leiterplattenklemmen unterstützen diesen Ansatz. Dank ihres durchgängigen Designs können die Hersteller von Geräten die Leiterplattenanschlüsse für verschiedene Leistungsklassen optisch identisch gestalten – und dadurch den Wiedererkennungswert über alle Märkte hinweg sicherstellen.

Nicht nur das optische Design der Schraub- und Push-in-Ausführungen ist identisch. Auch die wesentlichen elektrischen Kennwerte wie etwa Nennstrom und -spannung sowie die Anschlussquerschnitte gelten für jeweils beide Ausführungen innerhalb eines Rasters. Das ist insofern wichtig, weil es sich dabei um normative Anforderungen handelt, die bereits in der frühen Entwicklungsphase Einfluss auf das Design der Geräte haben.

Soll das Gerät nicht nur regional sondern auch weltweit vermarktet werden, muss es neben den internationalen Normen – wie EN/IEC – auch die amerikanischen Standards erfüllen. Für den sicheren Betrieb der industrieelektronischen Geräte definieren diese Normen und Standards insbesondere die Isolation der stromtragenden Teile. Als Schnittstelle zwischen dem Leiter

und der Leiterplatten sind Leiterplattenklemmen in der sogenannten List of Critical Components aufgeführt.

Versionen für 300 bis 600 V

Die Leiterplattenklemme TDPT 2,5 ist nach UL 1059 für Spannungen bis zu 300 V (Usegroup B) zugelassen, die Klemmen TDPT 4 und TDPT 16 sind uneingeschränkt für bis zu 600 V zugelassen. Damit eignen sie sich als sogenannter Field Wiring Terminal Block für den universellen Einsatz in allen Bereichen. Zusätzlich dazu bieten sie einen erweiterten Fingerberührschutz von 3 mm (nach IEC/UL 61800-5-1). Damit erfüllen sie den für 400-V-TN-Systeme geforderten Schutz gegen das direkte Berühren und erlauben dadurch den Geräteeinsatz ohne zusätzliche Abdeckungen.

Die neuen, wellenlötfähigen Leiterplattenklemmen im Twin-Design sind die ideale Lösung für wirtschaftlich produzier- und einfach adaptierbare Geräte. Dank der identischen Baugröße und des einheitlichen Designs können Hersteller marktspezifische Geräte mit Schraub- oder Push-in-Federanschluss entwickeln, ohne das Geräte-Design oder das Leiterplatten-Layout anpassen zu müssen. □

Börsig



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





01



02



03



04

Quellen: 01 | iStock, Thomas Vogel, 02 | iStock, Ralf Geithe, 03 | iStock, Matejmo, 04 | iStock, Artem Egorov, 05 | iStock, Steve Allen Photo, 06 | iStock, YinYang, 07 | iStock, Blackday

SMT Hybrid Packaging 2018

Das sollten Sie auf der Messe nicht verpassen.

1 Wärmemanagement

Durch die zunehmende Leistung und Miniaturisierung von Elektronik wird auch der Umgang mit Abwärme immer wichtiger. Das Tutorial „Thermal Management and Reliability for Electronic Systems“ stellt neue Methoden vor, um das passende Wärmemanagement für Anwendungen auszuwählen. Es findet am Dienstag von 14.00 bis 17.00 Uhr im Raum Krakau statt.

2 Harz und Lack in einem

An Stand 548 in Halle 4 sind drei frisch entwickelte Silikonbeschichtungen für elektronische Baugruppen von Electro-lube zu sehen. Bei ihnen handelt es sich um zweiteilige Überzüge, die die Vorteile von Harzen und Lacken kombinieren sollen. Außerdem zeigt das Unternehmen ein neues Harz zum Schutz von LEDs. Es ist flammhemmend und halogenfrei.

3 Zuverlässige Elektronik

Elektronische Baugruppen müssen zuverlässig funktionieren. Kommt es zu Fehlern in der Herstellung, kann das zum Ausfall von Geräten und Maschinen führen. Wie sich das verhindern lässt, zeigt eine halbtägige Veranstaltungsreihe zur Baugruppenzuverlässigkeit am Donnerstag von 9.00 bis 12.30 Uhr. Sie stellt unter anderem Analyse- und Inspektionsverfahren vor.



4
Nicht brennbare Flussmittel
 Flussmittel auf Wasserbasis sind nicht brennbar. Daraus ergeben sich einige Vorteile bei der Lagerung, dem Transport und dem Handling. Eine Auswahl solcher Flussmittel zeigt die Firma Emil Otto in Halle 4A an Stand 144.

5
Wafer Level Packaging
 Aktuelle Forschungsergebnisse aus den Bereichen Wafer Level Packaging, Substratintegration, Assembly sowie Zuverlässigkeit stellt das Fraunhofer-Institut IZM auf der Messe vor. Zu sehen sind diese an Stand 258 in Halle 4.

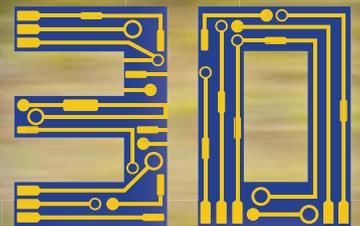
6
Bauteile lange lagern
 Obsoleszenzmanagement wird in der Elektronik immer wichtiger. Wie sich die Langzeitlagerung von Komponenten sinnvoll umsetzen lässt, zeigt HTV am Stand 460 in Halle 4.

7
Elektronik per 3D-Druck
 3D-Druck gilt als das Fertigungsverfahren der Zukunft. In der Elektronik wird es zurzeit hauptsächlich zur Prototypenfertigung verwendet. Wie es sich auch in der Fertigung einsetzen lässt, zeigt am Mittwoch der Kongress-Halbtage 3D-Drucktechnologien. Von 9.00 bis 12.30 Uhr stellen Vertreter unter anderem von LDKF, Murata Elektronik, Heraeus Additive Manufacturing und dem Fraunhofer-Institut IFAM in halbstündigen Vorträgen die neuesten Errungenschaften des 3D-Drucks für die Elektronikfertigung vor. Besonders interessant ist sicherlich um 11.00 Uhr die Präsentation von Claus Aumund-Kopp zur Integration von Elektronik in Bauteile mittels 3D-Druck.



**WOW!
 Schon da!**

Zu Ihrem Vorteil aktualisiert!
Online-Kalkulator



JAHRE

**LEITERPLATTEN
 SPEZIALISTEN**

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

Becker & Müller
 Schaltungsdruck GmbH
 Tel.: +49 (0)7832 9180-0
www.becker-mueller.de

ALTERNATIVE ZUM GALVANISIEREN MIT ZINN

Bismut gegen Whisker

Einpresstifte sind meist zinnhaltig, was die Bildung von Whiskern verstärkt. Kurzschlüsse sind die Folge. TE Connectivity hat eine Beschichtung auf Basis von Bismut entwickelt. Sie ist mit unterschiedlichen Leiterplatten kompatibel und mindert das Risiko von Systemausfällen aufgrund von Whiskerbildungen.

TEXT: Frank Schabert und Erika Crandall, TE Connectivity

BILDER: TE Connectivity; iStock, Epitavi

Ein Montageverfahren für Steckleisten und Komponenten – ganz ohne den Einsatz von Blei: Dieses Ziel hat sich das Unternehmen TE Connectivity schon vor einigen Jahren gesetzt. Hintergrund dieser Anforderung sind die Vorgaben der RoHS-Richtlinie (Reduction of Hazardous Substances), die die Verwendung verschiedener gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten beschränken. Die EU hat zwar einige Ausnahmen für Blei zugelassen, diese laufen jedoch 2019 aus – und es ist unwahrscheinlich, dass diese Schonfrist verlängert wird.

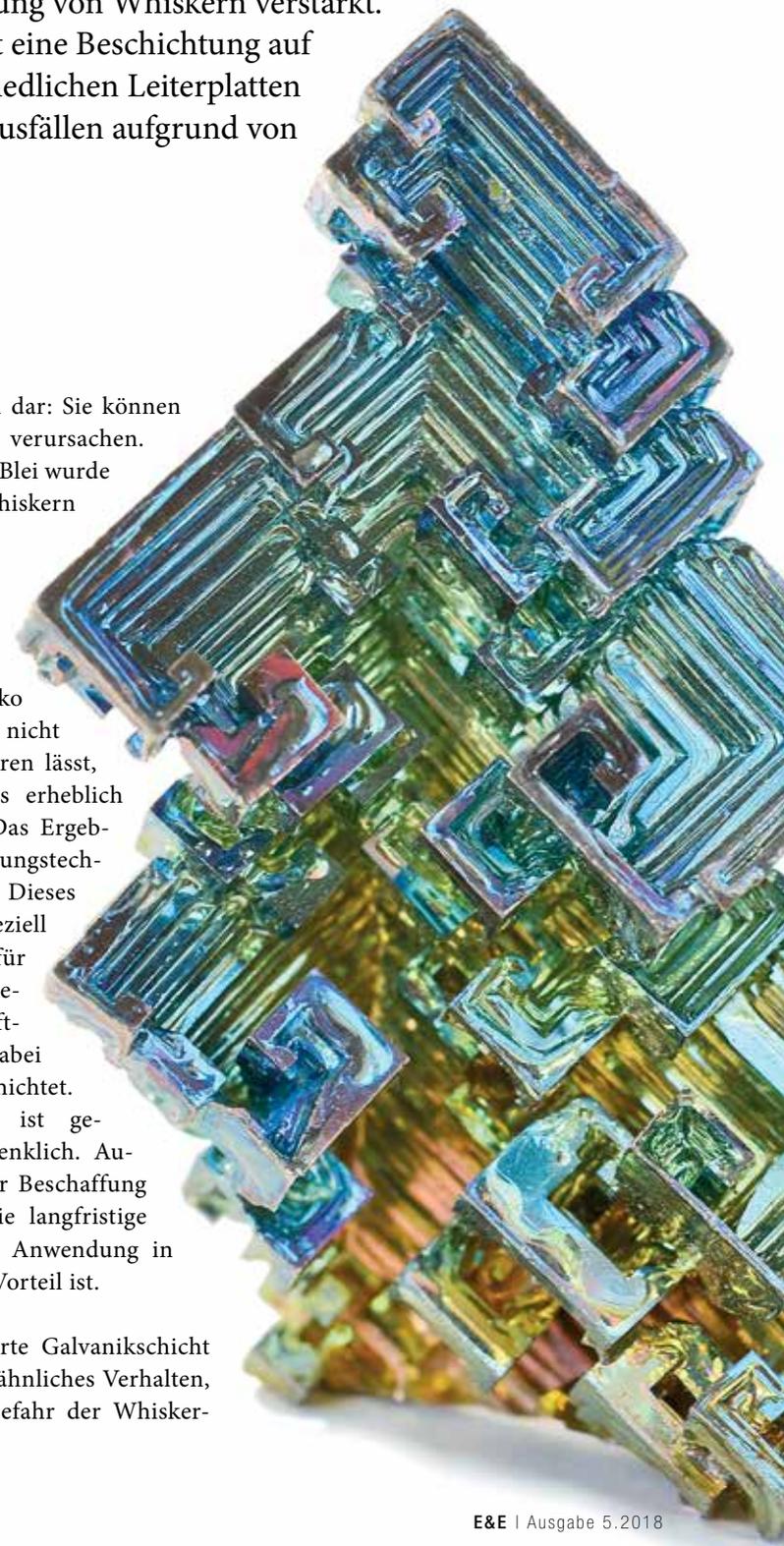
Ungiftiges Schwermetall

Einen ersten Schritt war TE schon vor einigen Jahren mit der Entwicklung einer Einpresstechnik ohne bleibasiertes Loten gegangen. Für eine bleilose Zukunft mussten die TE-Mitarbeiter aber erst ein altes, durch Zugabe von Blei seit Jahrzehnten gelöstes Problem wieder angehen: die Bildung von Zinn-Whiskern. Diese metallischen Haarkristalle bilden sich insbesondere bei der Einpresstechnik an elektronischen Stiftkontakten (Pins). Diese sind meist zinnhaltig, das Metall verstärkt die Bildung von Whiskern. Die Haarkristalle stellen allerdings

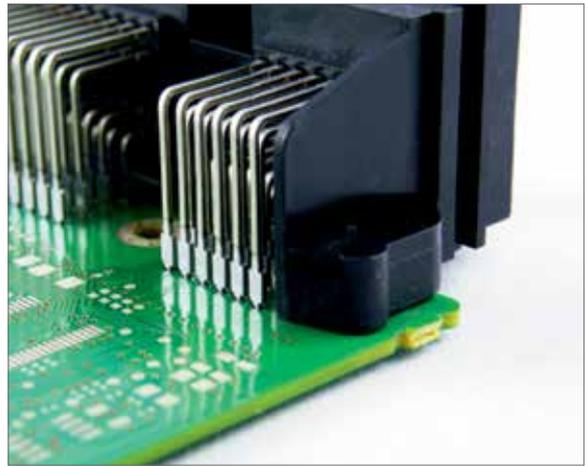
ein ernstes Problem dar: Sie können einen Kurzschluss verursachen. Mit der Zugabe von Blei wurde die Bildung von Whiskern verhindert.

Für die Mitarbeiter von TE stand deshalb fest: Auch wenn sich das Risiko der Whiskerbildung nicht vollständig eliminieren lässt, muss es wenigstens erheblich reduziert werden. Das Ergebnis ist die Beschichtungstechnologie Litesurf. Dieses Verfahren ist speziell auf Anwendungen für Einpresstifte zugeschnitten. Die Stiftkontakte werden dabei mit Bismut beschichtet. Das Schwermetall ist gesundheitlich unbedenklich. Außerdem ist es in der Beschaffung günstig, was für die langfristige Akzeptanz und die Anwendung in der Elektronik von Vorteil ist.

Die bismutbasierte Galvanikschicht zeigt ein dem Zinn ähnliches Verhalten, allerdings ist die Gefahr der Whisker-



Alternative zu zinnhaltigen Einpressstiften: Die Beschichtungstechnologie Litesurf ist mit verschiedenen Leiterplatten kompatibel.



bildung wesentlich geringer. Das Risiko sinkt mit Bismut um einen Faktor von mehr als 1.600. Die Beschichtung kommt ohne Nickel und Edelmetalle aus. Das reduziert die Materialkosten und Produktionszeit. Das Verfahren basiert auf der herkömmlichen Galvanisierung und kann somit ohne Anpassung der Prozesse an bestehenden Galvanisierungslinien vorgenommen werden.

Litesurf ist das Ergebnis von fünf Jahren Forschung und Entwicklung. TE-Connectivity-Wissenschaftler, ergänzt um weltweite Experten, haben in einem globalen Netzwerk mit Forschungseinrichtungen zusammengearbeitet. Die Zielsetzung war die Entwicklung einer zinnfreien Beschichtung, die das Risiko von Whisker-verursachten Ausfällen eliminiert und damit auch für kommende Anforderungen – wie sie sich aus der Miniaturisierung mit reduzierten Leiterbahnenabständen und erhöhten mechanischen Spannungen ergeben – eine Lösung darstellt.

Im Rahmen der Untersuchungen wurden mehr als zwölf verschiedene Oberflächen ausgiebigen Prüfungen unterzogen. Dabei wurden neben der Whiskerentstehung auch der Schmelzpunkt und ein möglichst einfacher, schlanker Herstellungsprozess berücksichtigt. Das Ergebnis der Studie war elektrochemisch beschichtetes Bismut als die beste Oberfläche für die Einpresstechnik. Wesentlich war dabei die Möglichkeit, Bismut mit dem gleichen galvanischen Verfahren wie dem Standard-Zinn-Prozess aufzubringen, so dass bestehende Galvaniklinien ohne Umbaumaßnahmen verwendet werden können. Der dazu notwendige Elektrolyt wurde von TE Connectivity entwickelt und ist die Grundlage der Beschichtungstechnologie Litesurf.

Tests an 10.000 Pins

Einpressstifte mit Litesurf wurden dann umfangreichen Untersuchungen unterzogen. Tests an über 10.000 Pins unter Verwendung von sowohl Action Pins wie Multispring-Einpresszonen, den gängigen drei verschiedenen Leiterplatten-Technologien und unter Berücksichtigung der Anforderungen der Automobilindustrie, wie etwa Tempera-

turwechsel, Vibration, Schadgas, wurden erfolgreich absolviert.

Um die Verbesserung im direkten Vergleich zu zeigen, wurde ein Vergleichstest an gleichen Pins durchgeführt. Unter identischen Bedingungen wurde der bestmögliche Reinzinn-Einpressstift, seit Jahren in größten Stückzahlen und kritischen Anwendungen ohne einen Whiskerausfall im Einsatz, mit Litesurf verglichen. Eine Verringerung des Whisker-Ausfallrisikos um den Faktor 1.600 war das Ergebnis. Dieser Faktor wurde konservativ ermittelt, begrenzt durch die Anzahl der Pins in der Untersuchung.

Litesurf, beziehungsweise das Press-fit-Portfolio, wurde für die Anwendung mit Pin-Anwendungsmaschinen von TE Connectivity entwickelt und getestet. TE Connectivity ist in der Lage, eine Komplettlösung aus einer Hand anzubieten: Pin-Design, Auslegung der Einpresszone, Beschichtung und Verarbeitungsmaschine sind aufeinander abgestimmt. TE Connectivity bietet diese weltweit verfügbare, whiskerfreie Beschichtungstechnologie sowohl für die Anwendungen als Steckerleiste wie für die Einzelpin-Bestückung an. □



SO SIEHT EINE VOLLSTÄNDIGE SYSTEMINTEGRATION AUS Alles unter Kontrolle!

Die Systemintegration umfasst viele unterschiedliche Phasen. Notwendig ist eine vollständige Bedarfsanalyse für Mechanik, Elektronik und Umgebung. Einbezogen werden müssen aber auch die verschiedenen Pflichtenhefte, die parallelen Entwicklungsprozesse und natürlich die Fertigung. Was man dabei beachten sollte, erfahren Sie hier.

TEXT: Roland Chochoiek, Heitec **BILDER:** Heitec; iStock, SolStock

Seit der Zeit, zu der Systemintegration von der Bedarfsanalyse über das Design bis hin zur Fertigung einem sequentiellen Prozess entsprach, hat sich viel geändert. Im Industrie 4.0-Zeitalter werden bei Heitec viele Werkzeuge in parallelen, dennoch eng verzahnten, und exakten Prozessen eingesetzt, die von Beginn an möglichst kontinuierliche Operabilität, unaufwändige Umsetzung und kostenoptimierte Fertigbarkeit des kompletten Systems im Visier haben.

Zunächst einmal muss das Konzept sauber durchdacht und schriftlich niedergelegt werden. Welche Funktion muss die Kontrolleinheit erfüllen, welche Schnittstellen sind zu bedienen, welche Anforderungen gibt es bezüglich Zuverlässigkeit des Systems, wie oft kann das System gewartet werden, steht es in einem kontrollierten Umfeld mit der Möglichkeit, jederzeit einen Servicetechniker dort hinzuschicken, der das System warten und Bauteile bei Bedarf austauschen kann oder steht das System irgendwo

Damit es mit der Systemintegration klappt, müssen Entwickler nicht nur die Entwicklung, sondern auch die Fertigung im Blick haben.



weit entfernt vom nächsten Service-Punkt? Und selbst wenn es schnell erreichbar wäre: Besteht die Möglichkeit, jederzeit darauf zugreifen zu können oder gibt es feste jährliche Wartungszeiten, die genau eingehalten werden müssen?

Hier ist bereits erkennbar, dass es nicht nur auf eine saubere technische Implementierung einer Lösung ankommt, sondern dass man auch das Servicekonzept nicht außer Acht lassen sollte. Es ist immer noch eine der großen Herausforderungen, dass diejenigen, die ein System designen und implementieren, einen ganz anderen, teilweise kurzfristigeren, Blickwinkel haben als diejenigen, die nachher sicherstellen müssen, dass die Kontrolleinheit, die ja auch nur das Subsystem einer Applikation ist, möglichst reibungslos und meist sehr lange in einer kontrollierten, rauen Umgebung funktionieren muss. Und das sind nur die technischen Herausforderungen: Das Ganze muss auch kommerziell effektiv umgesetzt werden; also bei wachsendem Kostendruck und möglichst ohne notwendige kostenintensive Re-Designs. Der Projektmanager muss daher sowohl technisches als auch kommerzielles Verständnis haben und die entsprechenden Funktionen in einem Team aussteuern.

Der Workflow-Prozess deckt den Entwicklungszyklus eines kompletten Systems ab. Das eigens dafür konstituierte Projektteam bestehend aus dem Kunden, Projektmanagement, Entwicklung, Gehäusekonstruktion, Fertigung sowie Mess- und Prüftechnik arbeitet eng zusammen. Im Kompetenzzentrum der Heitec sind alle Verantwortlichkeiten unter einem Dach vereint. Die räumliche Nähe bietet auch im Zeitalter aller möglichen technischen Kommunikationsmittel unersetzliche Vorteile und kurze Wege.

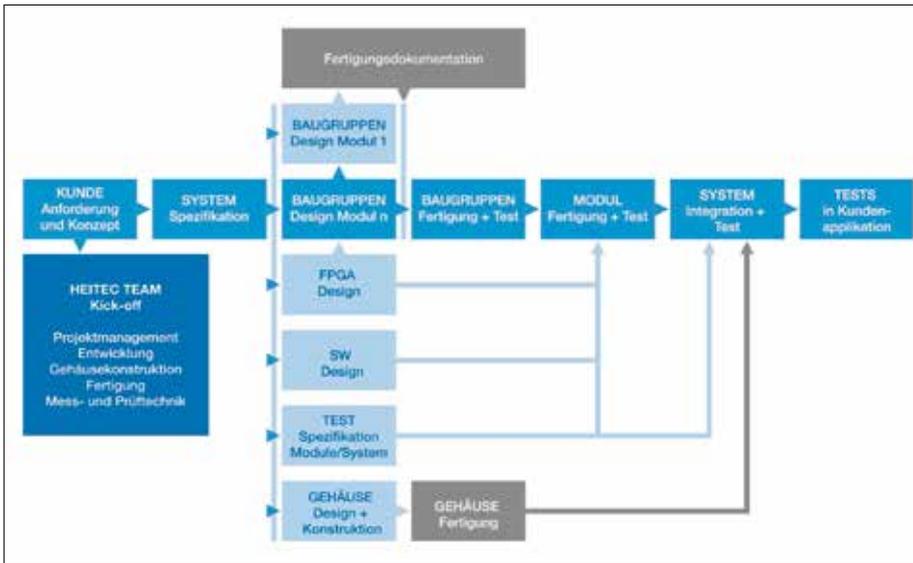
Das Requirement Engineering

Eine entscheidende Rolle spielt das Requirement Engineering, das die transparente Nachvollziehbarkeit jeder Projektphase

garantiert. Zunächst werden in einer Bedarfsanalyse in Zusammenarbeit mit dem Kunden und im Hinblick auf dessen Applikation alle Anforderungen des Gesamtsystems bezüglich Funktion, Leistung sowie der elektrischen, mechanischen und thermischen Vorgaben erfasst. Wichtige Aspekte sind Systemperformance, Echtzeitfähigkeit, Datendurchsatz, Ausfallsicherheit und thermische Eigenschaften. In einem zweiten Schritt werden die Anforderungen in die Strukturkonzeption aufgenommen und entsprechend der jeweiligen Funktionalität aufgeteilt. Dabei können unterschiedliche Lösungsansätze entstehen, die in einer Entscheidungsmatrix zusammengeführt werden.

Als Nächstes wird die Auswahl der relevanten Komponenten analog dazu vorgenommen, wie CPU, SoC, I/O Interfaces oder Speichermodule. Einfluss auf die Hardwaredesign-Spezifikation haben die Komponentenselektion, Power Envelope, detaillierte Modulbeschreibungen, Interfaces von Hard-/Firmware oder die Testumgebung. Die Einzelmodule müssen sich zu einem stimmigen Ganzen zusammenfügen, die Anbindung untereinander muss garantiert sein, Fertigungsaspekte von Anfang an in Betracht gezogen werden. Dabei bespricht der System-Architekt aufgrund seines Know-hows in punkto Fertigung und Anwendung mit dem Kunden im Vorfeld auch die kommerziellen Auswirkungen der möglichen Designvarianten ab, um dann die effektivste und kostengünstigste Lösung auszuwählen.

Die Daten zur Anforderungs-, Funktions-, Design- und Testspezifikation werden in ein Work Chart zusammengeführt, auf das alle Teammitglieder Zugriff haben. Dabei wird eine Bedarfs-Matrix erstellt, die das Team durch alle Versionskontrollen und Projektphasen begleitet. Mittels MS-Visio wird das Lösungskonzept in sämtlichen Teilbereichen in Blockdiagramme heruntergebrochen, die Entwicklern und Kunden als Informationsquelle dienen. Sind die Entscheidungen gemäß der Bedarfsanalyse gefallen, können Designabläufe bei erprobten Workflow-Prozessen und breit gefächerter Expertise parallel stattfinden. Der Gesamt-



Der Workflow für ein vollständig integriertes System-Design umfasst eine Menge unterschiedlicher Schritte. In vielen von ihnen sind Tests ein wichtiger Bestandteil.

prozess besteht bei vollständiger Integration aus System-Konzept, Board- sowie Chip-Design, Soft- und Firmware-Design, Mechanik-Design, Design-for-Manufacturing, Prototyping, Modul-, System- und Typtests sowie Zertifizierungen mit anschließender Serienfertigung und Lebenszyklus-Management.

Prototyp bereits nach fünf Monaten

Die Ressourcen müssen genau eingeteilt werden. Das komplette Projekt des Kontrollsystems für eine komplexe Anlagensteuerung mit mehreren Subsystemen wurde innerhalb von etwa acht Monaten abgewickelt. Die Designprozesse von verschiedenen Moduleinheiten, Mechanik, SW-Codierung und FPGA-Entwicklung liefen beinahe parallel ab. Die Schaltplan-Freigabe von Modul 2 fand nur eine Woche nach der von Modul 1 statt. Layout-Freigaben, PowerOn und Modultests liefen ebenfalls parallel und konnten für Modul 2 sogar früher abgeschlossen werden. Die Prototypenfreigabe der Mechanik erfolgte bereits drei Wochen nach Schaltplan-Freigabe des ersten Moduls. Wiederum zwei Wochen später wurde die Software-Codierung bereitgestellt. Das FPGA-Design wurde bereits vor der Schaltplan-Freigabe begonnen und der erste Prototyp weniger als fünf Monate nach Prozessbeginn vorgestellt. Ein derart stringenter Zeitplan lässt sich nur einhalten, wenn alle Abläufe transparent, koordiniert und kontrolliert und mit den dafür notwendigen Ressourcen stattfinden.

Der Board-Design-Prozess zur Baugruppen-Entwicklung erfolgt mit Altium und umfasst Schaltplaneingabe und Layout. Spezielle Schaltungsteile, beispielsweise High-Speed-Links wie PCIe, Serial RapidIO oder schnelle Speicher-Strukturen, werden zur Signalintegrität mit Tools wie Spice oder Hyperlynx vor und nach

dem Layout simuliert. Schaltkreis- sowie Bibliotheken-Design, CPLD/FPGA- und mechanisches Design laufen dazu korreliert ab. Produktdaten wie Bill-Of-Material-Listen, Schaltpläne und Layoutdaten werden in einer versionskontrollierten Produktionsdatenbank, die mit dem SAP-basierten Bauteilemanagementsystem synchronisiert ist, erfasst. Produktionstests gewährleisten nach der Prototypenfertigung eine einwandfreie Fertigung.

Das Chip-Design kann FPGAs und ASICs umfassen und besteht aus Konzeption, Codierung, Verifizierung, Simulation sowie Synthese und Implementierung in die Gesamtumgebung mit den relevanten Place & Route-Tools des jeweiligen Herstellers. Für das Design und die Implementierung in VHDL oder Verilog verfügt Heitec aufgrund der Erfahrung in den verschiedensten Anwendungsfeldern über High-level Entry-Tools, wie HDL-Designer. Wegen der Wiederverwendbarkeit der Module, der besseren IP-Kompatibilität zum Zieldesign, der Verbreitung in Europa und der vielen passenden Schnittstellen sowie der Unterstützung der Testumgebung wurde hier VHDL verwendet.

Bei besonders hohen Anforderungen an Testabdeckung oder Zuverlässigkeit könnte darüber hinaus das System C eingesetzt werden – die Designanforderungen und der Kunde entscheiden schlussendlich, welches Tool eingesetzt wird. Die Mechanik-Entwicklung erfolgt dann via CAD-Tool ProEngineer.

Bei der Implementierung der Firmware spielen die präzisen Flow Charts eine wichtige Rolle, die Auswahl des Betriebssystems, das Boot-Konzept, Treiber, Power-on-Selbsttests, Interaktionstest, FW/SW-Interfaces, Error-Handling, Debugging und Diagnose sowie natürlich auch die Applikation selbst.

Fehler in der Spezifikation oder im Code werden durch kontinuierliche Kontrolle und Reviews identifiziert. Die Tendenz geht zu einer hohen Wiederverwendbarkeit und zum Einsatz von standardisierten Softwareblöcken, die eine Adaption und Integration schnell und leicht ermöglichen. Wenn nötig, werden von Heitec BIOS, Treiber, Board Support Packages (BSP), oder auch existierende Protokolle angepasst und Bootkonzepte sowie Test & Diagnosekonzepte projektspezifisch entwickelt. Zur Terminoptimierung und Risikoreduzierung können HW/SW-Co-Simulation und Vortests auf entsprechenden Evaluierungs-Plattformen genutzt werden, bevor die Hardware-Entwicklung abgeschlossen ist.

Projektspezifische Entwicklung

Im Anschluss erfolgt die Verifikation der Funktionalität der einzelnen Module/Baugruppen inklusive FPGAs oder ASICs durch das Entwicklerteam entsprechend der Testspezifikation

und des Testplans. Je nachdem gehören auch die PCB-Verifikation mit Signalintegritätsanalysen und Vario-Tests dazu. Durch die enge Verzahnung zwischen eigener Board-Fertigung und Entwicklungsteam können Anpassungen schnell und effektiv umgesetzt werden. Parallel dazu erfolgen Design, Konstruktion und erste Fertigung von mechanischen Komponenten und Gehäusen.

Anschließend werden die verschiedenen Baugruppen in das System integriert und die angepassten Systemtests ausgeführt. Diese Systemtests werden normalerweise gemeinsam mit dem Kunden definiert, wobei eine möglichst hohe Testabdeckung sowie die Interoperabilität der einzelnen Komponenten anvisiert werden. Diese Tests sind die Grundlage für die späteren Fertigungs-Abnahmetests. Für die Fehlerbehebung und auch zur Vorbereitung der Systemfreigabe wird das interaktive Tool „Bugzilla“ eingesetzt. Dieses vereint die Statistikfunktionalität und das Tracking. Die Probleme werden dadurch zentral erfasst, zugeordnet und terminiert. □

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

ELEKTRONIK ENTWÄRMEN

Kühler Schutz

Elektronik wird immer leistungsstärker und gleichzeitig auch kleiner. Dadurch steigt die abgegebene Wärme. Gehäuse müssen deshalb die verbaute Elektronik nicht mehr nur vor Umwelteinflüssen wie Feuchtigkeit und Staub schützen, sondern auch für ihre Entwärmung sorgen. Wärmeableitgehäuse sind dafür die richtige Wahl.

TEXT: Fatih Sahin, Fischer Elektronik **BILDER:** Fischer Elektronik; iStock, Smitt

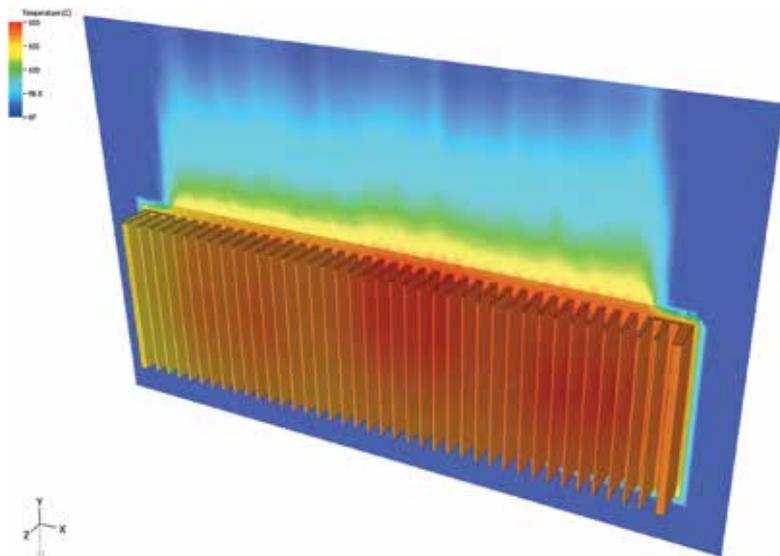




Gehäuse sind nicht mehr nur für den mechanischen Schutz der Elektronik zuständig. Neben dem IP-Schutz und der elektromagnetischen Verträglichkeit müssen sie außerdem für den thermischen Ausgleich der Elektronik sorgen. Das klingt einfacher, als es in vielen Fällen ist. Durch die Miniaturisierung der Elektronik nimmt die Leistungsdichte auf der Platine stetig zu. In Folge dessen konzentriert sich die in Wärme umgewandelte Verlustleistung auf eine immer kleiner werdende Fläche. Nur durch ein fachgerechtes Wärmemanagement lassen sich Fehlfunktionen und Totalausfälle vermeiden. Hierzu bieten die Gehäusehersteller speziell für diesen Zweck entwickelte Wärmeableitgehäuse an. Nicht jedes dieser Gehäuse eignet sich allerdings für alle Anwendungen. Die Wahl und Auslegung des richtigen Gehäuses bedarf deshalb Sorgfalt und Erfahrung.

Aluminium ist besonders gut für den Gehäusebau geeignet, weil es sich mechanisch sehr gut verarbeiten lässt und zudem gute thermische Eigenschaften aufweist. Der Wärmeleitwert von Aluminium liegt ungefähr bei 220 W(m/K). Individuelle Wärmeableitgehäuse aus Aluminium können mittels zweier unterschiedlicher Verfahren hergestellt werden. Beim Strangpressverfahren wird ein Block, ein sogenannter Pressling, durch eine Matrize gedrückt und bekommt dadurch die gewünschte Form. Nahezu jede beliebige, zweidimensionale Kontur lässt sich so als 50 m langes Profil abbilden und später zu Gehäusen weiterverarbeiten.

Die Alternative zum Strangpressen ist das Aludruckgussverfahren. Bei diesem wird geschmolzenes Aluminium in eine vorgefertigte Form oder ein Werkzeug gepresst. Wie beim Kunststoffspritzen bestimmt das Werkzeug die Form des Gehäuses. Beide Verfahren sind zur Herstellung von Gehäusen geeignet, haben jedoch ihre Vor- und Nachteile. Durch die hohen Werkzeugkosten lohnt sich ein nach Kundenwunsch gefertigtes Druckgehäuse ab mehreren tausend Stück. Werkzeuge für Strangpressprofile sind dagegen günstiger. Aus Strangpressprofilen lassen sich Gehäuse in beliebiger Länge herstellen. Beim Aludruckgussgehäuse ist die Form fest und nur durch eine Werkzeuganpassung veränderbar.



Gehäusehersteller bieten in vielen Fällen thermische Simulationen der Elektronik als Dienstleistung an.

Bei der Auswahl und der Auslegung eines Wärmeableitgehäuses ist es besonders wichtig, ein für die Applikation geeignetes Design auszuwählen. Dabei sollten Gehäuse mit ausreichenden Kühlreserven gewählt werden, um später keine böse Überraschung zu erleben. Entscheidend dafür ist es, den Gesamtwärmeleitwert zu kennen. Der Wärmeleitwert, auch Rth-Wert genannt, wird in Kelvin pro Watt (K/W) angegeben. Er zeigt, wie viel Kelvin Temperaturdifferenz nötig sind, um 1 W Leistung abzuführen. Um den Rth-Wert grob zu überschlagen, reicht die Faustformel:

$$\frac{\text{Max. Sperrschichttemp. [°C]} - \text{Umgebungstemp. [°C]}}{\text{Abzuführende Leistung [Watt]}}$$

Für eine detaillierte Berechnung müssen alle Wärmewiderstände in der Wärmekette ermittelt und berücksichtigt werden. Hierzu zählen unter anderem die Wärmewiderstände des Gehäuses, des Halbleitergehäuses und der Wärmeleitmaterialien. Nachdem der für die Applikation benötigte Rth-Wert bestimmt wurde, lässt sich anhand des Wärmediagramms prüfen, ob das Gehäuse thermisch wirklich für die Applikation geeignet ist. Je kleiner der Wert des Wärmewiderstands ist, desto mehr Wärme kann abgeführt werden. Der

Wert des Gehäuses muss somit kleiner sein als der errechnete benötigte Wärmewiderstand.

Passive Kühlung: leise und wartungsfrei

Für die Lösung der thermischen Probleme muss zunächst bestimmt werden, welche Art der Entwärmung in Frage kommt. Hierbei spielt der zukünftige Einsatzort eine wichtige Rolle. Bei Embedded-PCs, die zum Beispiel unter rauen Bedingungen arbeiten müssen, sind geschlossene Gehäuse die bessere Wahl. Dadurch wird die Gefahr von Systemausfällen, verursacht von Staub oder Wassereintritt ins Gehäuse, minimiert. Geschlossene Systeme verfügen über feste Kühlkörper, die für die Entwärmung der Elektronik zuständig sind. In so einem Fall spricht man von einer natürlichen beziehungsweise passiven Kühlung oder Konvektion. Bei einer passiven Kühlung sind keine aktiven Teile, wie Lüfter, an der Entwärmung beteiligt. Stattdessen wird sie mittels eines in die Gehäusekontur integrierten Kühlkörpers erreicht. Über die Oberflächenvergrößerung an den Kühlrippen gelangt die Wärme an die Umgebungsluft. Passiv gekühlte Systeme sind durch die fehlenden Lüfter leise und wartungsfrei. Es werden keine Gehäuseöffnungen für die

Luftzirkulation benötigt, woraus sich eine höhere IP-Schutzklasse ergibt.

Forcierte Kühlung: höhere Leistung, geringerer Schutz

Ist die passive Kühlung nicht ausreichend, muss auf eine forcierte aktive Kühlung ausgewichen werden. Dafür werden Lüftermotoren in Kombination mit Kühlkörpern eingesetzt. Die Lüfter dienen dazu, das Gehäuse mit frischer Luft zu versorgen. Der im Gehäuse eingesetzte Kühlkörper gibt die Wärme an den erzeugten Luftstrom ab. Ein Luftstrom vervielfacht die Kühlleistung eines Kühlkörpers. Größere Mengen Wärme lassen sich so über die Kühlrippengeometrie ableiten. Lüfter haben den Nachteil, dass sie sich bei staubiger Umgebung zusetzen können. Deshalb sollten Entwickler eine Drehzahl- und Temperaturüberwachung der Elektronik unbedingt mit einplanen. Durch den fehlenden Wasserschutz an den Lüftungsöffnungen des Gehäuses ist nur eine niedrige Gehäuseschutzklasse erreichbar.

Kontaktierung der Wärmequelle als Schwierigkeit

Ist das Gehäuse ausgewählt, folgt die nächste Herausforderung: die Kontaktierung der Wärmequelle zum Gehäuse hin.

Wärmeableitgehäuse gibt es in unzähligen Varianten und Formen. Spezielle Anforderungen können durch individuell angepasste Versionen erfüllt werden.



Für diese Herausforderung gibt es keine pauschale Lösung. Jedes System ist anders und deshalb muss jedes System individuell betrachtet werden. Das A und O ist, die Wärme möglichst schnell von der Entstehungsquelle abzugreifen und auf dem direkten Weg an den Kühlkörper weiterzuleiten.

Manchmal erlaubt das Platinenlayout eine direkte Kontaktierung zum Kühlkörper. Auch bei solch einer einfach erscheinenden Situation müssen einige Punkte beachtet werden. Hierzu zählt, dass die zu kontaktierenden Flächen eben und sauber sein müssen. Trotz planer Fläche sind Wärmeleitfolien oder Pasten zu verwenden, um Luft einschließen und den Wärmeübergangswiderstand zu verringern. Bei verhältnismäßig großer Verlustleistung zu einer kleinen Fläche bedarf es einer Wärmespreizung mittels einer Kupferplatte. Kupfer hat einen fast doppelt so hohen Wärmeleitwert wie Aluminium und eignet sich deshalb besonders gut für eine schnelle Wärmespreizung. Bei größeren Distanzen zwischen Wärmequelle und Kühlkörper kommen als Wärmebrücken Aluminium- oder Kupferblöcke zum Einsatz. Bei aufwändigeren Geometrien und großer Verlustleistung setzt man Wärmeleitrohre, sogenannte Heatpipes, ein. Wärmeleitrohre sind spezielle Wär-

meleiter, die bei richtiger Einbauweise Wärme an kritischen Stellen aufnehmen und um ein Vielfaches schneller als zum Beispiel ein Kupferrohr weiterleiten.

Thermische Simulation als Dienstleistung

Eine computergestützte Wärmesimulation erlaubt dem Entwickler, bereits in der Prototypenphase Erkenntnisse über das passende Entwärmungskonzept zu gewinnen. Unter realitätsnahen Bedingungen werden mittels 3D-Daten Baugruppen simuliert und analysiert. Dadurch lassen sich nicht vorhersehbare thermische Konflikte frühzeitig erkennen. Dadurch ersparen sich Entwickler nachträgliche kostenintensive Korrekturmaßnahmen. Thermische Simulationen werden von gut aufgestellten Gehäusebauern als Dienstleistung angeboten.

Wenn es weiterhin nach dem Moore'schen Gesetz geht, wird sich die Komplexität der integrierten Schaltung jährlich verdoppeln. Das bedeutet, die Leistung konzentriert sich auf eine immer kleiner werdende Fläche. Der Aufwand für die Kühlung dieser Komponenten wird größer und vor allem komplexer. Es kommt deshalb auf durchdachte und auf Erfahrung basierende Kühlkonzepte an. Gehäuse- und Kühlkörperhersteller

bieten dafür professionelle Hilfe. Durch die vielen von ihnen betreuten Projekte verfügen sie über die nötige Erfahrung und das Wissen, um ein fachgerechtes Kühlkonzept zu erstellen. □

**Total^{IP 68}
dicht
SUNON®**

pcim
EUROPE Halle 9 Stand 559
schukat.com

SCHUKAT
electronic

TOUCHSCREENS FÜR INDUSTRIEDISPLAYS

Bediensicher unter schwierigen Bedingungen

Touchscreens sehen sich im industriellen Einsatz anspruchsvollen Bedingungen gegenüber. Sie müssen sich auch mit Handschuhen und trotz Kontakt mit Flüssigkeiten sicher bedienen lassen. Erreicht wird das durch die Wahl eines passenden Touchcontrollers. Worauf Entwickler dabei achten müssen, erfahren Sie hier.

TEXT: Frank Fleischer, Rafi BILDER: Rafi; iStock, Eureka_89

Obwohl die ersten kapazitiven Touchscreens bereits vor über 40 Jahren entwickelt wurden, erfolgte der Markt-Durchbruch dieser Technik erst 2007 mit dem iPhone. Zu diesem Zeitpunkt arbeitete der HMI-Spezialist Rafi bereits seit drei Jahren daran, der kapazitiven Eingabetechnologie durch extrem robuste Ausführungen und einer Verfeinerung der Eingabe-Auswertung den Weg auch für den industriellen Einsatz zu ebnet. Die Herausforderung bestand darin, die erforderliche Sensitivität bei sehr robusten Displays mit schlagunempfindlichen Frontscheiben zu gewährleisten. Noch anspruchsvoller war es, zugleich ein individuell konfigurierbares Verhalten dieser Bildschirme zu implementieren, das das Risiko von Fehlbedienungen – oder Kontakt mit Flüssigkeiten – minimiert. Bei der Lösung dieser Aufgabenstellungen spielte die Leistungsfähigkeit der verwendeten Touchcontroller der Maxtouch-Serie von Microchip eine entscheidende Rolle.

Merkmale industrietauglicher PCAP-Systeme

Die kapazitiven Glasscape-Touchbediensysteme von Rafi erfüllen mit staub- und wasserdichten Gehäusen, schlagfesten Dis-

plays und hoher Störsicherheit alle grundlegenden Forderungen an die mechanische und elektrische Stabilität. Da eine uneingeschränkte Industrietauglichkeit jedoch nicht nur physikalische Widerstandsfähigkeit, sondern auch Bediensicherheit und ein minimiertes Risiko für Fehleingaben voraussetzt, hat Rafi bei seinen Glasscape-Systemen verschiedene Maßnahmen umgesetzt.

Funktionale Medienbeständigkeit

Ohne geeignete Gegenmaßnahmen lösen Wasser oder andere leitende Flüssigkeiten auf kapazitiven Touchscreens Fehleingaben aus und können die akkurate Bedienung erschweren oder unmöglich machen. Doch in vielen Anwendungsfällen lässt sich nicht komplett vermeiden, dass Flüssigkeiten auf die Bedienoberflächen gelangen. Dank der Maxtouch-Touchcontroller von Microchip, die Rafi seit 2011 verwendet, beherrschen Glasscape-Touchmonitore diese Herausforderungen souverän. Bei entsprechender Einstellung der umfangreichen Filtermechanismen sorgen auch nasse Bildschirmoberflächen für keine Irritationen der Bedienung. Sogar eine Reinigung im laufenden Betrieb ist möglich, ohne dass es dadurch zu Fehlbetätigungen kommt oder

Ob mit oder ohne Handschuhe -
Industriedisplays mit Touchscreen
müssen sich in beiden Fällen
sicher bedienen lassen.



die vorgesehene Bedienfunktionalität eingeschränkt wird. Für die Güte der Maxtouch-Funktionen ist eine Parametrierung entscheidend, die individuell auf die kundenspezifischen Anforderungen abgestimmt ist. Zunächst definiert Rafi gemeinsam mit dem Kunden die Arten möglicher Fehlbedienungen sowie die Medien, die am Einsatzort mit der Eingabeoberfläche in Kontakt kommen könnten. Anschließend wird die komplexe Parametrierung vorgenommen. Die Touchcontroller der Maxtouch-Serie gehören bis heute zu den leistungsfähigsten Auswerteeinheiten am Markt und stellen eine beständig wachsende Anzahl intelligenter Zusatz- und Filterfunktionen bereit. Auch hinsichtlich der Störfestigkeit erreichen die Controller Bestwerte und eignen sich damit für den Industrie-Einsatz: In EMV-Tests erfüllen sie problemlos die Anforderungen der gültigen Industrienorm, die eine EMV-Beständigkeit von 10V/m HF-Einstrahlung vorschreibt. Zudem halten sie Entladungen von bis zu 20 kV stand. Systeme anderer Hersteller erreichten diese Werte bei weitem nicht. Weil die Implementierung und Parametrierung umfassendes techni-

ches Know-how erfordern, liefert Microchip seine Produkte nur an eigens geschulte Integrationspartner. Rafi zählt zu den vier europäischen Unternehmen, die die Maxtouch-Controller exklusiv von Atmel erhalten.

Bedienung mit Handschuhen

Lange war die zuverlässige Bedienung mit Arbeitshandschuhen ein Schwachpunkt kapazitiver Touch-Eingabesysteme, denn „den Arbeitshandschuh“ gibt es nicht: Je nach Materialdicke variiert der Abstand vom Finger zum Touchpanel. Während die Bedienung mit geschützten Fingern in der Fertigungsindustrie meist mit Leder- oder Stoffhandschuhen erfolgt, tragen Bediener in Pharma- oder Lebensmittelproduktionen zum Beispiel sterile Kunststoff- oder Steril- beziehungsweise Latexhandschuhe.

Durch die weitreichenden Parametrierungsmöglichkeiten der Touchcontroller lässt sich die Empfindlichkeit der Glasscape-

Kingbright

Kingbright Electronic Europe GmbH

■ Quality ■ Efficiency ■ Innovation ■ First-class service

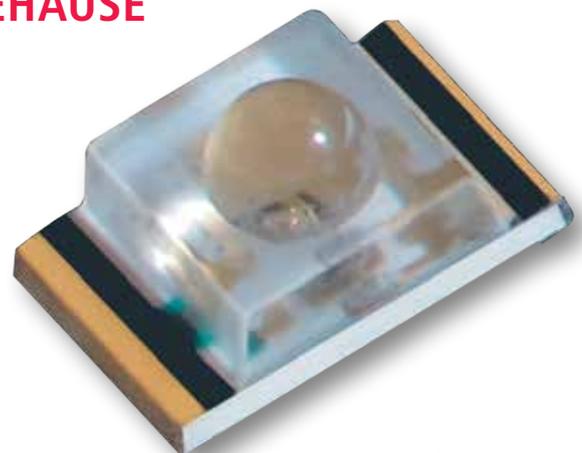
NEUE DOME-LENS SMD-LED IM 0805 GEHÄUSE KPTD-2012 SERIE

Eigenschaften:

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

Applikationen:

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





Nässe auf dem Glasscape-Touchscreen führt zu keinen Einschränkungen der Funktionalität, da die Maxtouch-Controller das Wasser erkennen und die dadurch ausgelöste Fehleingabe unterdrücken.

Sensorik für alle Materialien gezielt anpassen. Eine zusätzliche Option bieten die Maxtouch-Controller des Typs mXT2952T, mit denen Rafi hochauflösende Glasscape-Systeme mit Diagonalen bis 24 Zoll realisiert. Neben der Glove-Detection-Funktion zur vereinfachten Handschuherkennung zeichnen sich die neuen Modelle dadurch aus, dass sie sowohl mit der Self-Capacitance als auch mit der Mutual-Capacitance-Messmethode arbeiten können. Im Mutual-Capacitance-Modus erfasst der Controller pro Scandurchlauf mehrere Berührungen des Touchscreens. So kann er Multitouch-Eingaben mit bis zu 16 Fingern sowie hochkomplexe Gestensteuerungen verarbeiten. Dagegen lassen sich mit dem hochsensitiven Self-Capacitance-Verfahren, das nur Singletouch-Eingaben gestattet, optimierte Näherungsfunktionen realisieren. Dabei reagiert der Sensor einstellbar nicht erst bei unmittelbarem Kontakt, sondern bereits, wenn eine Kapazität (also ein Finger oder Stift) eine bestimmte Distanz zum Sensor unterschreitet. Abhängig von der Parametrierung erfolgt die Umschaltung zwischen den beiden Messmodi automatisch.

Manuelle Fehleingaben unterdrücken

Der Komfort-Vorteil kapazitiver Touch-Technik kann sich ins Gegenteil verkehren, wenn keine Gegenmaßnahmen ungewollte Eingaben etwa durch unbedachte Bewegungen oder durch unüberlegtes Abstützen auf dem Touchscreen verhindern. Maxtouch-Controller können nicht nur Fehleingaben durch Kontakt mit Flüssigkeiten filtern, sondern auch unbeabsichtigte Berührungen des Glassensors ignorieren. Die Touch Suppression genannte Filterfunktion sorgt dafür, dass der Touch-Controller unbeabsichtigte Betätigung beispielsweise durch Handballenauflage an der Fläche der Berührung erkennt und verwirft. Gleiches gilt für versehentliche Wischbewegungen.

Haptische Nutzerführung

In Anwendungsfällen, bei denen Bediener die Maschine im Auge behalten müssen, gewährleisten Nutzer- beziehungsweise

Fingerführungen mit ertastbarer Rückmeldung die Sicherheit der Blind-Bedienung. Dafür realisiert Rafi neben reinen Touchscreens auch kapazitive Bedienlösungen in anwendungsspezifischen Sonderformen, die mit abgesetzten Touch-Eingabeflächen die Bediensicherheit zusätzlich erhöhen. Zum Beispiel führt Rafi umfassende Bearbeitungen der kapazitiven Frontplatten mit eingefrästen Slidern oder Wheels aus, die eine rein haptische Orientierung ermöglichen. Zusätzlich implementiert der HMI-Spezialist auch kapazitive Tasterfelder, Slider oder Trackpads auf Basis von 2D-Touch-Sensoren.

Seit Neuestem bietet Rafi mit Glasscape Forsense auch einen Touchscreen, der sich sowohl kapazitiv als auch über eine Krafterkennung bedienen lässt und die Eingaben über ein kontextabhängiges spürbares Feedback quittiert. Durch die Krafterkennung löst die eigentliche Funktion erst aus, nachdem eine frei einstellbare Kraftschwelle überschritten wurde. Mit der haptischen Nutzerführung gewährleistet die Lösung eine sichere Blindbedienung anspruchsvoller Maschinen. Die größte Herausforderung bei der Realisierung von Glasscape Forsense bestand darin, das aus dem Consumer-Bereich bekannte Force-Feedback-Prinzip mit den sechsfach stärkeren und vielfach größeren Frontgläsern der Industrieapplikationen zu realisieren. Dazu mussten die Frontgläser schwingungsfähig gelagert und mit entsprechenden Drucksensoren in den Rahmen integriert werden. Obwohl die Anforderungen an Sensorik, Controller und Mechanik äußerst hoch sind, lassen sie sich mit der bewährten Kombination aus den Maxtouch-Controllern und Rafi-Touch-Sensoren gut erfüllen.

Beste Darstellung bei jedem Licht

Nicht zuletzt spielt die Erkennbarkeit bei starkem Lichteinfall eine entscheidende Rolle für die Bediensicherheit. Doch bei Touchscreens, die mit herkömmlichen Verfahren gefertigt wurden, führt helles Umgebungslicht sehr oft zu einer blassen Anzeige mit lediglich schwachem Kontrastverhältnis. Die Ursache

Bei entsprechender Parametrierung ist auch die Reinigung im laufenden Betrieb möglich, ohne dass es dadurch zu Fehlbetätigungen kommt.



dafür sind Luftspalte, die bedingt durch die Fertigung zwischen der Frontplatte, dem PCAP-Touch-Sensor und dem Display entstehen. Lichteinfall ruft an den Grenzschichten der transparenten Medien Lichtreflexionen hervor, die sich mit dem angezeigten Bild überlagern. In der Folge können Sonneneinstrahlung oder helles Tageslicht die Bildkontraste verschlechtern und damit die Ablesbarkeit entweder einschränken oder gar unmöglich machen.

Aus diesem Grund setzt Rafi bei der Fertigung seiner Touch-displays auf das optische Trockenbonding – ein optimiertes Verfahren, das auch bei direkter Sonneneinstrahlung ein exzellentes Kontrastverhältnis gewährleistet. Bei dieser Fertigungstechnologie wird der Luftspalt zwischen Display und Touch-Sensor mit einem optischen Medium ausgefüllt, das die Reflexion des Lichts an den Grenzschichten minimiert. Die Bildschirmanzeige gewinnt dadurch deutlich an Kontrast und Brillanz. Zudem verhindert die Verfüllung der Zwischenräume Kondenswasserbildung oder das Eindringen von Staub zwischen den Schichten und erhöht die Schlagfestigkeit des Panels.

Integration von Glasscape-Systemen

Kunden, die ein Glasscape-Touch-System integrieren möchten, erhalten von Rafi komplette Modullösungen, die sich über I²C- und Mini-USB-Schnittstellen wahlweise als eingebettete Lösung anschließen lassen. Durch den Kommunikations-Controller stellt Rafi zudem eine einheitliche Softwareschnittstelle zur Verfügung, an der sich auch bei künftigen Modifikationen der Touch-Controller durch den Hersteller nichts ändert. Der Controller unterstützt die Betriebssysteme Windows 7, 8 und 10, WCE6, WCE8 und WCE2013 sowie Linux. Zu den obligatorischen Basisfunktionen der Rafi-Auswerteelektronik zählen unter anderem Bootloader für Touch-Konfigurationsupdates, Heartbeat-Überwachungsfunktionen, Kalibrierung, Selbsttest einschließlich Sensortests, Touch-Unterdrückung und die Host-Software für das Touch-Gateway.

Volle Industrietauglichkeit für die Maschinen- und Anlagensteuerung ist mit dem von Rafi angebotenen Professional-Paket gewährleistet. Es beinhaltet zusätzlich zu den Basisfunktionen erweiterte Touch-Daten, eine Rauschmessung zur Noise-Suppression und Bootloader für den Kommunikations-Controller, den Maxtouch-Controller sowie optional die Software Touch-Gateway-Stack in Form des Quellcodes für die einfache Integration in die Applikation. Außerdem bietet Rafi auch Komplettsysteme mit Glasscape-Touch-System an, die andere Eingabemöglichkeiten und Rechnerplattformen kombinieren. □

display
...since 1984

LCD
TOUCH
LED
TFT
OLED
KEYPADS

COLOUR UP

YOUR LIFE

TUV
SÜD

www.display-elektronik.de

Display Elektronik GmbH · Am Rauner Graben 15 · D-63667 Nidda
Tel. 0 60 43 - 9 88 88 - 0 · Fax 0 60 43 - 9 88 88 - 11

NEWSLETTER: www.display-elektronik.de/newsletter.html

EINE TECHNISCHE FEHLERANALYSE

Die Problemfelder moderner Displays

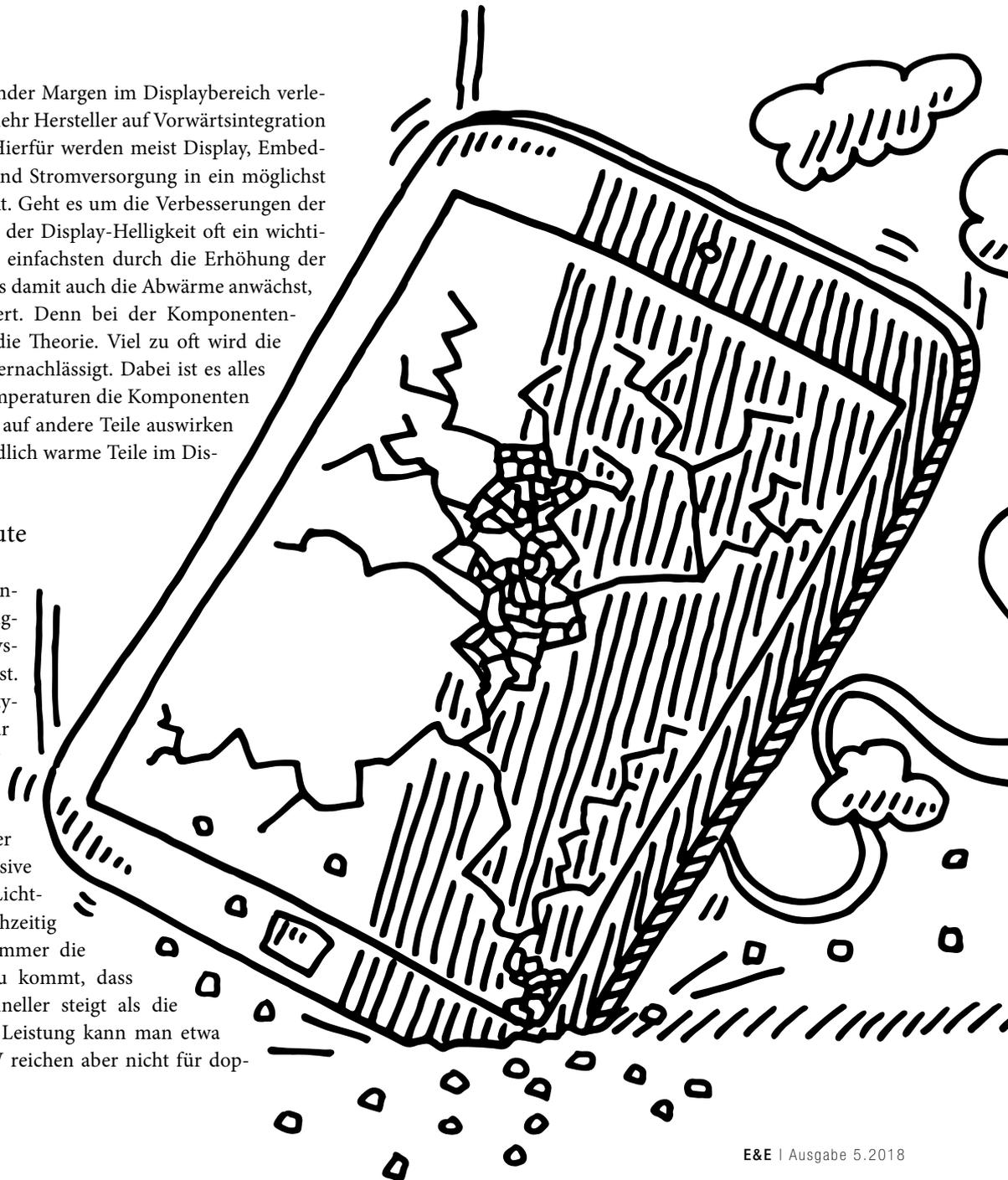
Displays haben längst Einzug in die Fabrikhallen gehalten. Meist kaufen Unternehmen fertige Komplettlösungen – mit schlecht abgestimmter Zusammensetzung der Komponenten. Häufige Folge ist eine Überhitzung oder Taubildung in den Displays.

TEXT: Klaus Wammes, Wammes & Partner BILDER: Klaus Wammes; iStock, Frank Ramspott

Angesichts schrumpfender Margen im Displaybereich verlegen sich weltweit immer mehr Hersteller auf Vorwärtsintegration hin zu Gesamtlösungen. Hierfür werden meist Display, Embedded-PC oder Controller und Stromversorgung in ein möglichst kompaktes Chassis gepackt. Geht es um die Verbesserungen der Systeme, ist die Erhöhung der Display-Helligkeit oft ein wichtiges Ziel. Sie lässt sich am einfachsten durch die Erhöhung der Lichtleistung erzielen. Dass damit auch die Abwärme anwächst, wird dabei häufig ignoriert. Denn bei der Komponentenzusammensetzung endet die Theorie. Viel zu oft wird die Temperaturabstimmung vernachlässigt. Dabei ist es alles andere als egal, welche Temperaturen die Komponenten entwickeln, wie sich diese auf andere Teile auswirken und was durch unterschiedlich warme Teile im Display geschieht.

Geringe Lichtausbeute

Die Gründe dafür beginnen bereits bei der wichtigsten Einheit des Display-Systems – der Anzeige selbst. Die Lichtausbeute eines typischen Displays liegt nur bei einem Bruchteil der aufgenommenen elektrischen Leistung. Von den 100 Prozent Leistung der Lichtquelle gehen sukzessive mehr als 90 Prozent der Lichtleistung verloren. Gleichzeitig ist die Lichtquelle aber immer die größte Hitzequelle. Hinzu kommt, dass die Hitzeentwicklung schneller steigt als die Lichtausbeute. Mit 10 W Leistung kann man etwa 200 cd/m² erzeugen, 20 W reichen aber nicht für dop-



pelte Helligkeit. Dafür wird aber deutlich mehr Leistung in Hitze umgesetzt.

Nicht nur das Display ist eine Heizung, sondern alle elektrischen Komponenten, maßgeblich das Netzteil als auch der Prozessor des (Embedded-)Systems. Die wachsende Packungsdichte auf allen Ebenen tut ein Übriges: Wenn in einem 19-Zoll-Rack immer mehr Embedded-PCs übereinander gestapelt werden und jede Ebene ihrerseits immer mehr Prozessor-Cores enthält, dann ist das einer Temperaturreduzierung nicht eben förderlich.

Je nach Standort kommt zusätzlich noch die Umgebungswärme hinzu – zum Beispiel durch Heizungen im Innenraum und nicht nur im Freien durch die Sonne. Diese Faktoren einfach zu ignorieren, führt zwangsläufig zu einer Überhitzung des Systems und damit zum Ausfall – nicht nur des Displays.

Komplizierte Ursachenforschung

Bei defekten Displays ist die Suche nach der Ursache leider oft genug noch etwas komplizierter. Die Erkenntnis „Überhitzung“ allein hilft nicht viel, wenn man das Display wieder reparieren oder das System für zukünftige Anwendungen verbessern möchte. Denn es können unterschiedliche Komponenten eines Gesamtsystems sein, die bei zu großer Hitze als Erste durchschmoren. Folgende Komponenten sollten im Ernstfall überprüft werden:

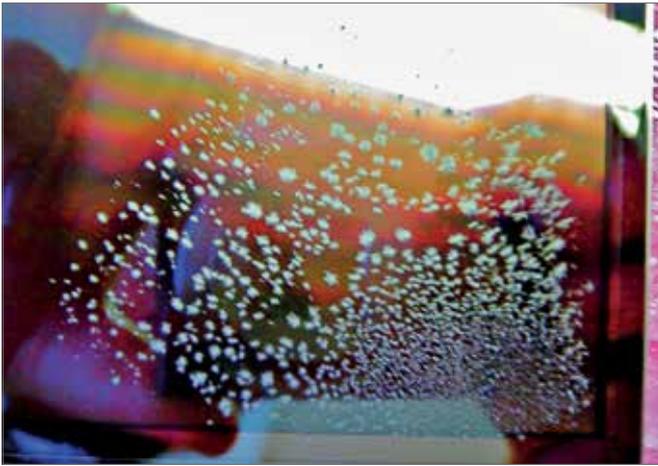
- Überhitzte und durchgebrannte Displaytreiber, die mit der Platine verschmolzen sind
- Thermisch überlastete Widerstände
- Thermisch geschädigte optische Filme und Polarisatoren

Ist die Schwachstelle lokalisiert, kann man sich in mehreren Schritten auf die Suche nach Lösungen machen:

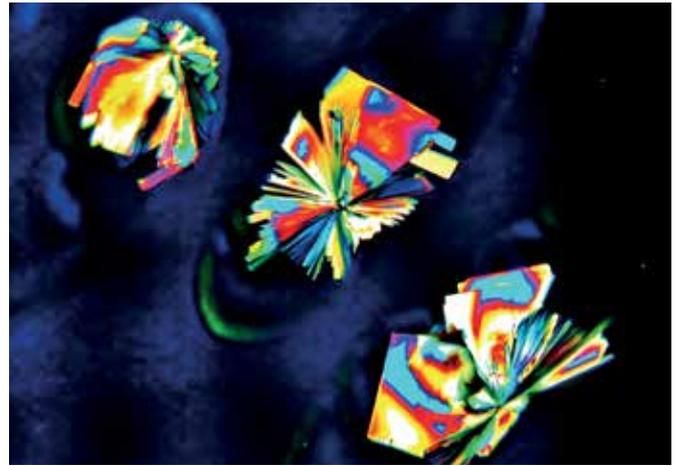
1. Wo liegt die maximale thermische Belastung der Komponenten? Hier hilft in der Regel ein Blick ins Datenblatt.
2. Lassen sich die verwendeten Komponenten durch höherwertige Alternativen mit größerer Hitzeresistenz ersetzen? Die höheren Anschaffungskosten lassen sich durch sinkende Gesamtbetriebskosten oft kompensieren. Durch die längere Lebensdauer des Systems ergibt sich zudem eine insgesamt bessere Betriebswirtschaftlichkeit.
3. Ist ein Ersetzen der Komponenten nicht erfolgversprechend, sollte das Augenmerk der Gesamtkonzeption zugewendet werden. Wenn die Display-Aufgabenstellung nur mit einem anderen Design erreicht wird, ist das letzten Endes das, was zählt. Die Aufgabenstellung ist komplex – aber nicht unmöglich, wenn man auf die richtigen Komponenten und Techniken baut.

Problemfeld Kondenswasser

Die Faustregel heißt aber keineswegs, dass heiße Displays schlecht und kalte Displays gut sind. Vielmehr gilt es, Temperaturextreme zu vermeiden. Denn: Nicht nur zu heiße oder zu kalte Komponenten beeinträchtigen die Funktion des Displays oder zerstören es gar. Auch die Temperaturunterschiede an Hotspots und Coldspots können Folgen haben. Denn wenn das Temperatur-Delta eine gewisse Größe erreicht, führt es zur Bildung von Kondenswasser innerhalb der Anzeigeeinheit – und damit zu Wasser- und Leitungsschäden oder Kurzschlüssen. Wohlgedacht meint Coldspot hier nicht absolut, sondern nur relativ kalt im Vergleich zur Umgebung: Schon ein halbes Grad Celsius Temperaturunterschied kann genügen, um Taubildung an der kältesten Stelle anzuregen. Das Einbringen von Trockenmitteln in das Gehäuse der Anzeigeeinheit ist als Gegenmittel auch kein Allheil-



Durch Schimmel erzeugte Wassertropfen oder andere durch die Verdunstung gelöste Substanzen bilden Artefakte im Display.



Ghost Pixel sind störende Artefakte durch chemische Reaktionen im Display, die durch eingedrungene Feuchtigkeit entstehen.

mittel, denn das Material sammelt Wasser, das es bei ungünstigen thermischen Voraussetzungen wieder abgeben kann.

Feuchtigkeit kann viele Schäden anrichten, die man nicht – wie etwa eine durchgeschmorte Stelle – auf den ersten Blick erkennt. Im Unterschied zu überhitzten Anzeigeneinheiten fällt der Schaden nicht sofort auf. Zudem gilt: Wenn Displays aufgrund von Taubildung ausfallen, gestaltet sich die Fehlersuche oftmals noch schwieriger als bei direkter Überhitzung.

Wegen der elektrischen Leitfähigkeit von wässrigen Lösungen sind Kurzschlüsse ein häufiges Problem. Doch Wasser ist durch die darin gelösten Substanzen auch chemisch aktiv. Es kann alkalisch oder sauer werden und Korrosion an elektronischen Bauteilen verursachen – nicht unbedingt an offensichtlichen Stellen. Da Wasser immer danach strebt, zu kriechen, können die Schäden auch an schwer einsehbaren Stellen entstehen.

Eine neutrale Systemanalyse ist unumgänglich

Voraussetzung für die Taubildung bei Temperaturunterschieden ist die mangelnde Dichtheit der Displaygehäuse. Wären diese nach außen vollkommen luftdicht abgeschlossen, mit trockener Luft im Inneren, könnte keine Luftfeuchtigkeit eindringen und folglich auch nichts kondensieren. So aber verhält es sich mit vielen Displays wie mit unsachgemäß verschlossenen Lebensmitteln: Irgendwann fängt es an zu schimmeln. Und tatsächlich sind Schäden durch Schimmelpilze und Sporen aus der Umgebungsluft eine immer wieder anzutreffende Ursache für Display-Ausfälle.

Fällt ein Display aus, kann es der Anwender eines Displaysystems – sei es in der Industrieautomation, im Digital-Signage-Bereich oder im Fahrzeugbau – meist nur an den Systemintegrator

zurückgehen lassen, der es ihm geliefert hat. Dieser wird in der Regel aus Gewährleistungsgründen einen Ersatz stellen. Doch kann man beim Ersatzsystem früher oder später mit denselben Problemen rechnen.

Der Systemintegrator befindet sich letztlich kaum in einer anderen Situation, wenn er einen Schadensbericht an den Hersteller eines defekten Bauteils weitergibt. Warum sollte dieser einräumen, dass mit seiner Komplettlösung etwas nicht stimmt? Mit anderen Worten: Weder vom Systemintegrator noch vom Hersteller kann man eine unvoreingenommene Analyse aller Aspekte eines fehlerhaften Systems erwarten.

Um die systemischen Ursachen von thermisch bedingten Display-Ausfällen zu untersuchen, hat sich die Wammes-Firmengruppe dem Thema Display-Coaching und Troubleshooting gewidmet. Im nächsten Schritt gilt es auch systemische Lösungen zu erarbeiten, für die für jede Komponente das Best-in-Class-Produkt vorgeschlagen werden kann: also weniger Komplettlösungen als individuell angepasste Komponenten, denn schließlich geht es um praktische Optimierung!

Am Ende eines solchen Prozesses, der sich unter dem Motto „coaching – solving – products“ fassen lässt, kann durchaus ein Konzept für ein maßgeschneidertes, projektbezogenes Produkt, das auch massentauglich sein kann, stehen. Das Entscheidende ist jedoch der Erkenntnisgewinn. Er macht es den Displayanwendern möglich, die Angebote kritisch zu hinterfragen, die sie von den Herstellern und Systemintegratoren angeboten bekommen. Das 2015 als eigenständiger Verein aus dem VDMA ausgegründete Deutsche Flachdisplay-Forum (DFF) hat sich unter anderem zum Ziel gesetzt, solche objektiven Analysen möglichst breit zugänglich zu machen, weil von dem verbesserten Informationsniveau letztlich alle Branchenteilnehmer profitieren. □



FASZINATION ELEKTRONIK

publish
industry
verlag



E&E DISTRIBUTOREN-GUIDE



RUTRONIK
ELECTRONICS WORLDWIDE

BILD-SPONSOR: RUTRONIK

FIRMENPROFIL

Arrow Electronics..... S. 90

FIRMENPROFIL

BJZ..... S. 91

FIRMENPROFIL

Börsig S. 92

FIRMENPROFIL

Codico..... S. 93

FIRMENPROFIL

Conrad Electronic..... S. 94

FIRMENPROFIL

MES Electronic Connect... S. 95

FIRMENPROFIL

Mouser Electronics S. 96

FIRMENPROFIL

Rutronik S. 97



Anschrift

Arrow Central Europe GmbH
Frankfurter Straße 211
63263 Neu-Isenburg, Germany
T +49/6102/5030-0
F +49/6102/5030-8455
www.arrow.com

Gründungsjahr

1935

Produktportfolio

- Halbleiter
- Passiv/Elektromechanik/Steckverbinder
- Embedded

Dienstleistungsportfolio

Als weltweiter Vertriebspartner von mehr als 150.000 Original- und Auftragsherstellern und Handelsunternehmen ist Arrow als

„Logistik-Kompetenzzentrum“ bekannt und gilt als erste Wahl in der Lieferkette von elektronischen Bauteilen.

Das Serviceportfolio von Arrow umfasst den gesamten Produktlebenszyklus, von der Entwicklung und Produktion über Reverse-Logistik bis hin zu End-of-Life und eröffnet den Kunden damit neue Möglichkeiten zur Wertschöpfung.

Arrow bedient hochwertige, globale und komplexe Supply-Chains und Logistikaktivitäten.

Technischer Support

Die Entwicklungsabteilungen seiner Kunden unterstützt Arrow mit Applikationsingenieuren, die eine technische Betreuung von der Produktidee bis zum produktiven Einsatz über den gesamten Lebenszyklus einer Anwendung leisten. Die Applikationsingenieure stehen Kunden bei Design-In-Projekten zur Verfügung. Der Design Support geht weit über die reine Produktauswahl hinaus. Entwickler-Programme wie Testdrive sind in der Industrie einzigartig. □

FIRMENPROFIL

Die Arrow Central Europe GmbH mit Hauptsitz in Neu-Isenburg bei Frankfurt/Main ist eine hundertprozentige Tochter von Arrow Electronics. Arrow mit Hauptsitz in Centennial, Colorado, ist ein globaler Anbieter von Produkten, Services und Lösungen für industrielle und kommerzielle Nutzer von elektronischen Komponenten und Computing-Lösung für Unternehmen. Im Geschäftsjahr 2017 hat Arrow einen Umsatz von 26,8 Milliarden US-Dollar erzielt. Im Bereich IoT ist Arrow einzigartig positioniert und bietet ein großes Portfolio, das alle Technologie-Segmente einer IoT-Lösung von elektronischen Komponenten bis zur IT-Infrastruktur abbildet („Sensor-to-Sunset“). Das Unternehmen hat ein umfangreiches Produktportfolio in den Bereichen analoge und digitale Halbleiter,

passive und elektromechanische Bauelemente und bietet seinen Kunden auf Basis dieses Angebots technische Gesamtlösungen. Arrow bedient Unternehmen jeder Größe, darunter große Original Equipment Manufacturer (OEM) und EMS-Anbieter (Electronic Manufacturer Services) ebenso wie Ingenieur- und Entwicklerbüros. Zum Angebot zählen ebenfalls individuelle, auf Kundenbedürfnisse zugeschnittene logistische Dienstleistungen, die den gesamten Lebenszyklus einer Applikation abdecken. Kunden mit Bedarf an kleineren und mittleren Produktionsstückzahlen adressiert Arrow mit einem dedizierten Vertriebskanal: Arrow Advantage. Über die Plattform arrow.com können Einkäufer und Entwickler Komponenten online beziehen und Designs in der Cloud konzipieren.

BJZ

GmbH & Co. KG

Anschrift

BJZ GmbH & Co. KG
 Berwanger Straße 29
 75031 Eppingen, Germany
 T +49/7262/1064
 F +49/7262/1063
 info@bjz.de
 www.bjz.de

Gründungsjahr

1979

Produktportfolio

Das Produktportfolio hat 3 Kernbereiche den ESD-Schutz, die Bauteilvorbereitung sowie das Nutzentrennen.

ESD-Schutzausstattung

- Personenerdung
- ESD-Schuhe
- ESD-Arbeitskleidung
- ESD-Verpackungen
- ESD-Transport, Verpackung und Lagerung
- ESD-Tisch- und Bodenbeläge
- ESD-Eingangskontrolle
- Und vieles mehr

Bauteilvorbereitung

- Bearbeitung von bedrahteten axiale Bauteile
- Bearbeitung bedrahteten radiale Bauteile
- Bearbeitung von o.g Bauteile als Schüttgut, Stangen, gegurtet
- Bearbeitung von SMD-Bauteilen

Nutzentrennen

- Geritzte Nutzen (FR4 und Aluminium-Nutzen)
- Nutzen mit Reststegen (FR4 und Aluminium-Nutzen)
- Trennen von komplizierten Nutzenformen

Dienstleistungsportfolio

BJZ bietet professionelle Beratung und Unterstützung im Bereich des ESD-Schutzes mit:

- ESD-Audits
- ESD-Schulungen für Einsteiger und Fortgeschrittene
- Abnahme ESD spezifischer Anlagen
- ESD Test nach Norm (mit Klimakammer)

Erreichbarkeit

T +49/7262/1064
 F +49/7262/1063
 info@bjz.de

Technischer Support

- Reparatur von Bauteilvorbereitungsmaschinen
- Reparatur von Nutzentrennmaschinen
- Kalibrierung von Messgeräten aus unserem Sortiment



FIRMENPROFIL

Die BJZ GmbH & Co. KG ist ein Inhaber geführtes Familienunternehmen. Die BJZ GmbH & Co.KG ist seit Jahrzehnten ein zuverlässiger und kompetenter Partner der Elektronikindustrie. Durch langjährige Erfahrung haben wir uns als innovatives und expandierendes Unternehmen in den Bereichen des EGB-Schutzes, der Bauteilvorbereitung und der Nutzentrenntechnik eine solide Marktposition gesichert.

Führende Unternehmen der Elektronikindustrie vertrauen seit Jahren auf die Fachkompetenz und Produkte der Firma BJZ.



Börsig



Börsig GmbH
Siegmond-Loewe-Straße 5
74172 Neckarsulm, Germany
T +49 7132 / 9393-0
F +49 7132 / 9393-91
info@boersig.com
www.boersig.com

Firmenprofil

Die Börsig GmbH ist ein international tätiges mittelständisches Familienunternehmen mit über 200 Mitarbeitern. Der Firmensitz befindet sich in Neckarsulm (Wirtschaftsregion Heilbronn-Franken). Seit 1969 ist das Unternehmen als Electronic Distributor Vertragspartner von Premium-Herstellern elektromechanischer Bauteile. Der Verkauf von Steckverbindungen, Relais, Schaltern, Kabeln, Werkzeugen, Kunststoffartikeln und elektrischen Bauelementen an B2B-Kunden findet weltweit statt. Die eigene Kabelkonfektion ist die Ergänzung zum Handel und bietet kundenspezifische, qualitativ hochwertige Lösungen an.

Produktportfolio

Der Spezialdistributor Börsig bietet Produktpalette namhafter Premium-Hersteller an. Dazu zählen unter anderem TE Connectivity, Binder, HARTING, HUBER+SUHNER, PHOENIX CONTACT, EAO, Conec, Bulgin, Hummel und viele mehr. Im Fokus liegen Steckverbinder, wie Rundsteckverbinder, Rechtecksteckverbinder, Leiterplattensteckverbinder und Automotive-Steckverbinder. Abgerundet wird das Produktportfolio der Börsig GmbH durch weitere Produkte aus der Elektromechanik. Dazu zählen unter anderem Kabel- und Aderleitungen, Schalter und Taster, Gehäuse, Kabelverschraubungen, Schrumpfschläuche und Formteile, Relais sowie Switches. Für die Verarbeitung elektromechanischer Bauteile bietet der Electronic Distributor das passende Werkzeug – zum Beispiel Lötstationen, Crimpwerkzeug oder Seitenschneider.

In der hauseigenen Kabelkonfektion werden kundenspezifische Stecker-Kabel-Verbindungen gefertigt.

Für die robusten Steckverbinder der DEUTSCH Serien des weltweit größten Herstellers für Verbindungslösungen – TE Connectivity – besitzt Börsig das offizielle Distributionsrecht. In den Ländern Slowakei und Tschechien erhielt der Electronic Distributor zusätzlich das Franchiserecht für die zuverlässigen und montagefreundlichen Signal-, Hybrid- und Leistungssteckverbinder von Intercontec (TE Connectivity).

Serviceleistungen

Der Service des Electronic Distributors unterliegt hohen Qualitätsansprüchen. Durch die auf Hersteller spezialisierten Innendienstteams und die Betreuung durch Außendienstmitarbeiter vor Ort können kundenindividuelle Lösungen für unterschiedlichste Herausforderungen ermöglicht werden. Das große Lager im Firmensitz ermöglicht eine hohe Lieferfähigkeit. Der Lieferservice wird ergänzt durch die kundenindividuelle Bevorratung. Zudem werden Artikel außerhalb von Verpackungseinheiten, ohne Mindestauftragswert und ohne Mindermengenaufschlag versendet.

Logistikleistung

Im eigenen Zentrallager in Neckarsulm werden 12.000 verschiedene Artikel gelagert und jeder Auftrag wird von Hand kommissioniert. Dies ermöglicht maximale Berücksichtigung der unterschiedlichsten Kundenanforderungen. Durch die hohe Flexibilität werden die

verschiedensten Versandoptionen realisiert und Versanddienstleister auch nach Kundenwunsch eingesetzt. Unser Versand findet bis 18 Uhr statt.

Standorte

Am Hauptsitz in Neckarsulm befinden sich die Verwaltung, die herstellerbezogenen Vertriebsteams sowie das Export-Vertriebsteam, das Lager und die Kabelkonfektion.

Erweitert werden die Kundenbetreuung sowie die Vertriebstätigkeiten durch zwei weitere Vertriebsbüros in Deutschland. Diese befinden sich in Soest (Nordrhein-Westfalen) und in Freiberg (Sachsen). Für den österreichischen Markt wurde die Börsig Austria GmbH mit Sitz in Wien (Österreich) gegründet. Die Börsig s.r.o. mit Sitz in Brünn (Tschechien) ist für die Betreuung der Kunden aus den Ländern Tschechien, Polen, Slowakei und Ungarn zuständig. □

GRÜNDUNGSJAHR:

1969

MITARBEITERZAHL:

200

FIRMENHAUPTSITZ:

Neckarsulm

STANDORTE:

Soest (Nordrhein-Westfalen), Freiberg (Sachsen), Wien (Österreich), Brünn (Tschechien)

GESCHÄFTSFELD:

Distribution elektromechanischer Bauteile, wie Steckverbinder, Relais, Schalter, Kabel und vieles mehr



Anschrift

CODICO GmbH
Zwingenstraße 6-8
2380 Perchtoldsdorf, Austria
T +43/1/86305-0
F +43/1/86305-5000
office@codico.com
www.codico.com

Gründungsjahr

1977

Firmenprofil

Die COMponent Design-IN COMpany steht für den Vertrieb hochwertiger elektronischer Bauelemente in den Bereichen Aktive und Passive Bauelemente sowie Verbindungstechnik. CODICO agiert als unabhängiges in Privatbesitz befindliches Unternehmen vom österreichischen Headquarter in Perchtoldsdorf im Süden Wiens. Zusätzlich zum Hauptsitz verfügt CODICO über Produkt-Kompetenzzentren in München (Deutschland), Treviso (Italien) und Stockholm (Schweden). Neben kompetenzübergreifendem Projektmanagement bietet CODICO Unterstützung und Beratung von der Entwicklungsphase bis zum Endprodukt und weit über eine Bestellung hinaus. Kurze Kommunikationswege garantieren eine rasche und qualifizierte Betreuung.



Einen weiteren Fokus legt CODICO auf frühzeitige Trenderkennung, welche durch eine enge Zusammenarbeit mit unseren Lieferanten sichergestellt wird. Ein Vorsprung, den CODICO gerne an seine Kunden weitergibt. Neben technischen Lösungen behält CODICO auch Preise, Verfügbarkeit und Entwicklungen im Blick. CODICO ist in Österreich sowie Deutschland nach EN ISO 9001 zertifiziert. Seit der erstmaligen Zertifizierung im Jahre 1995 wird das Qualitätsmanagementsystem ständig verbessert und wiederkehrend überprüft.

Produktportfolio

Im Bereich Aktiver Bauelemente setzt CODICO den Fokus auf Kommunikationsprodukte von analog bis wireless. Auch Mikrocontroller und optoelektronische Produkte wie LEDs, Optokoppler, Laser, LCDs und TFTs zählen zu den "aktiven" Schwerpunkten. Bei Power Conversion Produkten sind dies Netzgeräte, Wandlermodule, POL-Konverter und Wandler ICs. Im Bereich Passive Bauelemente finden Sie ein breites Produktspektrum mit Fokus auf anwendungsorientierte Lösungen: Kondensatoren (Elkos-, Folien-, Keramik-, Tantal-kondensatoren), Wickelgüter, HF- und EMV-Filter, Quarze und Resonatoren. Die Verbindungstechnik spezialisiert sich auf Steckverbinder für die Bereiche Elektronik, Industrie, Telekom, Weißgeräte & Braunware sowie kundenspezifische Kabelkonfektionen, Komplettlösungen und Verarbeitungstechnik.

Dienstleistungsportfolio

Bei CODICO erhalten Kunden durch fachlich hoch qualifizierte Product Manager und Field Application Engineers eine professionelle Design-In-Unterstützung und Anwendungsberatung während der gesamten Entwicklungsphase bis hin zum Endprodukt. Auch termingerechte Lieferungen durch optimierte, kundenspezifisch gestaltbare Logistikkonzepte zählen zu den Stärken von CODICO.

Erreichbarkeit

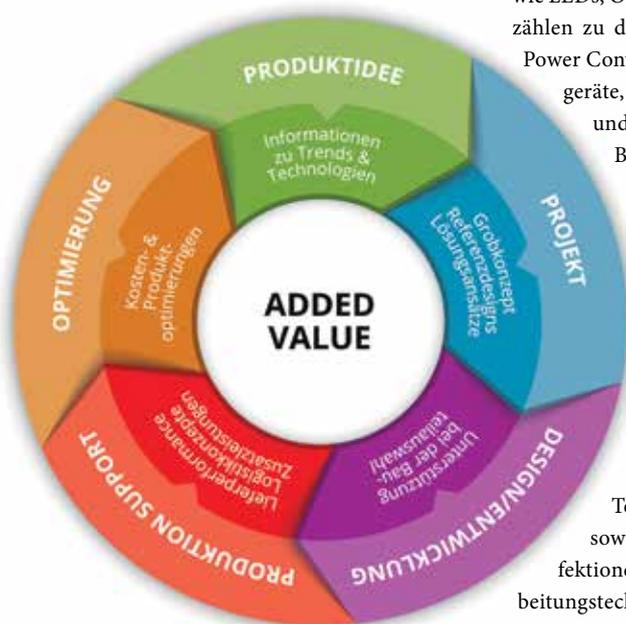
Tel.: +43 (0)1 86305-0
E-Mail: office@codico.com
Online Musterbestellungen
www.codico.com/shop

Logistikleistung

Just-In-Time-Lieferungen/Lieferwunschtage, kundenspezifische Spezialetikettierungen/Barcodeetikettierungen, Pufferlager/Sicherheitslager, Konsi-Lager, Kanban, EDI, Gutschriftverfahren, Min-Max System, Online-Forecasting Systeme, Batch Nr. und Date Code Tracking sowie umweltbewusste Verpackung

Technischer Support

Professionelle Beratung und technischer Support stehen unseren Kunden auf identisch hohem Qualitätsniveau durch fachlich versierte Mitarbeiter in folgenden Ländern zur Verfügung: Benelux, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Frankreich, Finnland, Italien, Kroatien, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Russland, Schweiz, Schweden, Serbien, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechien, Ungarn und Vereinigtes Königreich. Durch die hohe technische Kompetenz setzt CODICO im Bereich Design-In seine Schwerpunkte. □





Anschrift

Conrad Electronic SE
Klaus-Conrad-Straße 2
92530 Wernberg-Köblitz, Germany
T +49/9604/408988
businessbetreuung@conrad.biz
conrad.biz

Die Conrad Gruppe

- Innovatives Familienunternehmen mit hohem Qualitätsanspruch
- 1923 gegründet von Max Conrad in Berlin
- 4000 Mitarbeiter
- Lokaler Support: Über 17 Landesgesellschaften in Europa sowie die Tochtergesellschaften SOS electronic und Rapid electronics
- Direct Shipping in 150 Länder weltweit
- Zentrallager mit 100.000 m² Versandfläche in Wernberg, Deutschland



Einzigartiges Produktportfolio

- Über 1,3 Mio Produkte auf dem Conrad Marketplace im Bereich Bauelemente, Entwicklungskits, Messtechnik, Automation, Werkstatt, Kabel, Gebäudetechnik, Kommunikation, Computer/IT, Empfangstechnik
- Innovative Marken entwickelt durch das Conrad Technologie Centrum (CTC) in Hirschau
- ISO-zertifiziertes Qualitätsmanagement

Top-Brands für Entwickler und Instandhalter im Bereich Bauelemente, Entwicklungskits, Automation, Stromversorgung und Messtechnik

Microchip, NXP, Texas Instruments, OSRAM, Pepperl + Fuchs, Fischer Elektronik, Weidmüller, Finder, Rittal, Wago, Phoenix Contact, EATON, ESKA, Bourns, Marquardt, Lapp Kabel, HellermannTyton, 3M, Kontakt Chemie, LOCTITE, Ersä, Weller, Werma, Siemens, Keysight Technologies, Traco Power, Fluke, Flir, VOLT-CRAFT, Testo, Tektronix, National Instruments, Kern & Sohn, Panasonic, Würth Elektronik, EPCOS, BOSCH, Knipex, TOOL-CRAFT, Panasonic, TRU COMPONENTS, uvm.

Starke Services zur Effizienzsteigerung

- Schnelle PCB Services: PCB Produktion & Bestückung, SMD-Schablonenproduktion

„Der Conrad Marketplace: noch mehr professioneller Service, eine noch größere Produktauswahl und schneller und einfacher Zugang zu allen relevanten Partnern und Produkten für Ihr Business.“

James Bell, Chief Sales Officer B2B

- 3D-Druckservice in Industriequalität
- Leistungsstarke Produkt-Services: Einzelstückbelieferung bis Industrieverpackungen, zertifizierter Kalibrierservice, Kabelmeterservice, Kabelkonfektionsservice

Zuverlässiger Kundenservice

- Kostenlose Service-Hotline (Mo-Sa 7:00-20:00 Uhr), Außendienst, Sonderbeschaffung, Angebotservice

Flexibel durch Multichannel

- Online: Lokale Webshops
- eProcurement: voll-automatisierte Lösungen / Conrad Smart Procure (administrierbarer Shop)
- Offline: Kundenservice / Außendienst / Kataloge
- Filialen: 22 B2B-/B2C-Filialen in Deutschland, 10 weitere in Europa

Preisgekrönte und zertifizierte Logistik

- Nach DIN EN 61340-5-1 zertifiziertes ESD-Management und EPA-Bereich
- 24 Stunden Standardlieferung, 3-Stunden-Filialbelieferung (bei Artikeln, die in den Filialen vorrätig sind), weitere Lieferarten auf Wunsch
- Terminaufträge, Abrufaufträge

Technischer Support

- Kostenloser Kundenservice, TKB technische Kundenberatung, Außendienst



Anschrift

MES Electronic Connect GmbH & Co. KG
 In der Lache 2 – 4
 78056 VS-Schwenningen, Germany
 T +49/7720/945 - 200
 F +49/7720/945 - 108
 info@mes-electronic.de
 www.mes-electronic.de

Gründungsjahr

1985

Mitarbeiterzahl

20

Qualitätsmanagement

MES ist nach ISO 9001:2015 zertifiziert.

Standorte

Hauptsitz in D-78056 VS-Schwenningen,
 Verkaufsbüro in D-13053 Berlin

Firmenprofil

Eine beeindruckende Entwicklung: Seit nunmehr 33 Jahren vertreibt MES, der Spezialist für innovative Verbindungstechnik, hochwertige Marken und kundenspezifische Lösun-

gen für nahezu alle industriellen Branchen. Voraussetzung dafür ist nicht nur profunde und langjährige Marktkenntnis rund um den Globus, sondern auch die Leidenschaft, im Sinne des Kunden bestmögliche Lösungen zu präsentieren. So sind im Laufe der Zeit vertrauensvolle Partnerschaften mit vielen führenden Markenherstellern entstanden, die allesamt ein hochwertiges Leistungsspektrum bieten.

Und davon profitieren die Kunden ganz unmittelbar: Denn bei MES ist es selbstverständlich, dass auf praktisch sämtliche Anforderungen individuell eingegangen werden kann – von Standard bis hochspezialisiert. Grundlage hierfür ist auch die ständige Anpassung des Produktsortiments an die Anwendungen der sehr innovativen MES-Kunden. Ob umspritzte Gehäuse und Stecker nach Kundenvorgaben, Sonderlösungen für Rundsteckverbinder M8 / M12 oder Kabelkonfektionen in ganz großem oder winzig kleinen Rastermaß, mit der Unternehmenszentrale im süddeutschen VS-Schwenningen und einem Vertriebsbüro in Berlin können bei MES alle Anfragen und Wünsche

unkompliziert, schnell und persönlich beantwortet werden.

Technologisches Know-how gepaart mit Empathie und Kundenorientierung: Bei MES nennt man das Kompetenz- und Serviceversprechen – für die Partner und Kunden ist und bleibt es ein Versprechen:

MES ist der Experte und Spezialist für Steckverbinder- und Kabelkonfektionslösungen aus einer Hand – und dabei ein Garant für Spitzenqualität, Liefertreue und maximale Wirtschaftlichkeit. Flexibel, just in time und zu wirtschaftlichen Konditionen, oder ganz einfach – die perfekte Verbindung!

Produktportfolio

MES bietet den Kunden ein großes Produktspektrum aus technisch und qualitativ hochwertigen Verbindungssystemen wie Karte/Kabel-, Karte/Karte- oder Kabel/Kabel-Verbindungen, Crimp-, Löt-, SMT-, Einpress- oder Schneidklemm-Technik, Folien-, Mini-DIN-, SUB-D-, Koax-, Modular-, USB-, Klinken-, Rast-, ICM-, Rundsteck-, Flachkabel-, PLCC-, SCSI-Steckverbinder, Kabelkonfektionen und vieles mehr. □





Anschrift

Mouser Electronics
 Elsenheimerstraße 11
 80687 München, Germany
 T +49/89/520462-110
 F +49/89/520462-120
 munich@mouser.com
 www.mouser.de

Hauptsitz des Unternehmens

1000 North Main Street
 Mansfield, TX 76063, USA
 T +1/817/804-3800

Gründungsjahr 1964

Firmenprofil

Mouser Electronics, Inc., weltweit bekannt als eine der besten Quellen für Halbleiter und Elektronikbauteile, ist ein autorisierter Distributor, der die neuesten Produkte und die fortschrittlichste Technologie mit exzellentem Kundenservice und weltweitem Support verbindet. Das Unternehmen konzentriert sich auf Entwicklungsingenieure und Einkäufer, die kleine bis mittlere Stückzahlen der neuesten Produkte benötigen.

Dienstleistungsportfolio

Mouser bietet seinen Kunden z. B. viele Online-Tools an, die ihnen die tägliche

PRODUKTPORTFOLIO

Optoelektronik
 Embedded Lösungen
 Halbleiter

- Diskrete Halbleiter
- Integrierte Schaltkreise (ICs)
- Entwicklungstools

Schaltkreisschutz
 Passive Bauelemente
 Verbindungstechnik
 Drähte & Kabel
 Elektromechanik
 Sensoren
 Gehäuse
 Kühlung
 Spannungsversorgung
 Tools & Zubehör



Arbeit erleichtern und sie bei ihren Designs und Projekten unterstützen.

Beim Design-in elektronischer Bauelemente muss sehr sorgfältig vorgegangen werden. Wollen Ingenieure alle Integrations-, Funktions- und Leistungsvorteile von Halbleitern ausnutzen, benötigen sie zunehmend anspruchsvollere Soft- und Hardware-Development-Tools. Im Gegenzug müssen Distributoren jetzt ihre Serviceangebote erweitern. Bei Mouser heißt das „Unterstützung des Design Ecosystems“.

Das Ziel von Mouser ist es, Designingenieuren die Möglichkeit zu geben neue Halbleitertechnologien auszuprobieren, die ihre Entwicklungen mit Mehrleistung und erweiterten Funktionen von anderen abgrenzt. Damit Designer die „Tools zur Hand haben, um ihre Aufgabe zu erledigen“, brauchen sie das vollständige Technologie-Ökosystem - das Bauelement selbst, Software-Development-System, Development-Board, Entwurfs-Ideen und Dokumentation.

Mit dem intelligenten BOM-Tool können Benutzer ihre persönlichen Einstellungen setzen und die eigene Formatierung beibehalten, und es ist das erste Tool mit einer intelligenten Teilesuche mit Part Resolution Intelligence, mit dem Benutzer Bauteile auch ohne vollständige Teilenummer finden können. Stücklisten können als einfache Teillisten oder im Excel-Originalformat des Kunden in das Tool geladen werden. Es ist das einzige Online-Tool für die Stücklistenherstellung, mit der bis zu fünf Spalten mit kundenspezifischen Mengenangaben verarbeitet werden können. Darüber hinaus ist es das einzige Online-Tool, bei dem die Teilenummern der Wettbewerber in der Teilesuche mit angegeben werden können und das automatisch Spalten anhand der Spaltenüberschriften des Kunden auswählt. Es kann nach Alternativteilen suchen und bietet detaillierte

Informationen zum Bauteilstatus – Preis, Lagermenge, Lieferzeit, RoHS-Konformität.

Mit dem neuen Search Accelerator für die beschleunigte Suche wird jeder Webbrowser zu einem Bauteilefinder, indem der Anwender von jeder Website aus Teile nach Nummer oder Schlüsselwort suchen und deren Verfügbarkeit auf www.mouser.de prüfen kann, ohne die aktuelle Website verlassen zu müssen. Dadurch wird die Suche nach neuen Bauteilen erheblich verkürzt. Der Search Accelerator kann mit dem fast überall verbreiteten Microsoft Office-Paket verwendet werden, was die Recherche nach Bauteilinformationen aus oft genutzten Programmen heraus möglich macht. Einfach eine Teilenummer oder ein Schlüsselwort in einer Outlook-E-Mail oder einem Excel-Arbeitsblatt markieren, auf 'Search Mouser' klicken und sofort die Suchergebnisse und Produktdetails sichten.

Erreichbarkeit

Mouser unterhält Kundendienstbüros in aller Welt. Durch sein „Europa-Flagship“ in München und weitere Büros in Großbritannien, Spanien, Italien, Tschechien, Frankreich, Schweden, den Niederlanden und Israel, bietet Mouser Entwicklungsingenieuren und Einkäufern in ganz Europa schnellen und vorbildlichen Kundenservice.

Logistikleistung und Verfügbarkeit

Ein täglich aktualisiertes Produktportfolio von über 700 Zulieferern ist im Hauptsitz von Mouser in Mansfield, Texas jederzeit auf 70.000 Quadratmeter Lagerfläche verfügbar. Mouser arbeitet mit einem modernen schnurlosen Lagermanagementsystem und die Bestellungen sind in der Regel innerhalb von 15 Minuten bearbeitet und bereit zum schnellen Versand an die annähernd 550.000 Kunden in 170 Ländern. □

RUTRONIK

ELECTRONICS WORLDWIDE

Anschrift

Rutronik Elektronische Bauelemente GmbH
 Industriestraße 2
 75228 Ispringen, Germany
 T +49/7231/801-0
 F +49/7231/82282
 rutronik@rutronik.com
 www.rutronik.com

Gründungsjahr

1973

Firmenprofil

Rutronik ist einer der führenden Distributoren für elektronische Bauelemente. Als einer von ganz wenigen Distributoren bietet Rutronik weltweit durchgängigen Support und ein breites, identisches Produktportfolio mit global einheitlichen Liefer-, Zahlungs- und Preisbedingungen gestützt durch eine zentral gesteuerte IT. Haupt-Zielmärkte sind Automotive, Medical, Industrial, Home Appliance, Energy und Lighting. Rutronik ist inhabergeführt und unabhängig.

Produktportfolio

Als Breitband-Distributor führt Rutronik das gesamte Spektrum elektronischer Komponenten: Halbleiter, passive und elektromechanische Bauelemente sowie Storage, Displays & Boards und Wireless Produkte. Das Portfolio ist abgestimmt auf der tatsächlichen Bedarfsstruktur der Kunden und verhilft den Kunden zur Reduzierung ihrer Gesamtkosten. Rutronik ist Franchise-Partner führender Hersteller und setzt dabei auf langfristige und enge Zusammenarbeit. Die Produktauswahl ist geprägt vom Anspruch nach innovativen und hochqualitativen Komponenten.

Dienstleistungsportfolio

Das Dienstleistungsangebot umfasst Consultingservices mit umfangreicher technischer und kommerzieller Unterstützung und

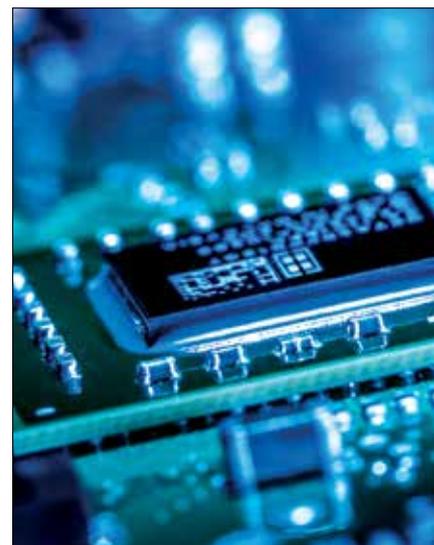
Design-In-Support vor Ort. Mit FAEs, Produktingenieuren, Produktmarketing, Business Development und Supply Chain Managern sowie Vertriebsingenieuren stehen dem Kunden stets die geeigneten Spezialisten zur Verfügung. Modulare und flexible Logistik- und Supply Chain Management Lösungen sorgen für effiziente Beschaffung und Belieferung.

Erreichbarkeit

Erreichbarkeit rund um die Uhr bietet die eCommerce-Plattform Rutronik24.com: Mit Produkt-Katalog, Track&Trace-Funktionen, intelligentem Online-Berater und Kontakt zu den Produktmanagern, Datenblättern, PCN, PTN, automatischer Suche nach alternativen Artikeln und Verknüpfungen zu Herstellern sorgt Rutronik24.com jederzeit für komfortables Procurement und kompakt abrufbare Informationen. Das Tool „Massquotation“ vereinfacht das Bestellen, indem es aus einer Excel-Stückliste automatisch eine Übersicht mit Teilenummern, Verfügbarkeit, Verpackungseinheit und Preis erstellt.

Logistikleistung

Mit seinen Logistik-Lösungen unterstützt Rutronik seine Kunden dabei, schneller, innovativer und kostengünstiger zu produzieren. Die modularen und flexiblen Logistik- und Supply Chain Management Lösungen vom Consulting über Fulfilment Angebote wie Konsignation, Kanban und Lieferplan bis hin zum Controlling sorgen für eine sichere und bedarfsgerechte Belieferung. In



Sachen Traceability ist Rutronik mit seinem selbst entwickelten System absoluter Vorreiter. Die Standard-Traceability-Lösungen oder individuell zugeschnittene Systeme machen das Supply Chain Management der Kunden deutlich sicherer – und das ohne Zeitverlust.

Technischer Support

Applikationsingenieure und Produktspezialisten gewährleisten umfangreiche technische Unterstützung und Design-In-Support vor Ort von der Produktidee über die Serienproduktion bis hin zum Ausphasen am Ende des Produktlebenszyklus. Unter RUTRONIK EMBEDDED bündelt Rutronik ausgewählte Produkt- und Service-Angebote aus den Bereichen Wireless Components, Displays, Boards und Storage Lösungen für industrielle Anwendungen im Internet of Things. Unter RUTRONIK SMART finden Kunden prädestinierte Funktechnik, Sensoren, Mikrocontroller, Powermanagement und Kryptografie-ICs für kleine, oftmals portable Internet of Things Anwendungen. Mit der Automotive Business Unit bietet Rutronik ihren Automotive Kunden spezifische Komponenten selektierter Hersteller sowie technischen und kommerziellen Support auf globaler Ebene. Zusätzliche Services und Kit-Solutions reduzieren Entwicklungsaufwand, Kosten und Time-to-Market der Kunden. Außerdem vermittelt Rutronik gemeinsam mit Herstellern wertvolles Know-how zu aktuellen technischen und marktspezifischen Themen in Seminaren, Webinaren sowie In-House Schulungen beim Kunden. □

AUFGESCHRAUBT: LED-LICHT, DAS FÜR STIMMUNG SORGT

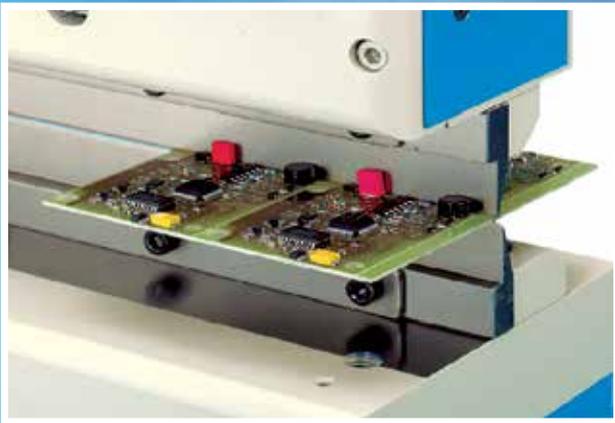
Lava-Lampe 4.0 – das ist dieses Unterwasserlicht, dessen LEDs die Blumenvase, die Badewanne oder das Aquarium zum faszinierenden Blickfang machen. Insgesamt 13 verschiedene Farbtöne kann man mit der zugehörigen Fernbedienung einstellen und so jedem Raum die gewünschte Stimmung verleihen. Es ist möglich, die Farben konstant zu halten, sanft ineinander fließen oder abrupt wechseln zu lassen – für das Lieblingsambiente auf Knopfdruck!



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).

Zum Trennen von Aluminium- leiterplattennutzen NTM 150 NSL - 480 NSL

**erhältlich bis 520 mm
Trennlänge!**



smthybridpackaging
Nürnberg, 05. - 07.06.2018 Halle 4, Stand 4-513

**unbegrenzte
Länge des
Nutzens**



NTG-6R

Technische Änderungen vorbehalten.

Mehr Informationen zu unseren Produkten erhalten Sie unter www.bjz.de

BJZ GmbH & Co. KG
Berwanger Str. 29 • D-75031 Eppingen/Richen

Telefon: +49 -7262-1064-0
Fax: +49 -7262-1063
E-Mail: info@bjz.de
Web: www.bjz.de

One of our
key products:
Trust.

Leistungshalbleiter von Mitsubishi Electric.

Präzise und effiziente Steuerung von dynamischen Prozessen stellt hohe Ansprüche an die Komponenten. Mit über 30 Jahren Entwicklung und Produktion von IGBTs und der Weiterentwicklung wegweisender Technologien bietet Mitsubishi Electric ausgezeichnetes Know-how, um diese Anforderungen zu erfüllen. Neueste Chip-, Aufbau- und Verbindungstechnologien bieten verlängerte Modullebensdauer, hohe Leistungsdichte für kompakte Bauweise, einfache Systemmontage und Unterstützung von skalierbaren Plattformkonzepten.



Mehr Informationen:
semis.info@meg.mee.com
www.mitsubishichips.eu



Scannen und bei
YouTube mehr über die
Produktserie erfahren.

pcim Nürnberg
05. – 07.06.2018
Halle 9
Stand 343

Vortrag, 06. Juni, 11:40–12:00 Uhr
Ausstellerforum, Halle 7, Stand 507
„Highest PWM Switching Frequency
with 1700V Si-IGBT Modules“

Leistungshalbleiter für industrielle Anwendungen



7. Generation IGBT Module im NX-Gehäuse

- 7. Generation IGBT mit CSTBT™ Chip-Technologie
- Übertroffene Langzeitzuverlässigkeit durch optimierte Verbindungstechnik und Hartverguss
- Hohe Lastwechselfähigkeit durch Einsatz neuer IMB-Technologie (Insulated Metal Baseplate)
- Thermisches Interface Material und PressFit Kontakte
- Umfassendes Produktportfolio für 650 V, 1200 V und 1700 V Spannungsklassen

**MITSUBISHI
ELECTRIC**
Changes for the Better