



ENTWICKLUNG
ELEKTRONIK

**ELEKTROMOTOREN,
DIGITALE COCKPITS & KI**

**AUFBRUCH
INS NEUE
AUTOMOBILZEITALTER**

AUTOMOTIVE

Fahrerassistenzsysteme
richtig absichern s. 18

VERBINDUNGSTECHNIK

Elektronik-Platinen
sicher verbinden s. 34

PASSIVE BAUELEMENTE

Mit Geräteschutzsicherung
Schäden vermeiden s. 54



Industrielle Dichtheitsprüfung

Innovative Lösungen für die industrielle Dichtheitsprüfung

Pfeiffer Vacuum bietet umfangreiche Lösungen zur Dichtheitsprüfung und Lecksuche, die entweder mit Luft oder einem spezifischen Prüfgas wie Helium oder Wasserstoff arbeiten. Unsere Produkte kommen in unterschiedlichsten Industrien wie beispielsweise Automotive oder Pharma zum Einsatz. Dabei können sowohl elektronische und mechanische Komponenten als auch versiegelte Produkte wie Verpackungen geprüft werden.

- Schnelle Dichtheitsprüfung mit Luft bei höchster Empfindlichkeit mit unseren ATC Micro-Flow- und Mass Extraction-Technologien
- Breites Portfolio an schnellen und zuverlässigen Helium- und Wasserstoff-Lecksuchern
- Spezielle Lösungen für den industriellen Einsatz sowie modulare Lösungen für den Einsatz in automatisierten Lecksuchsystemen
- Umfassende Applikationsunterstützung durch Lecksuchexperten – von der Definition der Leckrate bis zur Integration des Prüfprozesses
- Ein Ansprechpartner für alles – von Vakuumpumpen und Kammern über Komponenten bis hin zu weiterer Messtechnik

Sie suchen eine perfekte Vakuumlösung? Sprechen Sie uns an:
Pfeiffer Vacuum GmbH · Germany · T +49 6441 802-0 · www.pfeiffer-vacuum.com





Bernhard Haluschak, Chefredakteur E&E: Immer raffiniertere und leistungsfähigere Assistenzsysteme in PKW und LKW unterstützen den Fahrer im Straßenverkehr. Diese suggerieren höhere Sicherheit und mehr Effizienz und verändern somit das Fahrverhalten des Lenkers nachhaltig. Deshalb stelle ich heute die Frage:

WIE SIEHT DIE ZUKUNFT DES AUTOFAHRENS AUS?

Zurücklehnen, entspannen, Zeitung lesen und das Fahrzeug findet selbstständig das per Spracheingabe anvisierte Ziel. Was noch vor einigen Jahren undenkbar war, ist heute bereits versuchsweise möglich. Dagegen gehören heute das fahrerlose Einparken per Knopfdruck, vorausschauende Notbremsung, Abstandsregler beziehungsweise Abstandsregeltempomat, Verkehrszeichenerkennung oder automatisches Spurwechseln sowie ein Nachtsichtsystem in einigen Premiumfahrzeugen zur Serienausstattung. Auch intelligente Sprachsteuerung und berührungslose Bedienung des Infotainmentsystems hat sich im Automobil bereits etabliert. Geht die Entwicklung so weiter, werden autonom fahrende Fahrzeuge den Menschen hinter dem Steuer ersetzen und zukünftig die Fahrzeuglandschaft prägen. Dank intelligenter Technik wird der Anwender mobil ein Fahrzeug buchen können, das ihn am vereinbarten Ort abholt und autonom zum Ziel fährt.

Mit der fortschreitenden Entwicklung des autonomen Fahrens inklusive der gesetzlich notwendigen Grundlagen wird vorerst die Verkehrslandschaft ein heterogenes Bild prägen. So werden neben herkömmlich per Mensch gelenkten Fahrzeugen auch autonom fahrende Kraftwagen die Straßen nutzen, das natürlich zu einem gewissen Spannungsfeld führen wird. Wie diese Koexistenz zwischen Menschen und Maschinen vernünftig gelöst wird, bleibt abzuwarten. Für eingefleischte Automobilisten oder Straßenromantiker wird da wenig Platz übrigbleiben.

Nun wünsche ich Ihnen viel Spaß beim Lesen dieser Ausgabe und nutzwertige Erkenntnisse für Ihre Arbeit.



RUTRONIK
ELECTRONICS WORLDWIDE

RUTRONIK 24
next generation e-commerce

www.rutronik24.com/intel-nuc



Authorised
Distributor

Intel® NUC

Kleines Format. Grosse Leistung.

Mit diesen vollwertigen maßgeschneiderten Mini-PCs für Industrie, den modernen Arbeitsplatz vom Schreibtisch bis zum Konferenzraum und der digitalen Beschilderung, arbeiten Sie mit Profi-Power. Ein Intel® NUC wird Ihnen die Arbeit erleichtern. Was immer Sie tun mögen, tun Sie es mit einem Intel® NUC.

Vorteile

- Mini-PCs im kleinen Format mit der Leistung eines Desktop-PCs.
- Verbraucht nur wenig Energie im Vergleich zu einem PC in Standardgröße.
- Einfache Installation und einfaches Hinzufügen von Geräten, die sich schnell skalieren lassen.

Sie wollen Ihre Produktivität mit einem NUC steigern und damit Ihre Kunden beeindrucken?

Sprechen Sie uns an **+49 (0)7231 801-1290**

Committed to excellence



www.rutronik.com

INHALT

AUFTAKT

- 06 Im Rampenlicht
- 08 Highlights der Branche

FOKUS: AUTOMOTIVE

- 12 Mit kundenspezifischen SoCs zum digitalen Cockpit
- 14 Neue Testverfahren auf Konformität und Stabilität in Fahrzeugen
- 18 Neue Methode zur Absicherung von Fahrerassistenzsystemen
- 22 Fahrerloser Lastentransport unter der Lupe

DISTRIBUTION & DIENSTLEISTUNG

- 26 Distribution im Wandel
- 28 Präzision in der Mikroelektronik-Fertigung

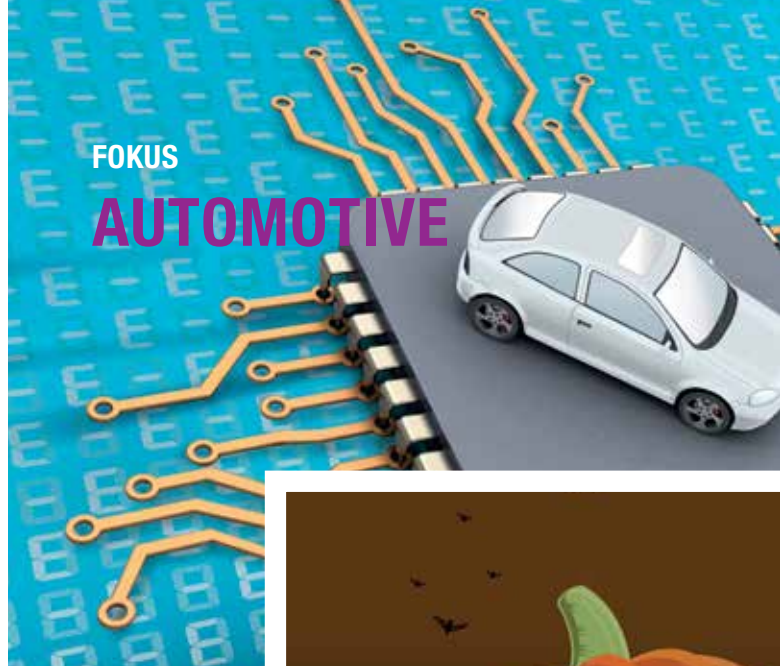
VERBINDUNGSTECHNIK & WIRELESS

- 31 Auf die richtige LED-Anschlusstechnik kommt es an
- 34 Elektrische Platinen zuverlässig verbinden

RUBRIKEN

- 03 Editorial
- 10 Ackermanns Seitenblicke
Datenmüll versaut CO2-Bilanz
- 11 Promotion: Rubrikopener Socionext
- 49 Impressum & Firmenverzeichnis
- 66 Die Zahl

TITELBILD: ISTOCK, SYLVERARTS



31

VERBINDUNGSTECHNIK

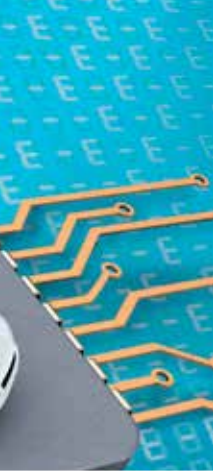
Die richtige LED-Anschlusstechnik wählen



42

MIKROCONTROLLER

Anwendungen richtig beschleunigen



ab S. **11**

FOKUSTHEMA

Mit SoCs zum digitalen Cockpit



54

GERÄTESCHUTZSICHERUNG

Ungewollte Ausfallzeiten vermeiden

EMBEDDED-SYSTEME & MIKROCONTROLLER

- 38** So vereinfachen System-on-Modules Board-Designs
- 42** Passende Mikrocontroller in System-Designs beschleunigen Anwendungen

DER ENTWICKLUNGSLEITER

- 46** Leistungsstarke Netzteile kostengünstig entwickeln

ENTWICKLUNGSTOOLS & PROTOTYPING

- 50** Darauf müssen Sie beim COM-HPC Carrier Board Design achten

PASSIVE BAUELEMENTE & ELEKTROMECHANIK

- 54** Die richtige Geräteschutzsicherung auswählen

DISPLAYS & HMI

- 58** So lernen Geräte sprechen
- 62** Herausforderung: Touchcontroller-Programmierung

You CAN get it...

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



PCAN-Router Pro FD

Frei programmierbarer 6-Kanal-Router für CAN und CAN FD. Auslieferung inklusive Entwicklungspaket mit Programmierbeispielen.

ab **980 €**



PCAN-USB Pro FD

High-Speed-USB 2.0-Interface für die Anbindung von bis zu 2 CAN-FD- und 2 LIN-Bussen mit galvanischer Trennung.

490 €



PCAN-Explorer 6

Professionelle Windows®-Software zur Steuerung und Überwachung von CAN-FD- und CAN-Bussen.

ab **510 €**

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

www.peak-system.com



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

EFFIZIENTE CHIPPRODUKTION

SMART CHIPS FÜR DEN WELTRAUM

Unterschiedliche integrierte Schaltkreise für Weltraummissionen werden auf einem einzigen Siliziumplättchen geätzt und anschließend für die Weiterverarbeitung sorgfältig geprüft.

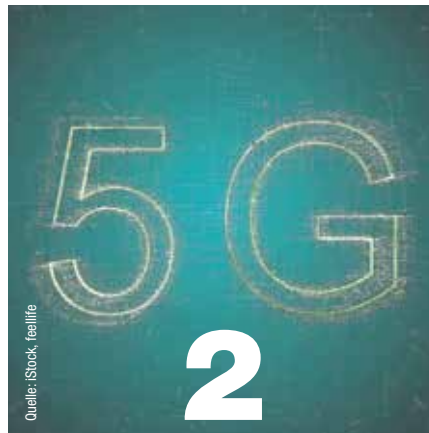
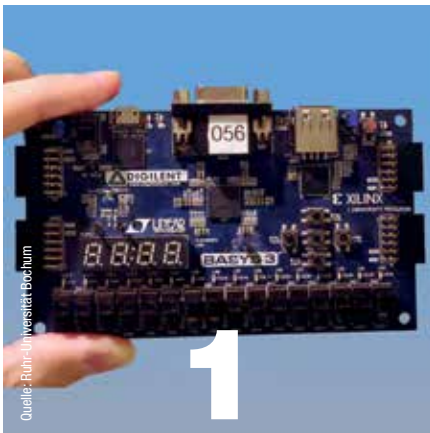
TEXT: ESA-A, Le Floc'h BILD: Anneke Le Floc'h

Um Geld für die hohen Herstellungskosten zu sparen, werden verschiedene Chips, die von unterschiedlichen Firmen entworfen wurden und für mehrere ESA-Projekte bestimmt sind, auf dieselben Siliziumscheiben gepresst und in spezialisierten Halbleiterfertigungsanlagen oder "Fabs" an Ort und Stelle geätzt. Nach der Herstellung werden die Chips, die sich noch auf dem Plättchen befinden, getestet. Anschließend werden die Plättchen zerschnitten. Sie werden einsatzbereit, wenn sie in Schutzgehäusen untergebracht werden - genau wie herkömmliche terrestrische Mikroprozessoren - und durchlaufen abschließende Qualitätstests. Durch kleine Metallstifte oder Kugeln, die aus ihren Gehäusen herausragen, werden diese Miniaturgehirne dann mit anderen Schaltungselementen - wie Sensoren, Aktuatoren, Speicher- oder Stromversorgungssystemen - verbunden, die im gesamten Satelliten verwendet werden. In Anbetracht der Zeit und des Geldes, die für die Entwicklung komplexer Chips wie dieser benötigt werden, unterhält die Mikroelektronik-Abteilung der ESA einen Katalog von Chip-Designs, die als IP-Kerne (Intellectual Property) bekannt sind und der europäischen Industrie über eine ESA-Lizenz zur Verfügung stehen. Man kann sich diese IP-Kerne als die kleinsten "Bausteine" einer Mission vorstellen: spezielle Designs für bestimmte Aufgaben im Weltraum, die in einem Mikrochip festgelegt sind. Diese reichen von einzelnen "einfacheren" Funktionen wie der Dekodierung von Signalen von der Erde zur Steuerung des Satelliten bis hin zu hochkomplexen Computeraufgaben wie dem Betrieb eines kompletten Raumfahrzeugs.

6

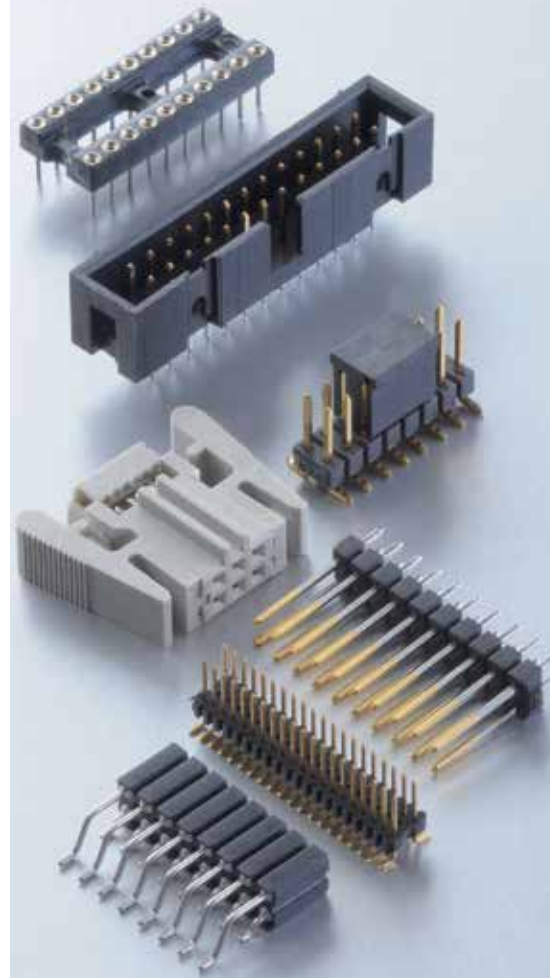
HIGHLIGHTS

Fakten, Trends und Neues: Was hat sich in der Branche getan? Das größte 5G-Netz Europas ging an den Start, eine neue Ladesäule kommt mit zwei Leistungsstufen aus und der Geschäftsführer von Garz & Fricke verließ das Unternehmen. Außerdem wurden bei FPGAs eine gravierende Sicherheitslücke entdeckt.



Steckverbinder

- RoHS konforme Steckverbinder
- hochtemperaturbeständige Isolierkörper
- gedrehte Präzisionskontakte mit vergoldeter Innenfeder
- spezielle Verpackungsformen
- kundenspezifische Ausführungen



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

Wir stellen aus:
 Anwenderkongress Steckverbinder
 in Würzburg vom 29.06.-01.07.20

FPGAs

Sicherheitslücke

Forscher des Horst-Görtz-Instituts und des Max-Planck-Instituts entdeckten eine kritische Sicherheitslücke bei FPGAs. Über die Schwachstelle „StarBleed“ können Angreifer die Kontrolle über die Chips erhalten. Die Sicherheitslücke lässt sich nur durch Austauschen der Chips beheben.

Erfahren Sie mehr: industr.com/2478977

1

5G-Technologie

Forschungsnetz

Der 5G-Industry Campus Europe hat sein 5G-Forschungsnetz von Fraunhofer eingeschaltet. Das bislang größte Funknetz Europas umspannt eine Fläche von einem Quadratkilometer und verfügt 19 Antennen. Es dient dazu, die Einsatzgebiete von 5G in der industriellen Anwendung zu erproben.

Erfahren Sie mehr: industr.com/2519723

2

Personale

Geschäftsführung

Manfred Garz, einer der Co-Gründer von Garz & Fricke zog sich Ende April aus der Geschäftsführung zurück. Im Jahr 1992 hatte er das Unternehmen gemeinsam mit Matthias Fricke gegründet. Sein Nachfolger ist ein Manager eines international agierenden Technologieunternehmens.

Erfahren Sie mehr: industr.com/2479606

3

3D-Fertigung

LED-Drucker

An der TU Graz wurde eine neuartige Methode des 3D-Druckens entwickelt, bei der LEDs verwendet werden. Beim Selective LED based Melting wird Metallpulver durch Leuchtdioden gezielt mit Hochleistungs-LED-Strahlen geschmolzen. Die neue Technik wurde zum Patent angemeldet.

Erfahren Sie mehr: industr.com/2480594

4

OLEDs

Elektrolumineszenz

Forschende am Paul-Scherrer-Institut haben eine Substanz gefunden, die helfen könnte, in Zukunft neue Leuchtmittel schnell und preisgünstig zu entwickeln. Die Moleküle der Verbindung nehmen ihnen zugeführte Energie auf und strahlen sie in Form von intensiv grünem Licht wieder ab.

Erfahren Sie mehr: industr.com/2519023

5

Elektromobilität

Ladesäulen

Die TH Köln und AixControl haben eine kostensparende Ladesäule für Elektroautos mit zwei statt drei Leistungsstufen entwickelt. Dazu bauten sie in die zweite Stufe eine Gangschaltung ein. Es arbeitet im Spannungsbereich von 200 bis 900 V und ermöglicht auch bidirektionales Laden.

Erfahren Sie mehr: industr.com/2520077

6

ACKERMANN'S SEITENBLICKE

Datenmüll versaut CO₂-Bilanz

Im vorigen Monat habe ich eine Lanze für die Langzeit-Datenspeicherung gebrochen. Doch diesmal möchte ich das Thema von der anderen Seite her betrachten: Wie viele der gespeicherten Daten sind ungenutzt, Müll, "Dark Data"?

Wir könnten ja der Ansicht sein, dass die Unmengen von nutzlosen, veralteten, fehlerhaften, redundanten oder schlicht vergessenen Daten auf allerlei Speichern, Servern, in Rechenzentren und in der Cloud keinen unmittelbaren Schaden anrichten. Per se wohl nicht. Allerdings, so hat eine Untersuchung von True Global Intelligence in Verbindung mit der Splunk Inc. festgestellt: Das unstrukturierte Horten von Datenmüll erzeugt alljährlich durch Bindung von Speicherressourcen und Energie nicht nur hohe Kosten, sondern pumpt auch mehrere Millionen Tonnen CO₂ unnötig in die Atmosphäre.

Das geht jeden was an. Fangen wir doch ganz klein an, nämlich bei uns selbst: Die unzähligen Fotos, Mails, Dateien und Videos auf dem Handy sind, verstärkt und vervielfacht durch soziale Medien, bereits in meinem Zwei-Personen-Haushalt oft mehrfach vorhanden: auch im zweiten Smart-

phone, in zwei PCs, auf Festplatten oder USB-Sticks, sowie in der Cloud. Wie oft schaut man das alles denn noch an? Das ist alles andere als irrelevant: Weltweit gibt es mehr Mobilfunkverträge als Menschen, rund 8 Milliarden!

Meist kennen Unternehmen bei mehr als der Hälfte (bis 75 Prozent) ihrer Daten weder den Inhalt noch den Wert. Die globale Gesamtmenge an Daten soll sich laut statista von 33 Zetabyte (ZB, 1021 Byte) im Jahre 2018 bereits 2025 mehr als verfünffachen. Dann würde der Anteil der Dark Data viermal so hoch liegen wie heute, bei rund 90 ZB. Darunter versteckt sich mit Sicherheit viel Wertvolles, das indes durch fehlendes Know-how, fehlende Zeit und Ressourcen ungenutzt bleibt und verkommt, aber eben nicht von alleine verschwindet. Es sei denn, man schreddert die Hardware (und erzeugt auf diese Weise wieder anderen Müll).

Was tun gegen die unbeherrschbare Datenflut? Von deren Existenz die Führungskräfte und IT-Spezialisten sehr wohl wissen, denen aber die kompetenten Mitarbeiter, das Wissen und die Werkzeuge fehlen, um sie einzuordnen und sinnvoll zu nutzen? Es gibt dafür leider keine Patentlösung. Doch es beginnt wohl unentrinnbar mit dem Überblick über die vorhandenen Datenbestände (Data Map-

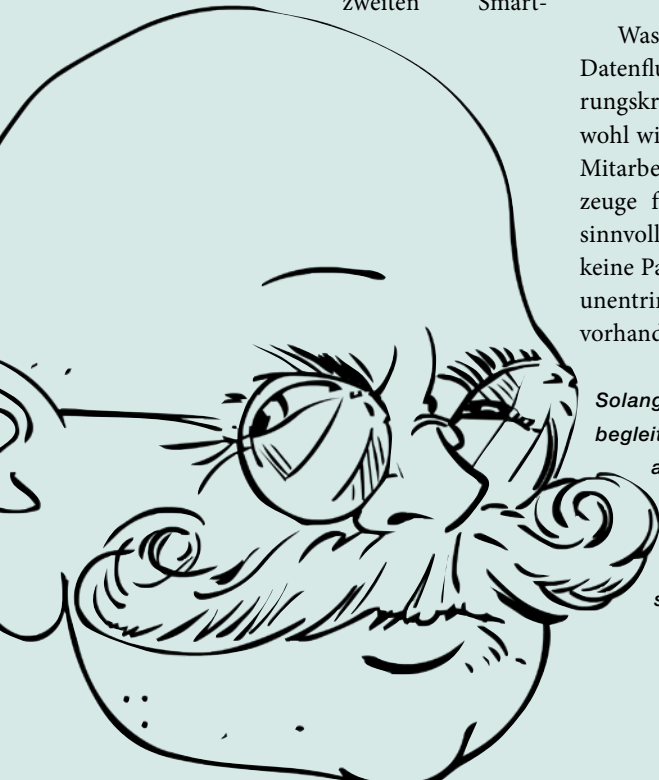
ping und Data Discovery) und deren Einstufung – wo sind sie abgelegt, wie lange sollen sie gespeichert bleiben, wer hat Zugriffs- und wer hat Löschberechtigung. Dass dabei Risiko- und Sicherheitsüberlegungen mit eingebunden werden müssen, versteht sich von selbst.

Einen Teil dieser Analyse sowie der Nachverfolgung einschließlich der Berichterstattung können moderne Softwareprogramme übernehmen. Und, wie könnte es anders sein, die überwiegende Mehrheit der Unternehmenslenker setzt ihre Hoffnung diesbezüglich auf die künstliche Intelligenz, die dabei möglicherweise sogar Qualifikationslücken in der IT ausgleichen sollte. Bislang nutzt nur jede achte Firma KI zum Ausrichten ihrer Geschäftsstrategie ein.

Im Anschluss an die Analyse geht's dann ans Eingemachte: die Reduzierung der Datenmenge durch risikofreies Löschen sowie die Klassifizierung des entstehenden Konzentrats nach flexiblen Regeln. Das klingt nach keiner leichten Aufgabe, und es ist sogar noch schwieriger: Nach der DSGVO müssen bestimmte (vor allem personenbezogene) Datenverstöße an zuständige Aufsichtsbehörden gemeldet und die betroffenen Personen informiert werden. Es gilt also, Compliance-konform zu handeln. Dann geht's mit schlankem Datenbestand in die Zukunft...

Was lernen wir daraus? Nichts Neues. Nur dass wir bereits bei der Datengenerierung an die Weiterverwendung/Löschung denken und diese konsequent durchführen sollten. Sonst ersticken wir schnell an Big Data! □

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.



FOKUSTHEMA WIRD PRÄSENTIERT VON: SOCIONEXT



AUTOMOTIVE

ASICs ALS DIFFERENZIERER FÜR MODERNE ADAS UND IVI-SYSTEME

Mit kundenspezifischen SoCs zum digitalen Cockpit

Auf dem Weg zum autonomen Fahren setzen sich die Veränderungen im Fahrzeuginneren immer weiter fort. Dabei verschmelzen IVI (In-Vehicle Infotainment) und ADAS (Advanced Driver Assistance Systems) Systeme, um ein verbessertes Fahrerlebnis und gleichzeitig erhöhte Sicherheit zu gewährleisten. Zur Implementierung dieser Features sind komplexe Hard- und Softwarelösungen notwendig. Kundenspezifische SoCs - auch ASICs (Application Specific Integrated Circuits) genannt - bieten hierfür die ideale kunden- und anwendungsoptimierte Plattform.

TEXT: Markus Moosmüller und Stephan Ahles, Socionext BILDER: Socionext, RO: iStock, Madmaxer

Heutzutage berücksichtigen Autokäufer bei ihrer Kaufentscheidung mehr als nur die reine Optik und die Fahreigenschaften eines Fahrzeugs. Eine wichtige Rolle spielt auch die Konnektivität und eine nahtlose Integration mobiler Geräte, eine einfache und komfortable Bedienung durch Touch-Konzepte mit Sprach- und Gesteneingabe und die Möglichkeit der Personalisierung, beispielsweise über Anwenderprofile für Licht-, Audio- oder die Sitzeinstellungen. Mithilfe von künstlicher Intelligenz und biometrischer Erkennung auch automatisch und übertragbar von Fahrzeug zu Fahrzeug.

Damit rückt bei der Spezifizierung neuer IVI-Systeme der Mensch und dessen persönliche Bedürfnisse und Anforderungen immer mehr in den Mittelpunkt. Dieser Trend wird sich noch weiter verstärken, wenn durch die Einführung von autonomen Fahrzeugen der Stufe 3 und 4 das eigentliche Fahren im Auto zur Nebensache wird und sich ganz neue Möglichkeiten zur Unterhaltung der Fahrgäste in Verbindung mit In-Car Zahlungsmöglichkeiten ergeben.

Dargestellt wird dies dem Fahrer zukünftig über ein rein digitales Cockpit, welches alle relevanten Informationen auf einem nahtlosen Breitbildschirm, bestehend aus mehreren hochauflösenden Displays, präsentiert. Zur weiteren Verbesserung des Fahrerlebnisses und der Erhöhung von Komfort und Sicherheit integrieren moderne IVI-Systeme auch eine Vielzahl von ADAS-Features.

Hierzu müssen Informationen von den vielen Sensoren, wie Radar, Lidar, Ultraschall und Kameras, sinnvoll verarbeitet und Entscheidungen in Echtzeit getroffen werden. Mithilfe von Deep Learning und Objekterkennung werden zusätzliche Informationen gewonnen, die zur Unterstützung des Fahrers und der Erhöhung des Komforts beitragen. Typische Applikationen wären beispielsweise 360 Grad Surround View, Parkassistenten und Driver Monitoring.

Um die genannten Features zu implementieren, ist komplexe Hard- und Software notwendig. Auf Hardwareseite erfordern sowohl IVI als auch ADAS komplexe Multiprozessorsysteme mit hohen Rechenleistungen, die nur in Form von hochintegrierten Schaltungen verwirklicht werden können.

Dies sei hier am Beispiel ADAS Videodatenverarbeitung erläutert. Um die Fahrzeugumgebung und andere Verkehrsteilnehmer auf Videodaten zu erkennen, werden oft sog. CNNs (Convolutional Neural Networks) eingesetzt. Diese lernfähigen Systeme bilden biologische Hirnzellen in elektronischer Form nach und haben sich zum Beispiel im Bereich Bilderkennung bewährt. Im Fahrzeug werden sogenannte CNN Inferenz-Systeme eingesetzt, die ein CNN nachbilden, das bereits „gelernt“ hat, bestimmte Strukturen zu erkennen.



CNNs werden in Hardware mit einer Mischung aus DSPs (Digital Signalprozessoren), GPUs (Graphical Processing Units) und NNPs (Neural Network Processors) nachgebildet. Eine große Herausforderung bei dieser Art von System, ist der enorm große Datenfluss zwischen Speicher und Recheneinheiten. Moderne und schnelle Memory Interfaces wie LP-DDR5 oder HBM, aber auch gutes Systemdesign, um ein eventuelles Nadelöhr zu verhindern, sind daher wichtig für ADAS.

Der amerikanische Elektrofahrzeug-Pionier Tesla Inc. hat 2019 einen eigenen ADAS Chip namens FSD (Full Self Driving) entwickelt und dessen Architektur offengelegt. Neben einem LP-DDR4 Speicherinterface hat Tesla auch einen 1Gpixel/s ISP (Image Signal Processor), zwei mit 2 GHz getaktete NNPs, eine mit 1GHz getaktete GPU und eine 12-Kern ARM CortexA72 CPU (2.2 GHz) verbaut. Insgesamt liefert der 260 mm² große Chip 50 TOPS (Trillion Operations Per Second), das heißt 50 x 10¹² Rechenoperationen pro Sekunde bei 100W Leistungsverbrauch. Da 100 TOPS als Voraussetzung für ein voll-autonomes Fahrzeug gelten, plant Tesla, den Chip doppelt zu verbauen.

Im Bereich IVI gibt es ähnliche Anforderungen, da auch hier Rechenleistung benötigt wird, um beispielsweise Bilddaten von mehreren Quellen zusammensetzen wie bei Surround View und/oder zu „verstehen“ wie für Driver Monitoring. Im Gegensatz zu ADAS wird ein IVI-Chip weniger CNN-lastig sein, aber trotzdem werden CPUs, GPUs und vermutlich auch NNP-Blöcke benötigt.

Als Halbleitertechnologien für integrierte Schaltungen im Bereich ADAS und IVI bieten sich im Moment 7nm oder 5nm CMOS Technologien an. Diese erlauben die oben beschriebenen Taktraten (>2 GHz), so-

wie die hohen Integrationsdichten und reduzieren den Stromverbrauch auf das im Moment mögliche Minimum.

Die Integration von Hochleistungsrechnern auf einem IC ist eine große Herausforderung. Es ist nicht damit getan, die für die erzielbare Rechenleistung nötigen Blöcke (CPUs, GPUs oder NNAs) auf einem Chip zu integrieren. Man muss natürlich auch sicherstellen, dass die Busarchitektur flexibel und breitbandig genug ist, den nötigen Datenfluß zu erlauben. Dabei muss man die resultierende Chipfläche, die ja einen direkten Einfluß auf die Stückkosten hat, sowie die Leistungsaufnahme der Gesamtschaltung immer im Auge behalten.

Eine applikationsspezifische Implementierung mittels ASIC ist eine optimale Methode um diese - teils in Konflikt stehenden - Anforderungen unter einen Hut zu bekommen und auf die jeweilige Anwendung hin zu optimieren. Außerdem ermöglichen es ASICs, proprietäre Algorithmen und Methoden direkt in Hardware zu implementieren. Dies kann dabei helfen, das eigene Produkt von der Konkurrenz abzuheben und einen klaren Wettbewerbsvorteil zu erzielen.

Es zahlt sich daher für Automobilhersteller und -zulieferer aus, im Bereich ASIC-Konzeption und Entwicklung Know-how aufzubauen bzw. zu vertiefen. Socionext hat langjährige Erfahrungen hinsichtlich Automotive ASIC und ist - als weltweit zweitgrößter Fabless ASIC-Anbieter - ein verlässlicher Partner in diesem Bereich. Außer den im ASIC-Bereich üblichen Digitaldesign- und Layout-Services, bietet Socionext das komplette Spektrum für Automotive-Kunden einschließlich Spezifikationserstellung, ISO26262-Support sowie vollständigem IP-Einkauf und Logistik. □



V2X UND C-V2X

Testen auf Konformität und Stabilität

Mit der zunehmenden Vernetzung von Fahrzeugen untereinander sowie mit der Infrastruktur mittels V2X-Kommunikation ergeben sich neue Anforderungen an die Testverfahren solch vernetzter Systeme.

TEXT: Manfred Miller, Nordsys BILDER: Nordsys; iStock, diephosi

Nicht nur, dass sich Fahrzeuge der verschiedenen Hersteller und Marken untereinander verständigen können müssen – mit der Einbeziehung der Infrastruktur in ein V2X-Netzwerk wächst die Anzahl der beteiligten Kommunikationsteilnehmer und damit zwangsläufig auch die Zahl von möglichen Fehlerquellen. Mit der V2X-Kommunikation kommen nun externe Datenquellen ins Spiel, ohne die ein funktionales Testen der V2X-Anwendung gar nicht möglich ist.

Beim Testen von Kommunikationslösungen ist die Konformität und Kompatibilität auf der physikalischen Ebene eine Grundvoraussetzung für eine erfolgreiche Übertragung von Informationen. Sprich: Fragen wie Frequenzstabilität oder Out-of-Band Emissionen sind auch bei V2X-Testlösungen grundlegende Testumfänge. Zudem muss auf Transport- und Protokollebene die Konformität gegen die entsprechenden Spezifikationen getestet werden. Bereits an diesem Punkt unterscheiden sich die verschiedenen Testverfahren für V2X-Systeme von anderen Kommunikationsstandards wie etwa WiFi oder Bluetooth. Um diesen besonderen Zusammenhang besser zu verstehen, ist die generelle Funktionsweise der V2X-Kommunikation erforderlich:

Beim Datenaustausch über V2X gibt es bei der Kommunikation keinen bidirektionale Datenstrom, der auf dem Prinzip „Anfrage und Antwort“ beruht.

Vielmehr verwenden die Teilnehmer in einem V2X Netzwerk in der Regel Broadcasts (in einigen Fällen auch Multi- oder Unicast), um Informationen auszutauschen. Je nach Nachrichtentyp werden diese Broadcast-Nachrichten entweder periodisch oder bei Eintreten eines definierten Ereignisses („Event“) generiert und ausgesendet. Die Datenstruktur der Nachrichten, sprich der Aufbau, Feldlängen, Datentypen sowie die gültigen Wertebereiche der einzelnen Datenelemente sind hierbei standardisiert. Wobei an dieser Stelle anzumerken ist, dass es nicht „den Einen“ weltweiten Standard für die Nachrichtenformate gibt, sondern derer verschiedene in den unterschiedlichen Weltregionen wie etwa der EU, den USA oder China.

Konformitätstest mit TTCN-3

Bei der Konformitätsprüfung des Kommunikationsstacks - also der Teil, der für den korrekten Aufbau und den spezifikationskonformen Inhalt einer Nachricht verantwortlich ist – wird üblicherweise auf TTCN-3 als Testsprache gesetzt. Dabei wird der V2X-Softwarestack über eine speziell hierfür implementierte Testschnittstelle mit Test-Daten beschickt und die Ausgabedaten mit dem erwarteten Ergebnis oder einem Ergebnismuster verglichen. Die

Prüfung auf Protokoll-Konformität wird schon seit vielen Jahren in der Telekommunikationsbranche verwendet und hat sich bewährt. Mit den entsprechenden Tools wie etwa „Titan“ können diese spe-

Ein Beispiel für ein Lasttest-Szenario: Vier V2X-Stationen erzeugen insgesamt 256 DENM Nachrichten pro Sekunde. Das Szenario wird in einem Editor erstellt und kann jederzeit reproduziert werden.



ziellen Tests in TTCN-3 erstellt und eigenständig ausgeführt werden.

Diese Vorgehensweise ist in sich korrekt und Stand der Technik, sie liefert jedoch nur insofern valide Ergebnisse,

als dass der Prüflauf immer nur einen begrenzten Satz von Test-Daten verwendet. Ob sich das „System Under Test“ bei vom Test abweichenden Input-Daten ebenfalls korrekt verhält, lässt sich anhand dieser Methode nicht feststellen. Der Test auf Konformität mit der zugrundeliegenden Spezifikation beschränkt sich deshalb auf Konformität gegenüber den Testfällen. Letztlich kann über diese Testmethode nur punktuell geprüft werden, ob der Kommunikationsstack die eingehenden Nachrichten entsprechend der Spezifikation verarbeitet und ausgehende Nachrichten korrekt erzeugt. Die auf TTCN-3 basierenden Testverfahren entsprechen damit einer klinischen Stichprobenprüfung auf Konformität. Das Dilemma dabei ist, dass es rein rechnerisch selbst bei relativ einfach aufgebauten Nachrichtentypen (zum Beispiel DENM) etwa 1040 Wertekombinationen gibt, die der Kommunikationsstack alle korrekt und vor allen Dingen zuverlässig abarbeiten können muss. Das Abtesten sämtlicher Kombinationen ist aufgrund der schieren Menge nicht möglich.

V2X-Lasttests

Die Stabilität eines V2X-Systems hängt unter anderem da-

mit zusammen, wie es auf eingehende Nachrichten reagiert. Nachrichten, die der Spezifikation entsprechen, müssen selbstredend sicher und zuverlässig verarbeitet werden. Die Frage, wie robust ein System ist, hängt im Wesentlichen von zwei Faktoren ab: Toleranz gegenüber sogenannten „malformed Messages“, also fehlerhaften Nachrichten, sowie das Verhalten bei sehr hoher Last. Die Durchführung von Lasttests im Bereich der V2X-Kommunikation führt schnell zu der Frage, wie eine hohe Last – sprich sehr viele Nachrichten von vielen Netzwerkknoten – erzeugt werden kann. Die naheliegendste Lösung für die Lasterzeugung wäre die Ausrüstung einer ganzen Fahrzeugflotte mit V2X-Sendern für die Testdurchführung. Theoretisch ist dies zwar möglich, der Aufwand hierfür jedoch viel zu groß. Bleibt die Installation und der Betrieb von hunderten V2X-Modems im Labor als Lastquelle? Allein der Anschaffungs- und Installationsaufwand wäre enorm. Der Betrieb auf engem Raum, etwa in einer Testkammer, ist auch angesichts der damit einhergehenden EMV-Probleme nicht ratsam.

Hinzu kommt, dass die Modems alle gesteuert und synchronisiert sein müssen, um später reproduzierbare Testläufe für Regressionstests durchführen zu können. Ein weiterer Punkt, den es bei Lasttests zu berücksichtigen gilt, sind die verschiedenen Nachrichtentypen. In einem realen Lastszenario, wie es auch auf einer



Ein realitätsnahes Verkehrsszenario mit vielen V2X-Netzwerkknoten und verschiedenen Nachrichtentypen, einer Stausituation und Ampeln. Im Laborprüfstand waveBEE hive können solche komplexen Testszenarien geprüft werden.

viel befahrenen, mehrspurigen Kreuzung der Fall ist, sind neben einer Vielzahl von CAM- und DENM- beziehungsweise BSM-Nachrichten auch noch SPATEM-, MAPEM oder IVIM-Nachrichten in den Lasttest mit einzubeziehen. Betrachtet man die verkehrliche Situation in den Großstädten Chinas mit mehrstöckigen Fahrbahnen, wird schnell klar, dass die Anzahl der Nachrichten bis zur Kanalauslastung führen kann. Die Betrachtung unterschiedlicher Nachrichtentypen ist deshalb erforderlich, da der Rechenaufwand sich bei den verschiedenen Nachrichtentypen unterscheidet. Ebenso spielen die Sendefrequenz und die Anzahl der Netzwerkknoten bei den Tests eine Rolle.

1x1 der Lastgenerierung

So können beispielsweise 1000 Nachrichten pro Sekunde von 100 Netzkonten bei 10 Hz erzeugt werden, oder aber eben auch von 200 Netzkonten bei 5 Hz. In den beiden skizzierten Fällen werden zwar jeweils 1000 Nachrichten pro Sekunde für den Test herangezogen, die dabei entstehende Last für das zu prüfende System ist jedoch verschieden. Wie bereits erwähnt, spielt es auch eine Rolle, um welche Nachrichtentypen es sich handelt. Da in den derzeit spezifizierten Nachrichten nicht alle Datenelemente verpflichtend mit Werten befüllt sein müssen, lässt auch der Aspekt des tatsächlichen Payloads viel Spielraum für noch weiterführende

Setups bei der Durchführung von Lasttests. Die derzeit häufig in Lastenheften gestellte Anforderung, „das V2X-System muss x-tausend Nachrichten pro Sekunde verarbeiten können“ greift daher ohne nähere Definitionen nach den oben skizzierten Kriterien viel zu kurz, ist aber in der Praxis weit verbreitet.

Auf die Signatur kommt es an

Die Durchführung von realitätsnahen Lasttests kann letztlich nur mittels signierter Nachrichten erfolgen. Insofern bietet es sich an, auch das korrekte Signieren und Verifizieren durch den Prüfling im Testsystem mit zu Berücksichtigen. Dabei ist zu prüfen, ob der Prüfling korrekte Signaturen aus validen Zertifikaten erzeugt. In der Empfangsrichtung muss das Device und der Test gültige Signaturen erkennen und die Nachrichteninhalte anschließend verarbeiten. Im Fall des Empfangs von nicht signierten oder ungültig signierten Nachrichten muss das System dies zumindest erkennen. Wie mit solchen Nachrichten dann zu verfahren ist, bleibt dem jeweiligen Hersteller überlassen. In der Regel werden ungültig signierte Nachrichten verworfen.

Wenn die Basis stabil ist

Für eine funktionierende V2X-Kommunikation ist die Standardisierung der Kommunikation unerlässlich. Nahelie-

gend ist die Standardisierung nach dem OSI-Referenzmodell auf den Schichten 1-5. In Wirklichkeit geht die erforderliche Standardisierung jedoch noch weiter und umfasst neben allen sieben OSI-Schichten noch zusätzlich die auf Schicht 7 aufsetzende ITS-Anwendungsebene (ITS = Intelligent Transportation Systems). Voriges gilt zumindest für den Fall, dass ereignisgetriggerte Daten erzeugt und ausgesendet werden sollen. Auf Seite des Empfängers ist die ITS-Anwendungsebene dagegen nicht näher standardisiert. Das heißt, der Empfänger kann weitgehend selbst entscheiden, ob und wie er die empfangenen Daten verarbeitet.

Ein Beispiel soll den Sachverhalt verdeutlichen: Die ITS-Anwendung „Slow or Stationary Vehicle Warning (SSVW)“ soll vor langsam fahrenden oder stehenden Fahrzeugen warnen. Hierzu muss unter anderem definiert sein, ab wann ein Fahrzeug als stehendes Hindernis zu betrachten ist und bis zu welcher Geschwindigkeit es als „langsam“ gilt. Die Bedingungen, unter denen dann die entsprechende Warnnachricht in Form einer DENM (Decentralized Environmental Notification Message) erzeugt und gesendet werden darf, sind entsprechend standardisiert. Die DENM selbst muss als Nachricht natürlich auch standardisiert sein.

Das oben beschriebene Szenario erfordert für die funktionalen Test eine



Detailsicht auf eine Stausituation an einer Autobahnabfahrt mit sich anschließender Ampelkreuzung. Die Anzahl der V2X-Netzknotten steigt in einem solchen Fall schnell an und erfordert entsprechende Tests.

andere Vorgehensweise, als dies bei herkömmlichen, in sich abgeschlossenen Bordnetzen der Fall war: Bestandteil des Testszenarios ist dann nicht mehr die Restbussimulation wie im fahrzeugeignen Bordnetz, sondern es muss vielmehr eine Restverkehrssimulation bereit gestellt werden, die zumindest die Nachrichten auf der Luftschnittstelle möglichst realitätsnah abbildet. Eine nähergehende Betrachtung des umgebenden Verkehrs ist meist nicht nötig, denn letztlich sind nur die ausgesendeten Nachrichten für den Test entscheidend.

Alle reden miteinander

Externe Daten können von anderen Fahrzeugen stammen (V2V-Kommunikation) oder von der Infrastruktur (I2V-Kommunikation), wie etwa Lichtsignalanlagen. Kurz: Dem Verkehrsgeschehen, das sich um das eigene Fahrzeug herum abspielt. Insofern ist bei Testlösungen nicht nur der Restbus des eigenen Fahrzeuges (das Ego-Fahrzeug) zu betrachten, sondern insbesondere die Simulation des verkehrlichen Umfelds. In Analogie zum Bordnetz-Restbussimulation kann diese als „Restverkehrssimulation“ auf Ebene der V2X-Nachrichten bezeichnet werden.

Da die Installation von hunderten V2X-Modems kein gangbarer Weg weder zur Erzeugung der beschriebenen Netzwerklast noch zur Restverkehrssi-

mulation ist, stellt sich die Frage, wie die zuvor geschilderten Tests mit vertretbarem Aufwand überhaupt durchgeführt werden können. Die Erzeugung von Netzwerklast wie auch des Restverkehrs kann in einem V2X-Netzwerk auch über simulierte Netzwerkteilnehmer erfolgen. Eine solche Netzwerksimulation stellt die Testlösung waveBEE hive (hive = Bienenstock) der Nordsys bereit. Mit lediglich 5 Modems können bis zu 100 Netzknotten vollständig und inklusive Security abgebildet werden, wobei das System nach oben skaliert werden kann.

Die Restverkehrssimulation wie auch Netzknotten für die Lasterzeugung können auf einfache Weise per Mausklick in der im Teststand integrierten Software erzeugt werden. Die auf diese Weise erzeugten Testfälle oder auch komplexe Testszenarien sind zeitlich und räumlich reproduzierbar. Als Option können Verkehrssimulationen an den Teststand angebunden werden, wobei auch hier die Reproduzierbarkeit gegeben ist. Gerade die Reproduzierbarkeit von Testfällen für Regressionstests stellt bei V2X-Nachrichten ein Problem dar. Da die Nachrichten mit Zertifikaten signiert werden und über den Inhalt gehasht wird, reicht ein simples Abspielen von Testdaten nicht aus. Der Test schlägt fehl, weil weder der Zeitstempel noch die dedizierten Signaturen vom Device Under Test (DUT) als gültig eingestuft werden. □



ZERTIFIZIERT NACH IATF 16949
Elektronik für Sensorik, Licht,
Steuer- und Leistungselektronik



Sprechen Sie uns an!
Wir setzen Ihre Idee um.

ALEATORISCHE FUNKTIONSABSICHERUNG

Neue Methode zur Absicherung von Fahrerassistenzsystemen

Für komplexe Systemfunktionen, wie beispielsweise Fahrerassistenzsysteme, auf Basis des Reinforcement Learnings müssen neue Absicherungsmethoden entwickelt werden. Dazu zählt etwa die aleatorische Funktionsabsicherung. Damit begegnet der Entwicklungspartner der Automobilindustrie der überproportionalen Zunahme der Vielfältigkeit und Komplexität von Fahrzeugfunktionen und den daraus resultierenden Herausforderungen bei ihrer Validierung.

TEXT: Dr. Josef Baumgartner, René Honcak, ASAP **BILDER:** ASAP; iStock, Evgeny Potapov

Durch den Einsatz Künstlicher Intelligenz (KI) lassen sich auch komplexe Wirkketten mit Querwirkungen diverser Steuergeräte umfassend und zeitsparend validieren. Dabei suchen selbstlernende Algorithmen gezielt nach kritischen Stimulationen, die zu Fehlern in der Wirkkette führen. Auf diese Weise ermöglicht die aleatorische Funktionsabsicherung eine Absicherung über eine Vielzahl von Parameter- und Stimulationsräumen – unter anderem ein wichtiger Schritt in Richtung Autonomes Fahren. Die Effizienz- und Qualitätssteigerung in der Funktionsabsicherung durch die neue selbstlernende Methode wird im Folgenden am Beispiel der Absicherung von Rückfahrsystemen deutlich.

Das US-Gesetz FMVSS111 beschäftigt aktuell Automobilhersteller und deren Entwicklungspartner wie die ASAP Gruppe. Es schreibt eine Rückfahrkamera bei allen ab Mai 2018 in den USA verkauften PKWs vor. Wesentlich dabei: das Bild der Rückfahrkamera muss spätestens zwei Sekunden nach Einlegen des Rückwärtsgangs angezeigt werden und darf zu keinem Zeitpunkt durch andere Anzeigen überlagert werden. Die Absicherung von Rückfahrssystemen im Hinblick auf die neuen Vorgaben birgt viele Herausforderungen, da es sich bei dem Assistenzsystem um eine komplexe Wirkkette mit zahlreichen Querwirkungen handelt. Um sicherzustellen, dass das Bild der Rückfahrkamera immer gesetzeskonform angezeigt wird, müssen unzählige Signale und deren Auswirkungen auf das Gesamtsystem überprüft werden. Beispiele für unerwünschte Querwirkungen sind die Anzeige einer Unwetterwarnung während der Rückwärtsfahrt oder eines Hinweises, dass der Akkustand des verbundenen Handys gering ist. Mit der Entwicklung einer neuen Absicherungsmethode auf Basis des Reinforcement Learnings –

der aleatorischen Funktionsabsicherung – sorgt ASAP für die stets passende Lösung: mit ihr lassen sich Funktionen in weit höherer Vielfalt und gleichzeitig gezielter absichern als mit herkömmlichen Methoden.

Neue Methoden sind gefragt

Der kontinuierlich steigenden Vielfalt und Komplexität von Funktionen wird in der Absicherung bisher mit manuellen Tests sowie dem Einsatz von Testautomatisierungen begegnet: bei Testfahrten etwa werden in zufälliger Reihenfolge Kundenfunktionen ausgeführt und Fehler aufgezeichnet. Gerade bei komplexen Wirkketten mit mehreren Steuergeräten im Verbund sind manuelle Erprobungen oder die Validierung mit Testautomatisierungen alleine nicht ausreichend, da sie zu zeitaufwendig und entsprechend kostspielig sind und die nötige Testtiefe fehlt. ASAP hat deshalb die Methode der aleatorischen Funktionsabsicherung entwickelt, die bereits vor der Erprobung im Fahrzeug ansetzt und eine Lösung für die Herausforderungen der Absicherung bietet: durch den Einsatz künstlicher Intelligenz



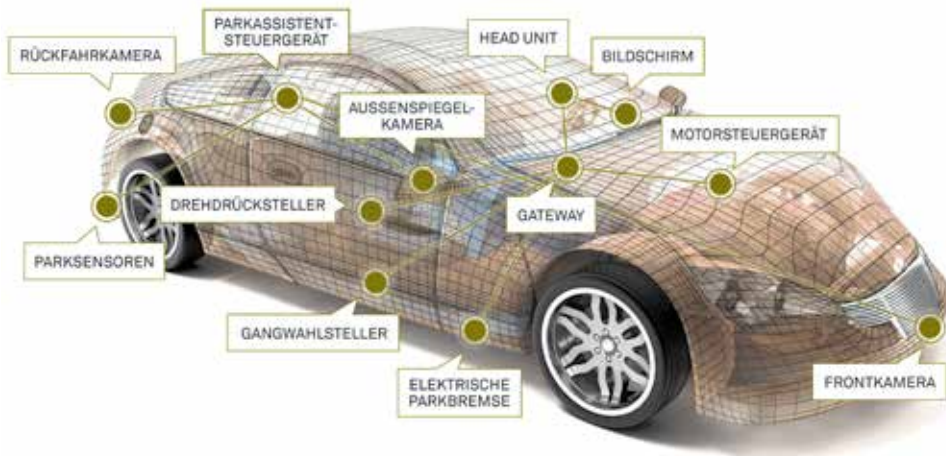
Unerwünschte Querwirkungen wie ein Hinweis zu niedrigem Akkustand während der Rückwärtsfahrt müssen ausgeschlossen werden.

und das Testen an Closed-Loop-Prüfständen lassen sich komplexe Wirkketten mit Querwirkungen diverser Steuergeräte umfassend und zeitsparend validieren. Nicht nur ermöglicht die aleatorische Funktionsabsicherung demnach die Integration von Funktionen im Fahrzeug, die von vornherein besser abgesichert sind – gleichzeitig wird so der Bedarf an Testfahrten und -szenarien mit Prototypen auf diese Weise erheblich minimiert.

Die Vorteile der selbstlernenden Methode sind vielfältig. Im Gegensatz zum anforderungsbasierten Testen müssen bei der aleatorischen Funktionsabsicherung vor Validierungsbeginn keine Testspezifikationen festgelegt werden – der Entwicklungsprozess wird somit beschleunigt. Außerdem ist die aleatorische Funktionsabsicherung nicht auf manuelle Eingaben angewiesen und kann folglich rund um die Uhr kostengünstig eingesetzt werden. Ein weiterer wichtiger Punkt ist, dass die gelernten Zusammenhänge und Fehlerquellen für alle zukünftigen Absicherungen zur Verfügung stehen. Dieser Punkt unterscheidet sich grundsätzlich vom manuellen Testen, bei dem jeder Tester nur auf seinen persönlichen Erfahrungsschatz zugreifen kann. Ein weiterer Vorteil der aleatorischen Funktionsabsicherung ist die automatische Generierung einer Datenbank, in der alle Ergebnisse dokumentiert werden. Besonders hervorzuheben ist zudem, dass Entscheidungen auf Basis von objektiven Kriterien getroffen werden – dadurch erhöht sich die Testtiefe und somit der Validierungsgrad der getesteten Software.

Selbstlernende Methode zur Absicherung komplexer Wirkketten

Die genannten Vorteile machen die aleatorische Funktionsabsicherung von ASAP zur optimalen Absicherungsmethode für komplexe Systeme mit vielen Querwirkungen. Beispielhaft seien hier Assistenzfunktionen beim Parken beziehungsweise bei der Rückwärtsfahrt genannt. Angefangen vom Gangwahlschalter über Motorsteuergeräte und Head Unit bis hin zum Kamerasystem sind eine Vielzahl von Steuergeräten Teil einer Wirkkette. Aus diesem Steuergeräteverbund ergeben sich zahlreiche Querwirkungen. So können beispielsweise Popups zu



Eine Vielzahl von Steuergeräten sind Teil der Wirkkette des Rückfahrsystems – zahlreiche Querwirkungen ergeben sich daraus.

Einstellungen oder Sicherheitsmeldungen das Bild der Rückfahrkamera überlagern. Im schlimmsten Fall könnte das Kamerabild durch Steuergerätefehler sogar ganz ausfallen.

Die Ursachen für Fehler können verschiedenste Eingabe-Kombinationen oder kritische Zustände von Steuergeräten sein. Da es unmöglich ist, alle Eingabe-Kombinationen mit unterschiedlichen Wartezeiten zu testen, setzt die aleatorische Funktionsabsicherung auf das Testen intelligenter ausgewählter Stichproben. Dabei geht sie folgendermaßen vor: zunächst werden Randbedingungen, Erwartungswerte und Stimulationsräume definiert. Unter Randbedingungen versteht man beispielsweise die gesetzlichen Vorgaben, dass der Fahrer das Bild auf eigenen Wunsch deaktivieren kann oder dass bei geöffnetem Kofferraum kein Bild der Rückfahrkamera angezeigt wird, da sich die Kamera typischerweise in der Kofferraumabdeckung befindet. Der Erwartungswert beschreibt, welcher Zustand nach der Stimulation mit Eingabekombinationen eintreten soll, und die Stimulationsräume legen fest, welche Eingaben zulässig sind.

Anschließend werden mithilfe von Mustererkennungsverfahren gezielt Stichproben aus den verschiedenen Eingabekombinationen bestimmt. Dabei wird ein selbstlernender Algorithmus – das Reinforcement Learning – verwendet. Der Algorithmus funktioniert wie folgt: kontinuierlich werden Aktionen ausgeführt, die den Zustand der Umwelt, also des Steuergeräteverbands, verändern. Falls nach einer Aktion nicht der Erwartungswert eintritt, erhält der Algorithmus eine Belohnung für seine durchgeführten Aktionen. Dadurch wird der Algorithmus darauf konditioniert, innerhalb des Stimulationsraums nach Abweichungen vom Erwartungswert zu suchen.

Wirkungsweise des Reinforcement Learnings

Das Reinforcement Learning basiert auf der Annahme, dass für den aktuellen Zeitpunkt t die Belohnung r_t vom aktuellen

Zustand s_t sowie von der Aktion a_t abhängt. Dabei sind die Lernrate α und der Diskontierungsfaktor γ frei wählbare Parameter, die je nach Problemstellung und Anforderungen bestimmt werden müssen. Prinzipiell gibt es einen Zusammenhang zwischen der Lernrate $\alpha \in [0,1]$ und der Umgebung. Für deterministische Umgebungen ist die optimale Lernrate $\alpha=1$, da jeder gelernte Zusammenhang auch in Zukunft Gültigkeit hat. Je unberechenbarer die Umgebung ist, desto kleiner sollte α gewählt werden, um nur die wichtigsten Zusammenhänge zu lernen und seltenen Ereignissen nicht zu viel Gewicht zu verleihen.

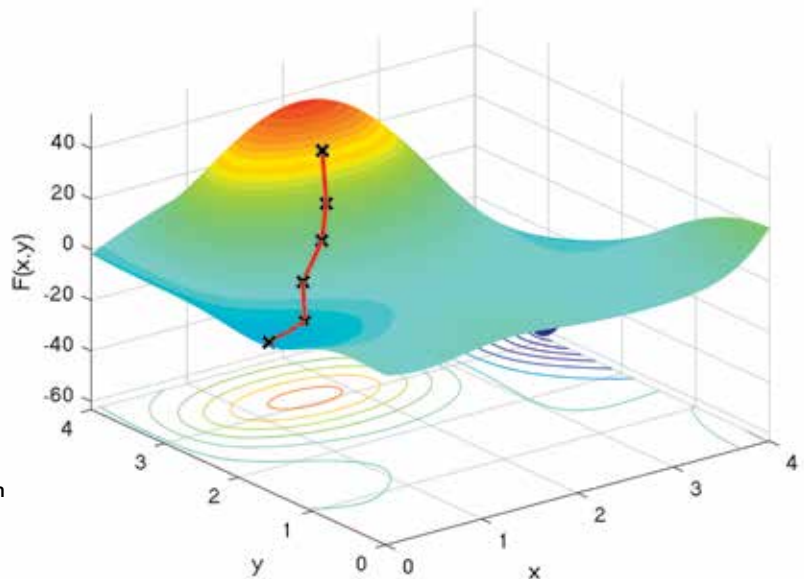
Gleichzeitig sollte der Diskontierungsfaktor $\gamma \in [0,1]$ an die Dauer des Testlaufs angepasst werden. Grundsätzlich gilt: je kürzer der Testlauf, desto kleiner der Parameter γ . Der Grund dafür ist, dass für kleine Werte γ verstärkt an problematischen Stellen gesucht wird, während große Werte für γ dazu führen, dass der Suchraum umfassender durchsucht wird. Zusammenfassend ergibt sich folgende Q-Funktion, die die erwartete Belohnung Q einer Aktion a im Zustand s beschreibt:

$$Q(s_t, a_t) = (1 - \alpha) \times Q(s_t, a_t) + \alpha (r_t + \gamma \max_a Q(s_{t+1}, a))$$

Durch die formale Beschreibung des Lernproblems kann gezielt nach Fehlern gesucht werden, selbst wenn der Suchraum sehr groß ist. Dabei ist es möglich, die Parameter α und γ während der Laufzeit des Systems zu verändern, um die Fehlersuche weiter zu optimieren.

Die Testumgebung der aleatorischen Funktionsabsicherung

Die aleatorische Funktionsabsicherung benötigt einen Closed-Loop-Prüfstand an dem alle relevanten Stimuli automatisiert ausgeführt werden können. Unter Closed-Loop-Prüfstand versteht man die Eigenschaft, dass der real verbaute Steuergeräteverbund und die simulierte Umgebung sich gegenseitig



Darstellung der Annäherung an erhöhtes Fehleraufkommen.

beeinflussen. Beschleunigen die beteiligten Steuergeräte den Prüfstand virtuell auf eine bestimmte Geschwindigkeit, muss die simulierte Umgebung sich dementsprechend verändern und Rückmeldung über Steigungswinkel der Straße, Gegenwind und weitere Details an die entsprechenden Steuergeräte und Sensoren geben. Zudem muss die zu validierende Funktion in dem System ein eindeutiges Ergebnis haben. Insbesondere bei der Auswertung von verschiedenen Kundenfunktionen werden typischerweise Algorithmen aus der technischen Bildverarbeitung und des maschinellen Lernens eingesetzt.

Aleatorische Funktionsabsicherung als Wegbereiter für autonomes Fahren

Die Absicherung von Fahrfunktionen für autonomes Fahren stellt die Automobilindustrie vor neue Herausforderungen. Als Faustregel gilt: mindestens eine Million Testkilometer sollten mit autonomen Fahrfunktionen zurückgelegt werden, bevor eine Freigabe erteilt werden kann. Die von ASAP entwickelte Methode der aleatorischen Funktionsabsicherung unterstützt dabei aktiv den Entwicklungsprozess. Mit ihr lassen sich in jeder einzelnen Entwicklungsstufe automatisierte, realitätsnahe Tests ausführen und mögliche Fehler, die oft nicht gleich ersichtlich sind, finden. Durch das gezielte und systematische Suchen nach systemrelevanten Fehlern bekommt der Funktionsentwickler innerhalb kürzester Zeit ein Feedback zum aktuellen Entwicklungsstand des Gesamtsystems.

Ein Beispiel für eine Funktion des autonomen Fahrens ist etwa die Personenerkennung. Eine vollständige Spezifizierung zur Absicherung ist dabei nicht möglich, da es unendlich viele Situationen gibt, in denen Personen erkannt werden müssen. Eine Auswahl an Parametern, die sich ändern können und trotzdem zu einer fehlerfreien Erkennung der Person führen müssen, sind: Größe, Bekleidung, Gehgeschwindigkeit der Person, Winkel zwischen Person und Auto, Lichtverhältnisse, Wetter,

Straßenbelag sowie Objekte wie Bäume und Schilder. Alle diese Parameter in sämtlichen Kombinationen zu evaluieren ist schlicht unmöglich.

An dieser Stelle hilft die von ASAP entwickelte Methodik, kritische Konfigurationen – wie beispielsweise schlechte Lichtverhältnisse oder unklare Radarerkennung – zu identifizieren und kann so einen großen Beitrag bei der Realisierung von zuverlässigen Mobilitätslösungen der Zukunft leisten. □



AEO 10.3x38

Hochleistungssicherung für Automotive-Anwendungen

- Sehr hoher Nennstrom bis 50 A
- Sicheres Abschaltvermögen bis 1000 VDC
- Vielfältige Montagemöglichkeiten

STEUERUNGSRECHNER FÜR FTS

Fahrerloser Lastentransport

Fahrerlose Transportsysteme (FTS) werden zum strategischen Pfeiler. Das nicht nur im Retaillager, sondern überall dort, wo Waren verschoben werden. Was sind die Gründe dafür und welche Rolle spielt dabei künstliche Intelligenz (KI)?

TEXT: Patrik Hellmüller, Syslogic BILDER: Syslogic; iStock, Planet Flem

Sie steigern die Produktivität. Sie senken die Kosten. Fahrerlose Transportsysteme (FTS) machen Logistikzentren effizient. Längst werden sie auch abseits der Intralogistik geschätzt. Sei es in Spitälern, in der Pharma- und Lebensmittelindustrie, in der Automobilbranche, in Fertigungsbetrieben oder in Häfen. Ihren Siegeszug verdanken FTS Technologiesprünge in den Bereichen künstliche Intelligenz (KI), Interkonnektivität und Echtzeitfähigkeit. Heute werden FTS überall dort eingesetzt, wo

Waren verschoben werden. Analysten gehen davon aus, dass die Nachfrage nach FTS in den nächsten Jahren weiterhin stark zunehmen wird. Ob im Logistikzentrum oder in der digitalen Fabrik – FTS kommen eine strategische Bedeutung zu.

Doch welche Aufgaben übernehmen FTS der neuesten Generation und welche Technologien werden dazu genutzt? Moderne FTS teilen sich die Verkehrswege mit Menschen oder anderen

Fahrzeugen. Dank kombinierten Sensortechnologien wie Lidar (Abstands- und Geschwindigkeitsmessung mittels Laser), Kameras und 3D-Sicherheitssensoren erkennen fahrerlose Transportsysteme Hindernisse und umfahren diese. Sie legen sich selbstständig Fahrstrategien bereit und interpretieren Szenarien. Sie arbeiten mit Menschen zusammen - erkennen also beispielsweise manuell bereitgestellte Paletten und holen diese ab. Zudem beherrschen sie vollautomatisiertes Be- und Entladen.



Des Weiteren interagieren FTS untereinander, optimieren also gemeinsam die Wegplanung, um Kollisionen oder Stausituationen zu vermeiden. So sind die FTS sicher und profitabel unterwegs. Die Interaktion untereinander geht aber noch weiter. Es gibt heute FTS, die sich selbständig zu einem Zug koppeln, oder die in einem flexiblen Verbund gemeinsam Lasten aufnehmen. FTS kommunizieren nicht nur untereinander, sondern auch mit Robotern oder mit Fertigungssystemen. Etwa

dann, wenn eine Produktion im richtigen Timing mit Werkstücken versorgt werden soll.

Robuster Steuerungsrechner als Herzstück

Ein wichtiger Grund für die zunehmende Intelligenz und Flexibilität von FTS sind neue, clevere Steuerungsrechner. Diese, häufig auch als ECUs (Electronic Control Units) bezeichnet, gelten als Herzstück eines autonomen Fahr-

zeuges. Unabhängig davon, mit welchen Technologien ein FTS navigiert, interpretiert der Steuerungsrechner die gesammelten Daten und leitet daraus das Verhalten ab. Einerseits legt er das Fahrverhalten des FTS fest, interagiert aber auch mit anderen Fahrzeugen, mit Menschen oder mit Robotern.

Zur Steuerung von FTS kommen Industriecomputer zum Einsatz. Allerdings eignen sich nur Industriecomputer für den FTS-Einsatz, die eine Reihe



Für den Einsatz in fahrerlosen Transportsystemen (FTS) wurde der Box-PC FTS-Computer OEM M-81 nach EN 1175-1:1998+A1:2010 ausgelegt, der Norm für fahrerlose Flurförderzeuge.

an Anforderungen erfüllen. Gerade in flachen Flurförderfahrzeugen ist der Platz knapp, entsprechend müssen die Geräte kompakt gebaut sein. Weiter werden FTS oft im Außenbereich eingesetzt, manchmal auch in gekühlten Hallen. Entsprechend soll ein Steuerungsrechner wie die gesamte Elektronik für den erweiterten Temperaturbereich ausgelegt sein. Weiter sind FTS-Rechner schock- und vibrationsbeständig sowie unempfindlich gegen Feuchtigkeit und Staub. Ein weiteres Kriterium ist die Echtzeitfähigkeit, sowohl auf Sensor- als auch auf Betriebssystemebene. Für FTS ist der latenzarme Datenaustausch sicherheitsrelevant. Das ist eine Herausforderung für Sensoren, Funkprotokolle, Steuerungsrechner und Betriebssysteme.

Werden FTS in großen Verbänden eingesetzt, ist eine Wake-on-Wi-Fi-Funktion wichtig. Für den wirtschaftlichen Betrieb gilt es, die Ladeintervalle für die batteriebetriebene FTS möglichst lange zu gestalten. Einen Beitrag dazu leisten dedizierte Steuerungsrechner, die mit geringer Leistungsaufnahme punkten. Gleichzeitig wird von diesen Systemen genügend Rechenleistung verlangt, um die Fülle anfallender Daten latenzarm zu verarbeiten.

Embedded-Computer für fahrerlose Transportsysteme

Ein Unternehmen, das sich in den letzten Jahren bei vielen FTS-Herstellern einen guten Ruf als Hardware-Partner erarbeitet hat, ist Syslogic. Die Embedded-Spezialistin ist auf Industriecomputer für den Fahrzeugeinsatz spezialisiert. Diese werden nicht nur in FTS, sondern auch in Zügen, Bau- und Landmaschinen eingesetzt.

Syslogic bietet kompakte, lüfterlose Industriecomputer, die robust, langlebig und wartungsfrei sind. Das Portfolio umfasst Geräte, die auf die unterschiedlichen Anforderungen des FTS-Marktes abgestimmt sind. Die FTS-Steuerungscomputer sind in verschiedenen Schutzklassen und mit verschiedenen Prozessorplattformen von Intel Atom und Nvidia erhältlich. Weiter lässt sich das Schnittstellenlayout kundenspezifisch konfigurieren. Allen FTS-Computern gemein sind ihre kompakten Abmessungen und ihr kompromissloses Industrielay-out.

Dazu gehört der Verzicht auf einen anfälligen Lüfter. Die Computer werden dank cleverer Gehäusekonstruktion passiv gekühlt. Bei Geräten, die

regelmäßig Schlägen oder Vibrationen ausgesetzt sind, setzt Syslogic auf verschraubbare M12-Steckverbinder. Weiter sind Gehäuse bis Schutzklasse IP67 erhältlich. Damit sind die Embedded Computer nicht nur gegen Staub und Feuchtigkeit resistent, sondern auch gegen Chemikalien. Mit Wifi oder LTE eignen sich die Computer für die Fahrzeug-Fahrzeug-Kommunikation oder für die Kommunikation mit einer zentralen Stelle.

Mit autonomen Fahrzeugen in die Zukunft

Da FTS zunehmend Machine-Vision-Funktion (maschinelles Sehen) integrieren, bietet Syslogic Steuerungsrechner auf Basis von Nvidia-Jetson-Modulen. Diese kombinieren serielle und parallele Prozessortechnologie, also CPUs und GPUs. Dadurch sind die Computer anhand von Bilddaten in der Lage, praktisch in Echtzeit Objekte oder Situationen zu erkennen und daraus Entscheidungen abzuleiten. Man spricht dabei von Inferencing. Auch FTS, bei denen LIDAR-Technologie (Light detection and ranging) zum Einsatz kommt, profitieren von der GPU-beschleunigten Rechenpower der Syslogic Embedded Computer.



Der KI Rugged Computer RPC RSL A3 wird in FTS eingesetzt, die sich im Aussenbereich bewegen, unter anderem in Häfen für die Containerlogistik. Daneben findet der Rugged Computer Verwendung in Bau- und Landmaschinen sowie in Sonderfahrzeugen.

Die KI-fähigen Steuerungscomputer sind ein wichtiger Bestandteil, um die Entwicklung fahrerloser Transportsysteme voranzutreiben. Sie lassen sich an unterschiedliche Kommunikationse-

benen anbinden. Mit den integrierten I/O-Schnittstellen können sie zudem Aktoren oder Sensoren direkt ansteuern. Florian Egger, der bei Syslogic den Vertrieb leitet, sagt: „Wir sehen im FTS-

Markt ein riesiges Potenzial.“ Syslogic wolle mit cleveren Fahrzeugrechnern ihren Beitrag leisten, um die Digitalisierung in der Industrie Wirklichkeit werden zu lassen, so Egger. □



EXPERIENCE **FUTURE**
From vision to series production. **ENGINEERING**



As a leading engineering consulting and R&D partner for the major industry players, we are passionately committed to developing the future of mobility.

WWW.AKKA-TECHNOLOGIES.COM

AKKA
PASSION FOR
TECHNOLOGIES

DIGITALISIERUNG UND IOT IN DER DISTRIBUTION

Distribution im Wandel

Die Distribution versteht sich als wesentliches Element der Lieferkette von Produkten und Dienstleistungen. Angefangen beim Hersteller der Produkte bis zum letztendlichen Einsatz beim Endkunden und Anwender. Sie steht vor der Herausforderung, die angewendeten technischen Möglichkeiten und Prozesse den Bedürfnissen und Plänen der übrigen Marktteilnehmer anzupassen.

TEXT: Alfred Lipp, Bürklin BILD: iStock, GeorgePeters

Der kommende technische Wandel von 4G zu 5G bringt eine Fülle von Möglichkeiten mit sich, da sich damit der Vorstoß von IoT in Bereiche ermöglicht, die bisher von lokalen Netzwerken noch nicht so umfassend versorgt wurden. Die Verwendung der Sensorik in hybriden Netzwerken (Kombination von öffentlichen und lokalen Netzwerken) wird das Beschaffungswesen der Kunden signifikant verändern. Das Thema „Preventive Maintenance“ wird damit erst wirklich möglich, da es eine Fülle von tragbaren Geräten und Sensoren verbinden wird, die entsprechende Material- und Dienstleistungsbestellungen auslösen.

Die Bestellungen an die Distributoren werden nicht mehr vom Einkäufer ausgelöst, sondern erfolgen unmittelbar elektronisch über EDI und sonstige technische Möglichkeiten. Diese Abwicklung wird gewährleistet durch die vorherige Abstimmung und Vereinbarung der Be-

dingungen wie zum Beispiel Preis, Verpackungseinheit oder Versandart. Die Bestellung wird auch beim Distributor nur in Ausnahmefällen über die Auftragsabwicklung laufen. Sie wird unmittelbar in den Konfektionierungsprozess der Logistik des Distributors eingebunden und versandbereit gemacht. Sofern auch in der Logistik die Digitalisierung der Abläufe schon so weit fortgeschritten ist, dass Roboter oder automatisierte Linien die Sendungen so weit vorbereiten können, damit diese nur noch einer Endkontrolle unterzogen werden müssen, wird auch hier der menschliche Einsatz erheblich reduziert.

Der Mensch spielt bei der Einführung der Digitalisierung und IoT in der Planung und Überwachung aber selbstverständlich noch die wesentliche Rolle. Ziele der Einführung sind Kostensenkung, Reduzierung der Fehlerrate und bessere Verteilung der vorhande-

nen Ressourcen. Da wir langfristig mit einer Verknappung der zur Verfügung stehenden Mitarbeiter rechnen müssen - bedingt durch die geburtenschwachen Jahrgänge - könnte hier eine wesentliche Entlastung stattfinden.

Die Digitalisierung und IoT bei Distributoren erlaubt es auch, das Thema IoS (Internet of Skills) umzusetzen. Mit IoS ist man künftig in der Lage, alle Mitarbeiter zu schulen und ihre Tätigkeiten aus der Ferne zu begleiten. Damit kann man das Aufnehmen und Austauschen von visuellen- und Audio-Informationen als auch die Wahrnehmung von Informationen bewerkstelligen. Das Schulen der Mitarbeiter in Echtzeit wird mit der Digitalisierung und der technischen Infrastruktur möglich.

Durch die fortschreitende Digitalisierung ist man auch in der Lage, die Lösungen für die Marketing-Automation



zu kombinieren. Gemeint ist damit das Kombinieren von CRM-Systemen, Online-Analysen, Online-Marketing, Social Media und Retargeting. Aus den einzelnen Elementen lässt sich ein ganzheitliches digitales System formen. Letztendlich ist es das Ziel, die erhaltenen Leads zu einer optimalen Conversion zu bringen, um die Bedürfnisse der Kunden zu erfüllen, Kunden zu binden und letztlich Umsatz für den Distributor zu erzielen.

Wichtig ist die Einführung eines Scorings, um die Auswirkungen auf der Customer Journey beurteilen zu können. Durch die Marketing-Automation ist eine ausgefeilte Unterstützung der Geschäftsprozesse möglich. Mit einer gut gepflegten Database kann ein sehr effektives Kampagnenmanagement betrieben werden. Die Digitalisierung eröffnet auch neue Möglichkeiten des Inbound-Marketing, da man in die Lage versetzt wird, sehr gezieltes Cont-

ent-Marketing umzusetzen wie etwa E-Mail Marketing. Inhalte sollten generell suchmaschinenfreundlich veröffentlicht werden und auch über soziale Netzwerke bekanntgemacht werden. Damit lässt sich gezielte PR digital umsetzen.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die initiale Investition in Digitalisierung nicht unerheblich ist, aber mittelfristig sehr viele Vorteile im Hinblick auf Kundenzufriedenheit und Kundenbindung bietet. Die damit erreichte Transparenz im eigenen Unternehmen erleichtert in vielen Fällen Entscheidungen des Managements.

Bedingt durch die Veränderung im Marktgeschehen und die fortschreitende Digitalisierung der Marktteilnehmer kann es sich kaum ein Distributor erlauben, sich keine Gedanken im Hinblick auf die Themen Digitalisierung, IoT und IoS zu machen. □

mitreißend

Sneak Preview!

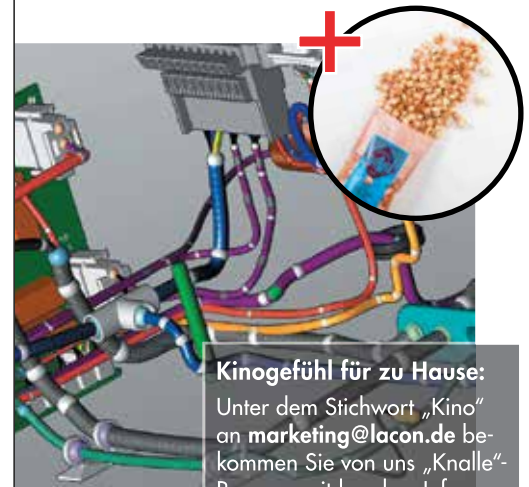


Ganz großes Kino!

Ihr Kabelbaum zum Greifen nah

Digitales Engineering mit EPlan Wire Harness:

- Entwicklung 2D/3D-Kabelbäume inkl. aller technischen Parameter
- Kosten senken: einmal geplant, beliebig oft einsetzbar
- Best-in-class Zeichnungen mit kompletten Arbeitsunterlagen
- Perfekt ins Gerät gelegt: Qualifizierung aller Komponenten



Kingefühl für zu Hause:

Unter dem Stichwort „Kino“ an marketing@lacon.de bekommen Sie von uns „Knalle“-Popcorn mit knorken Infos zur Kabelkonfektionierung.

Lacon

Lacon Electronic GmbH

Hertzstraße 2
85757 Karlsfeld
www.lacon.de



GROSSER DURCHSATZ BEI HOHER PRÄZISION

PRÄZISION IN DER MIKROELEKTRONIK-FERTIGUNG

Im digitalen Zeitalter liefert Mikroelektronik die Grundlage für Innovationen. In vielen Branchen ist sie die Basis für neue leistungsfähige Produkte und Dienstleistungen, angefangen von Maschinenbau und Fahrzeugtechnik bis hin zu Medizintechnik oder künstlicher Intelligenz. Die Massenproduktion von mikroelektronischen Bauteilen verlangt hohe Durchsatzraten bei den automatisierten Abläufen, gleichzeitig aber auch höchste Präzision und das in allen Produktionsschritten bis hin zur Qualitätskontrolle. Kleine, leistungsfähige Antriebssysteme liefern dafür die Voraussetzungen.

TEXT: Dipl.-Ing. (BA) Andreas Seegen, Faulhaber, Ellen-Christine Reiff, Stutensee BILDER: Faulhaber; iStock, BirgitKorber

Der Grundstoff für die Chipherstellung ist Quarzsand. Aus ihm wird das Silicium gewonnen, das dann über verschiedene Reinigungsverfahren hochrein aufgeschmolzen wird. Ein sogenannter Impfkristall leitet in der flüssigen Masse dann das Kristallwachstum ein. Es entstehen zylinderförmige Stäbe mit homogener Struktur, aus denen Scheiben von etwa zwei Millimeter Stärke geschnitten werden. Diese rohen Wafer werden geglättet, poliert und mit einem lichtempfindlichen Lack beschichtet. Mit fotolithografischen Verfahren sowie Dotierungs- und Ätzprozessen entstehen dann die Leiterbahnen, deren Breite im Nanometerbereich liegen kann. Dazu wird jede Einheit auf dem Wafer in der Regel mindestens 30-mal mit unterschiedlichen Fotomasken belichtet. Die Einheiten müssen dafür jedes Mal präzise ausgerichtet werden, damit sie sich bei jeder Belichtung exakt in der gleichen

Position befinden. In diesem vielstufigen Prozess entstehen dann die charakteristischen Halbleiterstrukturen auf der runden Scheibe, der ihr die Ähnlichkeit mit einer Waffel und den Namen verleihen.

DC-, Schritt- oder Piezomotoren für die präzise Positionierung

Das Handling der Wafer während dieser Produktionsschritte übernehmen Roboter, die sehr feinfühlig arbeiten müssen, damit die hochempfindlichen Rohlinge nicht beschädigt und präzise ausgerichtet werden, um fehlerfreie Strukturen zu erhalten. Das gleiche gilt für die optischen Komponenten der Laser in den fotolithografischen Systemen. In beiden Bereichen sorgen oft Antriebssysteme von Faulhaber dafür, dass die ein-



UNSER LIEFERVERSPRECHEN:

Heute bestellt, morgen geliefert!

Unsere Leistungen:

- 1,8+ Mio. Artikel von 500+ renommierten Herstellern
- 75.000+ Artikel ab Lager München
- 500.000+ Artikel kurzfristig lieferbar ab Lager
- Online-Shop: buerklin.com
- Starke Linecards mit bekannten und zuverlässigen Marken
- eProcurement-Lösungen (OCI, API, elektronische Kataloge, EDI)
- Große Innen- und Außendienstteams in Deutschland
- Repräsentative Vertriebsmitarbeiter in Frankreich, Italien, Skandinavien, Großbritannien, Irland, Osteuropa, dem Nahen Osten und Brasilien



zelenen Bewegungsabläufe mit verlässlicher Reproduzierbarkeit gefahren werden. Je nach Applikationsanforderungen kommen dabei entweder DC-, Schritt- oder Piezomotoren mit den darauf abgestimmten Controllern und Getrieben zum Einsatz.

Die Piezo LEGS-Motoren sind mit Auflösungen bis in den Nanometerbereich sehr präzise bei kurzen Reaktionszeiten, arbeiten rastmomentfrei und sind wahlweise als Dreh- oder Linearmotor erhältlich. Typische Einsatzbereiche finden sich beispielsweise bei der Positionierung optischer Komponenten. Die PRECIstep-Schrittmotoren sind durch ihren robusten Aufbau, den großen Drehzahlbereich und die hohe Leistungsdichte auch unter schwierigsten Einsatzbedingungen eine ideale Lösung für anspruchsvolle Positionieraufgaben. Schrittmotoren der Baureihe AM0820 beispielsweise haben das bereits im Weltraum

www.buerklin.com



65 JAHRE
Bürklin
DIE GANZE ELEKTRONIK



Kompakte DC-Antriebe, die sehr hohe Anforderungen an die Dynamik erfüllen und sich präzise regeln lassen.

bewiesen: in einem Seismometer, das Marsbeben aufzeichnet. Bei DC-Motoren, die in der Chipproduktion eingesetzt werden, reicht das Spektrum von 4-poligen Servomotoren für hohe Drehmomente über hocheffiziente Flachmotoren bis zu kleinsten bürstenlosen DC-Mikromotoren. Aufgrund ihres Designs sind die Klein- und Kleinstantriebe prädestiniert für Hochleistungs-Servoanwendungen mit häufigen Überlastbedingungen sowie für Anwendungen im Dauerbetrieb, bei denen eine maximale Lebensdauer erforderlich ist.

Spritzguss und Test

Eine typische Anwendung für die DC-Kleinstantriebe findet sich in den Dosiereinheiten der Maschinen, die dafür sorgen, dass die fertigen Chips ihre schützende Hülle erhalten. Der Vorgang ähnelt dem Kunststoff-Spritzguss, nur dass hier sehr hohe Präzision gefragt ist. Die Menge des Kunstharzes muss präzise dosiert werden, damit der Schaltkreis wirksam geschützt ist. Gleichzeitig darf aber nichts überstehen und Einbau oder Funktion behindern.

Das meist schwarze Kunstharz läuft durch eine Spindel, deren Drehbewegung es in Richtung Spritzgussform befördert. Nach einer genau bemessenen Strecke im Millimeterbereich schaltet der Kleinstantrieb in den Rückwärtsgang, damit sich eine präzise definierte Menge des Harzes ablösen kann und in die Form gelangt. Der Chip ist jetzt fertig und wird im sogenannten Test-Handler geprüft. In dieser Maschine ist ein Pick & Place-Roboter für das Befördern und Platzieren der Chips in den Testvorrichtungen zuständig. Da hier Teile getestet werden, die höchstens einige Quadratzentimeter messen, sind die Dimensionen der Anlagenteile entsprechend filigran. Die Motoren für ihre Bewegung müssen deshalb ebenfalls sehr kompakt sein, zugleich aber sehr hohe Anforderungen an die Dynamik erfüllen und sich

natürlich präzise regeln lassen. In sehr vielen Maschinen dieses Prozessbereichs finden sich die Faulhaber-Motoren aus den Baureihen BX4 mit integriertem Motion Controller oder aus dem Portfolio an linearen DC-Servomotoren.

Schnelle Bestückung und Nadelprobe

Die geprüften Chips werden meist in Kunststoffgurte verpackt und gelangen zur nächsten Etappe in der Mikroelektronik-Fertigung: zur Bestückung der Leiterplatten. Auch hier herrscht Massenproduktion, unzählige Komponenten werden täglich auf Millionen von Leiterplatten befestigt. Diese Arbeit übernehmen Bestückungsautomaten. Die Gurte mit den Bauteilen werden auf Rollen der Bestückung zugeführt und so abgerollt, dass der Bestückkopf immer ein Bauteil aufnehmen kann. Letzteres geschieht in der Regel durch Unterdruck: Die Komponente wird angesaugt und auf diese Weise festgehalten. Der Kopf fährt dann an die Stelle der Leiterplatte, an der sich die passenden Aussparungen für die Anschlüsse des Chips oder eines anderen Bauteils befinden. Darauf platziert er die Chips, später werden sie mit der Platte verlötet.

Präzision ist beim Bestücken ebenfalls oberste Pflicht, damit die feinen Anschlüsse nicht beschädigt und exakt positioniert werden. Zugleich braucht man aber großen Durchsatz für die riesigen Stückzahlen. Manche Maschinen schaffen über 100.000 Bauelemente pro Stunde. Hier können die Kleinstantriebe ihre Stärken ebenso ausspielen wie bei der anschließenden Qualitätskontrolle. Die vollautomatischen Testmaschinen müssen ebenfalls einen großen Durchsatz ermöglichen. Die Bewegung der Test-Nadeln etwa ist oft so schnell, dass man sie nur in Superzeitlupe verfolgen kann. Die Antriebssysteme aus Schönaich tragen damit in allen Produktionsschritten zum Erfolg der Mikroelektronik bei. □

AUF DIE RICHTIGE LED-ANSCHLUSSTECHNIK KOMMT ES AN

Zuverlässige und funktionale Beleuchtung

LED-Beleuchtung ist heute weit mehr als nur Licht. Je nach Einsatzbereich tragen die modernen Lichtquellen zu Sicherheit, Wohlbefinden und Komfort auf Straßen und in Gebäuden bei.

TEXT: Marco Stapelmann, Phoenix Contact BILDER: Phoenix Contact; iStock, Elisanth_

LED-Beleuchtung ist heute weit mehr als nur Licht. Je nach Einsatzbereich tragen die modernen Lichtquellen zu Sicherheit, Wohlbefinden und Komfort auf Straßen und in Gebäuden bei. Gleichzeitig sind sie nachhaltiger, da sie weniger CO₂ ausstoßen und langlebiger sind. In intelligent automatisierten Städten - sogenannten „Smart Cities“, spielen intelligente Beleuchtungskonzepte eine große Rolle. Hier setzt der Leuchtenhersteller WE-EF auf Anschlussstechnik von Phoenix Contact.

LED in allen Lebensbereichen

Seit den 1970er Jahren haben lichtemittierende Dioden (LED) einen technologischen Siegeszug angetreten. Aufgrund ihrer elektrischen Eigenschaften wurden die Halbleiter-Bauelemente zunächst vor allem in einfachen, farbigen Signal- oder Zustandsanzeigen verbaut. Inzwischen werden die lichtstarken Komponenten in nahezu allen Lebensbereichen eingesetzt: von Taschenlampen über die Architektur- und Straßenbeleuchtung bis hin zu Möbeln, Fernsehgeräten oder Pkw-Scheinwerfern.

Im Vergleich zu herkömmlichen Leuchtmitteln oder Energiesparlampen sind LED kompakter, verbrauchen weniger Strom und können deutlich länger betrieben werden. Sie

enthalten keine schädlichen Stoffe - wie Schwermetalle oder Gasgemische. Nach Lebensdauerende lassen sich alle wertvollen Inhaltstoffe wiedergewinnen. Der Leuchtenhersteller

WE-EF Leuchten aus dem niedersächsischen Barsinghen setzt daher bei der Entwicklung seiner Außenleuchten ausschließlich auf diese Technologie. „LED ist eben nicht nur Licht“, sagt Peter Oetjens, Leiter der elektrotechnischen Entwicklung bei WE-EF. „Dank ihrer intelligenten Elektronik können LED heute zielgerichteter und vielseitiger eingesetzt werden als herkömmliche Leuchtmittel.“

Vorteil und Herausforderung

Der Vorteil der Halbleiter-Bauelemente ist gleichzeitig auch eine technische Herausforderung für den Hersteller: Um mit definierter Lichtstärke zu leuchten, werden LED über eine Konstantstromquelle betrieben. Sogenannte LED-Treiber sorgen für eine konstante Eingangsleistung mit konstanten Strömen und gewährleisten damit letztlich den sicheren und langlebigen Betrieb der Leuchtdioden.

In seine neuen Straßenleuchten integriert WE-EF neben dem Vorschaltgerät auch ein Kommunikationsmodul zur Datenübertragung der integrierten Sensorik. „Für ein Projekt in





Angeschlossen in wenigen Handgriffen: Mit dem Schnellinstallationssystem QPD von Phoenix Contact sparen Installateure bis zu 80 Prozent Anschlusszeit.

ielefeld haben wir den sogenannten Leuchten-Aufbau-Controller vollständig neu konzipiert“, erklärt Oetjens. „Die Elektronik sollte nicht wie bisher an den Mast, sondern direkt an das Leuchtengehäuse montiert werden.“ Das elektronische Design folgt den festgelegten Spezifikationen des ZHAGA Konsortiums nach Buch 18. So können Leuchtenplaner und Elektroinstallateure immer sicher sein, dass der elektrische Aufbau der Systeme und damit die Installation weltweit einheitlich und somit spezifikationskonform funktioniert.

Seit Dezember 2019 sorgt diese Kombination aus LED-Beleuchtung, Vorschaltgerät, Sensorik und GPS-Kommunikationsmodul an der Brunnenstraße in Bielefeld für die bedarfsgerechte Ausleuchtung des Fußwegs zwischen Stadttheater und Parkhaus. Aus circa 5 Metern Höhe registrieren die Bewegungssensoren Bewegungen am Boden und die jeweiligen Leuchten regulieren ihre Lichtintensität nach Bedarf. Für den Experten Peter Oetjens ist die bedarfsgerechte Lichtsteuerung aber erst der Anfang intelligenter Beleuchtung. „Hardware können andere auch. Für uns liegt das Potenzial vor allem im Funktionsumfang und Service“, so der 52-jährige. „Meine Vision: Ich möchte, dass alle unsere Leuchten intelligent und netzwerkfähig sind.“

Komfortabel in Betrieb genommen

Die Leistungsverkabelung der Straßenleuchten haben die Konstrukteure bei WE-EF mit dem Schnellinstallationssystem QPD von Phoenix Contact realisiert. Der Vorteil des anwenderfreundlichen Prinzips: Dank des bewährten IDC-Schnellanschlusses Quickon können die geschulten Installateure vor Ort die vielen verschiedenen Leitungen ohne spezielle Vorbehandlung oder anwendungsspezifischen Spezialwerkzeug problemlos und intuitiv anschließen.

Mit wenigen Handgriffen werden die Einzellitzen in die vorgefertigten Aderführungen der Steckverbindung eingezogen, die Isolierung dort automatisch durchtrennt und der elektrische Kontakt zuverlässig hergestellt. Wird die Überwurfmutter festgedreht, etabliert der Steckverbinder zudem automatisch eine Zugentlastung. Das Prinzip verkürzt die Anschlusszeit um bis zu 80 Prozent und verhindert Anschlussfehler zuverlässig. Kerngedanke sei, dass die Lösung einfach in Betrieb genommen werden könne, ohne die Leuchte oder die Elektrik für den Anschluss, öffnen zu müssen. „Für diese Funktionalität ist QPD heute nicht mehr wegzudenken“, so der Fachmann Oetjens.

Effizient verlötet

Einfach montiert und höchst zuverlässig - diese Kriterien waren auch für das elektrische Innenleben der Mastleuchten entscheidend. Zwar widerstehen die fertig montierten Produkte jahrzehntelang Wind und Wetter. Die integrierte Elektrik erfordert aber dennoch viel konstruktives und fundiertes Know-how und Fingerspitzengefühl vom Anwender.

Immerhin liegen die LED auf der Leiterplatte - je nach Ausführung der Leuchte bis zu 144 Stück - zum Teil nur 0,2 mm auseinander. „Bei diesen geringen Abständen wirken schon Molekularkräfte, die die LED beim Lötvorgang zueinander ziehen“, erklärt Oetjens die Herausforderung. Der hohe Kostendruck bei der Herstellung von LED-Leiterplatten macht effizient automatisierte Lötprozesse dennoch alternativlos: „Aufwendige Handmontage war gestern.“

Als ideale Anschlusslösung haben sich daher schnell Leiterplattenklemmen und -Steckverbinder der Serie PTSM 0,5 herausgestellt. Die Serie ist speziell für den Einsatz in

Details einer WE-EF-Leuchte mit QPD-Anschluss.



LED-Leuchten konzipiert und bringt drei enorme Vorteile mit: Die Grundleisten und Klemmen bleiben bei thermischer Belastung farbstabil und können daher gemeinsam mit den LED im SMT-Verfahren auf der Leiterplatte fixiert werden. Zudem bilden die weißen Bauteile keinen Farbkontrast zum ebenfalls weißen Lötstopplack und fallen daher hinter der transparenten Abdeckung nicht als sichtbares Bauteil auf.

Kompakt und vor Fehlstecken geschützt

Je nach Ausführung der LED-Leuchte setzt WE-EF zwei-, vier- oder fünfpolige Ausführungen der Klemmen und Steckverbinder ein. „Die kompakte Bauart der Serie war ausschlaggebend“, bringt Oetjens den Vorteil auf den Punkt. Die neuen Steckverbinder und Grundleisten sind zudem konstruktiv

entsprechend kodiert und können vom Anwender nicht in falscher Ausrichtung zueinander gesteckt werden. „Ein zusätzlicher Vorteil, da auf der dicht bestückten Leiterplatte kein Platz für zusätzliche Schutzdioden wäre.“

Fazit

Aktive elektronische Komponenten wie LED-Treiber und Controller machen aus LED-Leuchten intelligente Beleuchtungskonzepte. Die passive Elektromechanik sorgt dafür, dass diese Beleuchtungskonzepte effizient hergestellt, sicher verkabelt und zuverlässig betrieben werden können. Drei gute Gründe, warum der Bispinger Leuchtenhersteller WE-EF auf das Schnellinstallationssystem QPD und Leiterplattenanschlüsse der Serie PTSM 0,5 setzt. □



**MANCHE VERBINDUNGEN
SIND EINFACH DICHTER,
ALS SIE SICH
VORSTELLEN KÖNNEN.**

+ zum Beispiel der IP68-Rundsteckverbinder SP13 von Weipu. www.mes-electronic.de

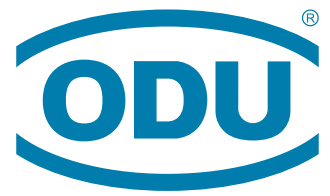


LEITERKARTENSTECKVERBINDER

Elektrische Platinen zuverlässig verbinden

Leiterkartensteckverbinder oder auch Board-to-Board-Verbinder sind Stift- und Buchsenleisten. Diese Stift- und Buchsenleisten werden, je nach Anforderung, einzeln oder gemeinsam verwendet, um Leiterkarten elektrisch miteinander zu verbinden. Dabei gibt es verschiedene Möglichkeiten die Stift- und Buchsenleisten zu verwenden.

TEXT: Stefan Suchan, Fischer Elektronik **BILDER:** Fischer Elektronik; iStock, AndrewJShearer



BEWEIST STROMSTÄRKE

DAUERHAFT UND
ZUVERLÄSSIG

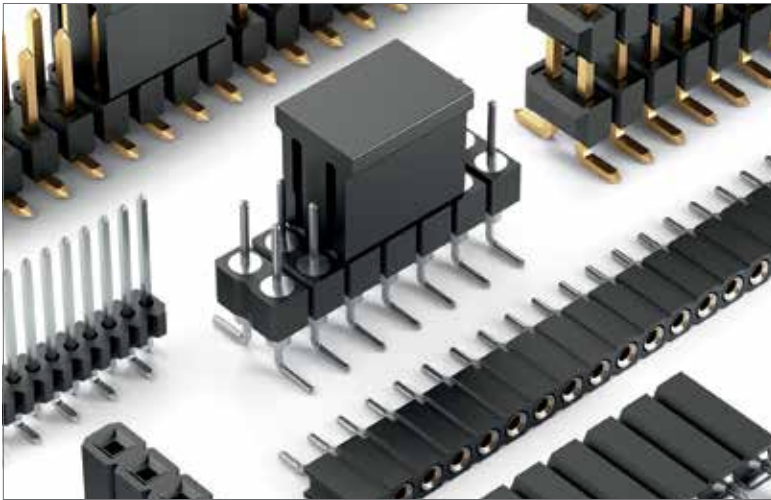


ODU LAMTAC®

JETZT LÖSUNG ANFRAGEN
electrical-contacts@odu.de

- + Optimal geeignet für verschiedenste Hochstromkontaktierungen
- + Niedrige, stabile Kontaktwiderstände
- + Robustes, kompaktes Kontaktdesign
- + Inklusive Kabelkonfektionierung verfügbar

www.odu.de/
elektrische-kontakte



Stift- und Buchsenleisten in SMD-Technologie.

So können Leiterkarten zum Beispiel nur mit Stiftleisten verbunden werden, jedoch sind die Leiterkarten dann in den meisten Fällen fest miteinander verlötet und können ohne Zerstörung der Steckverbinder nicht getrennt werden. Die zweite Möglichkeit besteht darin auf der einen Leiterkarte eine Stiftleiste und auf der anderen eine Buchsenleiste zu verbauen, um die Leiterkarten dauerhaft elektrisch zu verbinden. Hierbei ist es jedoch möglich die Leiterkarten im Fehlerfall zu trennen und einzelne Bauteile auszutauschen. Gerade bei größeren Abständen zwischen den Leiterkarten besteht die Option mehrere Stift- und Buchsenleisten zu verwenden, um eine elektrische Verbindung herzustellen.

Eine weitere Möglichkeit sind Stiftleisten in der Sandwich-Bauweise. Diese Stiftleisten besitzen in der Regel zwei Isolierkörper, um ein verbiegen zu verhindern und die Formstabilität der Kontaktstifte zu gewährleisten. Dabei sollten die Steckverbinder jedoch nicht den Platz und die Aufgabe von Abstandshaltern einnehmen, da die meisten Steckverbinder für diesen Zweck nicht ausgelegt sind.

Arten und Klassifizierung von Leiterkartensteckverbindern

Unter den Leiterkartensteckverbindern gibt es viele Möglichkeiten diese zu

unterteilen. Zunächst gibt es die Möglichkeit, die Steckverbinder anhand der Rastermaße zu klassifizieren. Dabei haben sich die Rastermaße 2,54 mm; 2,00 mm und 1,27 mm durchgesetzt. Die Rastermaße 2,54 mm und 1,27 mm sind zöllige Maße. Das Rastermaß 2,00 mm ist dagegen metrisch und wird überwiegend in Europa genutzt. Neben den Rastermaßen ist auch die Verbindungstechnologie der Steckverbinder mit der Leiterkarte ein Kriterium für die Unterteilung der Steckverbinder. Hierbei haben sich die drei Lötverfahren: Through Hole Technology (THT), Surface Mount Technology (SMT) und Through Hole Reflow (THR) etabliert.

Die Through Hole Technology oder auch Einlöttechnik beziehungsweise Durchsteckmontage genannt, verwendet das Wellenlötverfahren zur Kontaktierung von Steckverbinder und Leiterkarte. Bei dem Verfahren werden die Kontakte der Leiterkartensteckverbinder und weiteren elektronischen Bauelemente durch vorgefertigte Bohrungen der Leiterkarte durchgesteckt und auf der Unterseite der Leiterkarte durch eine Lötwellen mit Lötzinn benetzt. Die anderen beiden Verbindungstechnologien SMT und THR bedienen sich dem Reflowlötprozess.

Bei der Oberflächenmontage oder auch „Surface Mounting Technology“

genannt, wird das SMD-Bauteil auf vorgefertigte Löt pads gelegt und durch einen Reflowofen mit mehreren Zonen gefahren. In den Zonen wird zunächst die Temperatur immer weiter gesteigert bis eine Löttemperatur von 230 bis 260 °C erreicht ist. In diesem Temperaturbereich ist das Löt pad vollständig aufgeschmolzen und benetzt die einzelnen Lötkontakte. Anschließend wird die Temperatur in den nachfolgenden Zonen langsam heruntergefahren, damit das Lot aushärten kann, ohne durch einen zu starken Temperatursturz aufzuplatzen.

Das dritte „Through Hole Reflow“ Lötverfahren ist eine spezielle Kombination der zuvor genannten Lötverfahren und kombiniert einen THT-Steckverbinder mit dem Reflowlötverfahren.

Die Besonderheit der THR-Steckverbinder liegt darin, dass der Einlötbereich der Kontakte nur 2 bis 2,5 mm lang ist. Der Einlötbereich darf aufgrund der Kapillarwirkung der Lotpaste nicht länger gewählt werden, da sonst die Lotpaste während des Reflowprozesses am Kontakt herunterfließen könnte. Die vorgefertigten Leiterplattenbohrungen werden zu etwa 75 Prozent mit einer Lotpaste gefüllt. Anschließend wird der THR-Steckverbinder in die Leiterkarte gesteckt. Äquivalent zum SMT-Verfahren wird die Leiterkarte durch den Reflowofen gefah-



LED-Steckverbinder mit weißen Isolierkörpern reduzieren die Schattenbildung.

ren und die Lotpaste aufgeschmolzen, um den Steckverbinder zuverlässig mit der Leiterkarte zu verbinden.

Eine Alternative zu den drei genannten Lötverfahren stellt die Einpresstechnik dar. Bei der Einpresstechnik werden die vorgefertigten Leiterkartenbohrungen mit Kupferhülsen versehen. Die Einpressteckverbinder werden meist mit einer besonderen Vorrichtung und einer Kniehebelpresse in die Leiterkarte gedrückt, da eine hohe Kraft aufgebracht werden muss, um die Steckverbinder einzupressen und eine dauerhafte und sichere Verbindung herzustellen.

Anwendungsgebiete von Leiterkartensteckverbindern

Die Anwendungsgebiete von Leiterkartensteckverbindern sind sehr vielfältig. Leiterkartensteckverbinder werden nicht nur während der aktuellen Situation vielfach in Medizinanwendungen verwendet, um beispielsweise in Beatmungsgeräten die elektrischen Signale fehlerfrei innerhalb des Steuergerätes zu übertragen, sondern auch im normalen Alltag in vielen medizintechnischen Geräten verbaut. Die größten Anwendungsgebiete sind jedoch Computer und Steuergeräte im Automotive Bereich, der Metall- und Elektroindustrie, der Militärtechnik und der Beleuchtungsindustrie.

Gerade durch die Etablierung der LED als Leuchtmittel ergaben sich im Bereich der Leiterkartensteckverbinder neue Herausforderungen, da die meisten Isolierkörper schwarz eingefärbt sind und somit Licht absorbieren. Für die Beleuchtungsindustrie wurden deswegen Isolierkörper mit weißen Isolierkörpern entwickelt, die zur Minimierung beziehungsweise Vermeidung von Schattenbildungen bei LED-Modulen dienen. Weitere Anwendungsgebiete sind der Multimediabereich und die sogenannte weiße Ware. Auch hier werden in HiFi-Anlagen, Spielekonsolen und Haushaltsgeräten Leiterkartensteckverbinder verwendet, um die Energieversorgung zwischen den einzelnen Platinen sicher zu gewährleisten.

Fazit

Es gibt viele Möglichkeiten den oder die richtigen Steckverbinder für die eigene Applikation zu finden, da es meist nicht nur einen Steckverbinder gibt, welcher die Anforderungen des Platinendesigners erfüllt. Bei der Auswahl sollte der Entwickler versuchen alle Bauteile, egal ob es sich um Leiterkartensteckverbinder oder aktive elektronische Bauteile handelt, mit ein und demselben Lötverfahren mit der Leiterkarte zu verbinden, da er dadurch neben Zeit- und Kostenersparnissen auch das Risiko von fehlerhaft verbundenen Bauteilen minimiert. □

**Zeit für neue
Verbindungen**



Neue Ethernet Connectivity Helden für die Industrie



Kleiner, kompakter, robuster, schneller:
Für jede Industrial Ethernet Anforderung hat HARTING die richtige Lösung.

Jetzt entdecken und Muster bestellen!

[www.HARTING.com/
ethernet-connectivity](http://www.HARTING.com/ethernet-connectivity)



SYSTEM-ON-MODULES

STARKE PROZESSOREN AUF KLEINSTEM RAUM

Mit der voranschreitenden Digitalisierung und Verbreitung von IoT-Anwendungen nimmt auch die Bedeutung von System-on-Modules (SoM) zu. Die kostengünstigen Embedded-Computing-Bausteine bilden die Grundlage für individuelle Board- und Applikationsentwicklungen vor allem im Bereich der Human Machine Interfaces, aber auch in der Automatisierung und Robotik, Medizintechnik, POS/POI und IoT.

TEXT: Holger Wußmann, Kontron BILDER: Kontron; iStock, skynesher

Das SoM SL i.MX8M Mini ist dank des High-Performance-Prozessors i.MX8M Mini Quad Core 1,6 GHz und LPDDR4 Speicher eine hervorragende und kostengünstige Grundlage für individuelle Board- und Applikationsentwicklungen.



Dem Bedarf an einer weiteren Miniaturisierung und Leistungssteigerung steht der Wunsch nach Kostenoptimierung und einer einfacheren Fertigung gegenüber. Vor diesem Hintergrund haben mehrere Hersteller, darunter auch Kontron, im Rahmen der Standardization Group for Embedded Technologies (SGET) einen neuen Standard für gelötete System-on-Modules entwickelt. Die finale Spezifikation für den „Open Standard Module“-Standard wird voraussichtlich in Q2 2020 verabschiedet werden.

Der OSM-Standard ist für direkt auflötbare Module ohne Steckverbindungen ausgelegt, die sich vollständig maschinell fertigen lassen. Gegenüber den standardisierten Computer-on-Modules (COM), die häufig einen gewissen mechanischen und manuellen Aufwand erfordern, lassen sich mit OSM sowohl das Handling als auch die Bestückung und das Testen optimieren.

Das Ziel des „Open Standard Module“ (OSM) ist, die heutige Vielfalt an herstellerspezifischen Modulen zu normieren hinsichtlich Baugrößen, Pin-Belegung, Schnittstellen, Kühlösungen sowie Verlustleistung. Der OSM-Standard sieht vier aufeinander aufbauende Modulformate zur Skalierung von Funktionalität und I/Os vor. Die Abmessungen umfassen 15 x 30 mm, 30 x 30 mm, 45 x 30 mm und 45 x 45 mm. OSM ermöglicht die Entwicklung und Herstellung von System-on-Modules für die gängigsten Prozessorarchitekturen wie MCU32, ARM und x86.

Leistungsstarker, kompakter Modulbaustein

Bei einem SoM handelt es sich in der Regel um einen kleinen, aber vollwertigen Industrierechner, der die relevanten Funktionseinheiten wie Mikroprozessor, Arbeitsspeicher (RAM und Flash) und Stromversorgung, teilweise aber auch mit weiterem Funktionsumfang, auf einer kompakten Leiterplatte integriert. Die physikalischen Konnektoren, über

die Peripheriegeräte angeschlossen werden können, werden auf einem Träger-Board untergebracht. Die Kapselung der Kernfunktionalitäten auf dem System-on-Module ermöglicht hohe Leistungsfähigkeit bei kompakten Abmessungen sowie kostengünstiger Fertigung.

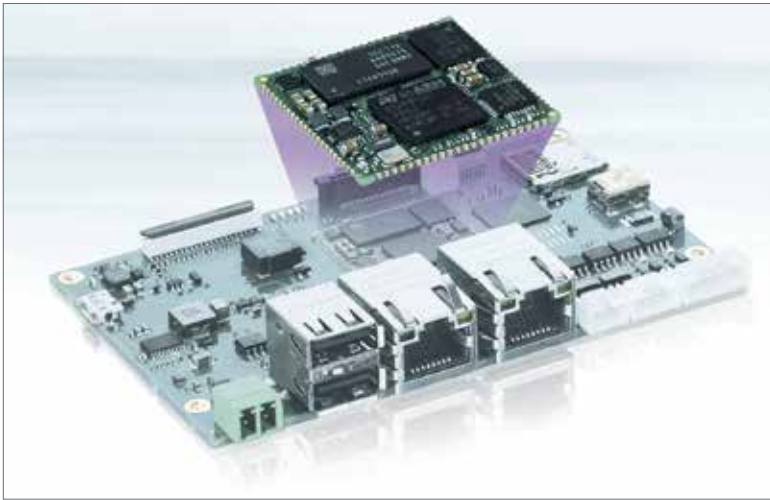
Ein SoM wird üblicherweise auf die Trägerplatine aufgelötet oder gesteckt. Die System-on-Modules von Kontron werden aufgelötet, wodurch die Stecker auf dem Modul und dem darunter liegenden Baseboard wegfallen. Die Kommunikationsschnittstellen sind über Kontakt-Pads an der Unterseite des Moduls angeschlossen.

Einer der Vorteile von System-on-Modules liegt darin, dass sich die Komplexität beim Lagenaufbau des Baseboards reduzieren lässt. Dies schlägt sich in den Entwicklungs- und Stückkosten nieder. Von diesem Kostenvorteil profitiert man vor allem bei einer relativ großen Differenz in den Größen von SoM-Leiterplatte und Träger-Board. Bei einem SoM hat man in der Regel eine 8- oder 10-lagige Leiterplatte in einer kleinen Größe. Diese lässt sich wiederum auf ein größeres, aber deutlich einfacheres und damit günstigeres Träger-Board mit einer geringeren Lagenzahl setzen.

Kurze Entwicklungszeiten und geringes Risiko

System-on-Modules mit leistungsstarken, neuesten Prozessoren auf kleinstem Raum bieten Unternehmen die Möglichkeit, neue Produktgenerationen schneller in den Markt zu bringen. Sie vereinfachen die Entwicklung komplexer, kundenspezifischer Board-Architekturen und bilden damit die ideale Grundlage für individuelle Board-Designs.

Einer Eigenentwicklung eines kompletten Embedded Boards mit integrierter CPU steht in der Regel die hohe Komplexität verbunden mit den entsprechend langen Entwicklungszeiten entgegen. Bei Kontron erhält der Kunde ein fertig



Das SoM auf Basis des STM32MP157 Prozessors ist eine leistungsfähige, kompakte und kostengünstige Grundlage für individuelle Board-Designs.

entwickeltes, vollständig betriebsbereites System-on-Module. Anspruchsvolle Design- und Layout-Aufgaben sind bereits gelöst, beispielsweise das Pin-Multiplexing oder das komplexe Routing beim Anschluss von DDR3 oder DDR4 RAMs.

Der Kunde kann auf eine erprobte Komponente zurückgreifen, die in jeglicher Hinsicht optimiert ist. Damit lässt sich das Entwicklungsrisiko minimieren und die Produkteinführungszeit deutlich beschleunigen. Das Unternehmen übernimmt neben der Entwicklungsverantwortung auch die Produktpflege. Wird beispielsweise ein Speicherbaustein abgekündigt, ersetzt Kontron diesen automatisch. Die Langzeitverfügbarkeit der Module beträgt in der Regel zehn Jahre.

Baseboards einfach entwickeln

Auf Basis des System-on-Modules können Unternehmen ihr eigenes Baseboard entwickeln. Bei Bedarf steht Kontron hier unterstützend zur Seite oder übernimmt alternativ die komplette Entwicklung. Die Baseboards des Unternehmens umfassen neben dem SoM ein Standard-Peripherie-Set mit einer Vielzahl von Schnittstellen, in der Regel USB, Ethernet, CAN, SD-Karten-Interface, Display-Interface, Touch-Interface sowie Audio- und Programmierschnittstelle. Mit den Baseboards lassen sich auch in einem Proof-of-Concept Applikationen erproben, um in einem nächsten Schritt über das Design des Boards und den passenden Prozessor zu entscheiden. Rechen- und Speicherleistung sind je nach Bedarf skalierbar.

HMI, Web-Panels oder IoT-Gateways

Dank der umfangreichen Schnittstellen eignen sich die System-on-Modules für eine Vielzahl von Anwendungen in Industrie, Automation, Medizintechnik, POS/POI sowie für IoT und Industrie 4.0. In Kombination mit Displays und wahl-

weise mit Gehäuse lassen sich hochwertige HMI und Multi-touch-Panels in unterschiedlichen Größen realisieren. Ein weiterer Schwerpunkt sind IoT-Gateways.

Ein Beispiel für den Einsatz von System-on-Modules mit Displays sind Kaffeeautomaten mit Touchscreens. Kontron zeichnet hier für das Display, die Steuerelektronik, die Schnittstelle zu den Bezahlssystemen und das Datenlogging verantwortlich. Künftig wird noch eine Gateway-Funktionalität integriert sein, so dass auch Betreiber von Kaffeeautomaten von den Vorteilen der Fernwartung profitieren können. So können Servicearbeiten bei tatsächlichem Bedarf ausgeführt werden.

Eine weiteres Anwendungsfeld sind hochwertige Glas-Touch-Bedienfelder, die besonderen Umgebungsbedingungen ausgesetzt sind, wie etwa in Backstationen in Supermärkten oder bei Bäckereisystemen in Großbäckereien, wo hohe Temperaturen und Luftfeuchtigkeit sowie extreme Staubbelastung herrschen. Sowohl die Elektronik als auch die Software müssen speziell auf diese Bedingungen zugeschnitten sein. Kontron will die erforderliche Lösungskompetenz beisteuern, um die individuellen Kundenanforderungen abzubilden.

Die System-on-Modules des Unternehmens kommen zudem in Touch-Displays zum Einsatz, wie sie beispielsweise in Wasserhandling-Anlagen oder Entkalkungsgeräten in Privathaushalten genutzt werden. Die Anbindung zum Unternehmens-Server und zum Service-Smartphone ermöglicht es den Betreibern dieser langlebigen Geräte, neue digitale Geschäftsmodelle zu initiieren, bei geringen Stückkosten für das SoM.

Neue System-on-Modules

Die System-on-Modules von Kontron basieren auf den modernsten, leistungsfähigsten Prozessorarchitekturen. Nach-

dem Kontron 2019 als einer der ersten Hersteller ein SoM mit dem STM32MP157 Prozessor von STMicroelectronics auf den Markt gebracht hat, steht jetzt mit dem SL i.MX8M Mini ein SoM mit dem High-Performance-Prozessor i.MX8M Mini von NXP zur Verfügung. Für beide Module bietet das Unternehmen auch entsprechende Baseboards an. Zukünftige System-on-Modules werden dann unter anderem auf Basis des neuen OSM-Standards entwickelt.

Das neue SoM SL i.MX8M Mini basiert auf den Prozessortechnologien Arm Cortex-A53 und Arm Cortex-M4 für Real-Time-Anwendungen beziehungsweise Steuerungs-Aufgaben sowie der Speichertechnologie LPDDR4. Das kompakte Modul bietet eine hohe Performance für rechenintensive Applikationen, anspruchsvolle 3D-Visualisierungen und verfügt über umfangreiche Kommunikationsschnittstellen sowie ein modernes DSI-Interface als Display-Schnittstelle. Je nach Variante ist es mit bis zu 1,6 GHz getaktet. In Verbindung mit dem Linux Board Support Package und einer komplett konfigurierbaren Open Source Entwicklungsumgebung ist das SL i.MX8M Mini sofort einsetzbar. Das System kann auch als Starter-Kit geliefert werden, um den Prozessor zu erproben. Als erstes SoM von Kontron bietet es zudem die Möglichkeit, alternativ zu einem Linux-Betriebssystem auch Microsoft Windows 10 IoT Core zu verwenden.

Vorteile von Systems-on-Modules

- Einfache, kostengünstige Entwicklung von Embedded-Lösungen mit individuellen Board-Designs
- Anwendungen in Industrie, Automation, Medizintechnik, POS/POI, IoT und Industrie 4.0
- Skalierbare Modulbauweise oder Baukastenprinzip
- Minimiertes Design-Risiko und sehr verkürzte Time-to-Market
- Vollständig betriebsbereit mit Linux oder Microsoft Windows 10 IoT Core

Open Standard Module (OSM)

Im Oktober 2019 haben sich die Unternehmen Kontron, Iesy und F&E Electronic Systems zusammengeschlossen und gründeten die Standardisierungsgruppe SDT.05, um einen neuen Formfaktor für Auflötmodule zu definieren. Inzwischen sind 13 weitere Unternehmen an der Entwicklung des „Open Standard Module“-Standards beteiligt. Mit der Veröffentlichung des Release Candidate 1.2 konnten bereits im Februar 2020 Grundlagen für erste Produkt-Designs vorgestellt werden, voraussichtlich in Q2 2020 wird der Standard von der Standardization Group for Embedded Technologies (SGET) final verabschiedet werden. □

Kingbright

Kingbright Electronic Europe GmbH

■ Quality ■ Efficiency ■ Innovation ■ First-class service

NEUE RIGHT ANGLE SMD-LED IM ULTRA-FLACHEN GEHÄUSE KPDA-1806 SERIE

Eigenschaften:

Abmessung = 1,8 mm x 1,5 mm x 0,6 mm

Enger Abstrahlwinkel – 25°

Lieferbar in den Farben rot, orange, grün, gelb und blau

Applikationen:

Hintergrundbeleuchtung, Statusanzeige,

Haushalts- und intelligente Geräte, „Wearable Computer“, Medizinische Geräte





MIKROCONTROLLER IN MODERNEN SYSTEM-DESIGNS

Anwendungen richtig beschleunigen

Bei einem Blick in einen beliebigen Katalog elektronischer Komponenten, wird schnell deutlich, dass Entwicklern ein sehr breites Spektrum an Mikrocontrollern (MCU) für ihre Designs zur Verfügung steht. Doch welcher ist der Richtige?

TEXT: Mark Patrick, Mouser Electronics **BILDER:** STMicroelectronics; Microchips; TI; iStock, PRAIRAT FHUNTA

Diese große Auswahl an verfügbaren Produkten zeigt, dass MCUs zu einem wesentlichen Bestandteil der modernen Systemimplementierung geworden sind. Es ist heutzutage schwer, etwas zu finden, das nicht mindestens eine MCU enthält.

Die Breite des Angebots hat scheinbar keine Grenzen, aber das ändert sich schnell, wenn man das Systemdesign methodischer angeht und klare Entscheidungskriterien umreißt, um das optimale Modell für die betreffende Aufgabe

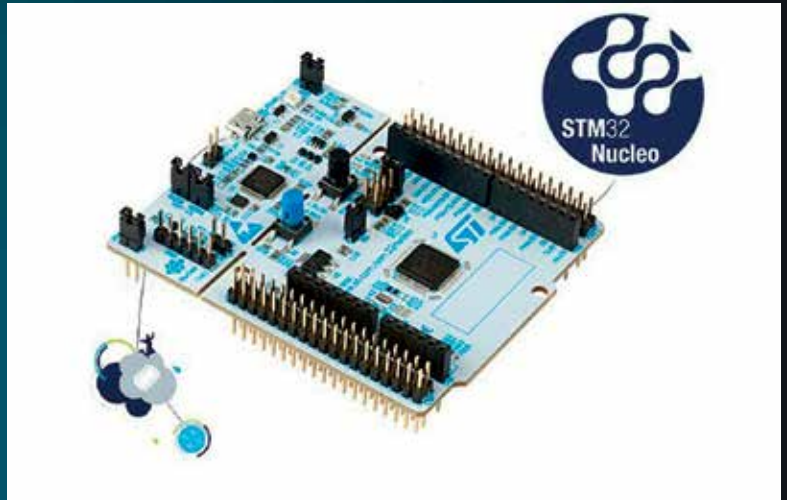
zu finden. Im Folgenden werden sieben wichtige Aspekte dargestellt, die Sie bei der Betrachtung der MCU-Optionen bedenken sollten und die dazu beitragen können, die Eignung bestimmter Katalogprodukte für Ihre speziellen Anforderungen bestmöglich zu beurteilen.

Architektur

Die wichtigste Überlegung bei einem Embedded-Projekt ist, ob der MCU-Prozessorkern in der Lage sein wird, die an

ihn gestellten Anforderungen angemessen zu erfüllen. Eine einfache 8-Bit-Pipeline wird in der Lage sein, Steuerungsaufgaben zu bewältigen, zu denen etwa die Überwachung von I/O-Anschlüssen und Statusänderungen auf der Grundlage dieser Eingaben zählen. Wenn die Aufgabe jedoch eine arithmetische Manipulation der Eingaben in Algorithmen wie zum Beispiel Closed-Loop-Steuerung beinhaltet, kann für das System ein anspruchsvollerer Befehlssatz erforderlich sein, der eine Umstellung auf eine 16-Bit- oder

Das Development Board
511-NUCLEO-G070RB von
STMicroelectronics basiert auf
einem ARM-32-Bit-Prozessorkern.



sogar 32-Bit-Pipeline nach sich ziehen kann. Breitere Pipelines haben den Vorteil, dass sie Abtastwerte und andere reale Daten als eine Einheit behandeln.

Eine 8-Bit-Pipeline teilt alle Daten bis auf die kleinsten Werte für die Verarbeitung in Untereinheiten auf. Das führt zu Leistungseinbußen. Für die Closed-Loop-Steuerung bietet eine 16-Bit-Architektur mit digitaler Signalverarbeitung oft das beste Verhältnis zwischen Kosten und Rechenleistung. Für dedizierte Systeme, die eine Mischung aus Steuerungs-, Kommunikations- und Managementfunktionen unterstützen müssen, kann jedoch die größere Leistungsfähigkeit einer 32-Bit-Pipeline erforderlich sein.

I/Os

Der große Vorteil eines Designs mit MCUs liegt in der Vielfalt der bereits integrierten I/Os. Viele MCUs verfügen über einen durchdachten Mix von I/Os und sind speziell auf bestimmte Anwendungsbereiche zugeschnitten, die von registerprogrammierbaren digitalen Signalleitungen über "intelligente" Motorsteuereinheiten bis hin zu kompletten drahtlosen Subsystemen für IoT-Konnektivität reichen. Wenn man die Systemfunktionen festlegt, die für eine bestimmte Anwendung benötigt werden, lässt sich hieraus mit Hilfe einer parametrischen Suche häufig einfach und problemlos eine Auswahlliste geeigneter Geräte erstellen.

Im Idealfall gibt es eine MCU mit allen I/Os, die Sie für die gewünschte Anwendung benötigen. Dies ist jedoch in der Realität manchmal nicht umsetzbar, insbesondere bei Nischendesigns. Viele externe Peripheriegeräte entsprechen den gängigen Schnittstellenspezifikationen (wie I2C oder SPI). Oder sie nutzen eine parallele Schnittstelle, die entweder den Anschluss an einen Speicherbus unterstützt oder durch Änderung von Mehrzweck-I/O-Leitungen aufrufbar ist. Eine detaillierte Übersicht über die für das Design benötigten externen Komponenten gibt Aufschluss darüber, ob die ausgewählte MCU zusätzlich zu den integrierten Peripheriefunktionen noch weitere serielle oder parallele I/Os benötigt.



Der PIC18F46Q10T-I/PT ist ein Beispiel für die beliebte PIC-Produktfamilie von 8-Bit-MCUs von Microchip.

Speicher

Der Speicher ist häufig das Hauptkriterium für die Auswahl eines bestimmten Bauteils innerhalb einer MCU-Familie. Externer Speicher lässt die Gesamtkosten steigen und wegen der für die Zugriffe benötigten zusätzlichen Zyklen wird die Leistung oft beeinträchtigt. Daher sollte besonderes Augenmerk darauf gelegt werden, dass der Speicher der gewählten MCU zur Zielanwendung passt – wenn gleich es häufig auch sinnvoll ist, einen externen seriellen Speicher zur Speicherung von Konfigurationsdaten zu verwenden, wenn das ganze System vom Netz getrennt wird.

Das Designteam muss – wie auch bei der Bewertung der Leistung – bei der Auswahl der MCU-Familie abschätzen, wie viele Bytes die Anwendung und das zugehörige Betriebssystem (falls erforderlich) für den Programm- wie auch für den Datenspeicher verbrauchen werden. Sehr häufig wird die Anwendung erst dann einsatzbereit sein, wenn die Entscheidung für eine bestimmte MCU getroffen wurde. Darüber hinaus ist es selbst mit Schätzverfahren wie der Funktionspunktanalyse immer noch schwierig, eine genaue Vorhersage der tatsächlichen Speichernutzung zu treffen. Daher kann es sinnvoll sein, eine MCU-Familie

zu wählen, bei der eine einfache Skalierung der Speichergöße möglich ist, und zwar sowohl beim Flash-Speicher als auch beim SRAM. Bei Bauteilen, die eine Reihe von verschiedenen Speichergößen bieten, ist es im Allgemeinen einfach, auf den nächstgrößeren Baustein aufzurüsten, ohne dadurch die Pinbelegung oder andere Aspekte des Designs in irgend einer Art und Weise zu beeinflussen.

Leistung

Der Energieverbrauch ist zu einem wichtigen Thema für die Entwickler von Embedded-Systemen geworden. Bei vielen IoT-Projekten wird heute erwartet, dass sie jahrelang mit einer einzigen Batterieladung betrieben werden können, und selbst bei Systemen, die über das Stromnetz gespeist werden, ist die Energieeffizienz heute ein zentrales Kaufkriterium für Designer. Die sorgfältige Auswahl von MCUs verbessert die Energieeffizienz auf verschiedene Weise: Zum einen durch die kontinuierliche Verlagerung hin zu dichteren Prozessen, um dadurch die Vorteile der Skalierung – nicht nur in Bezug auf Logik und Speicherkapazität, sondern auch in Bezug auf den Stromverbrauch – zu nutzen.

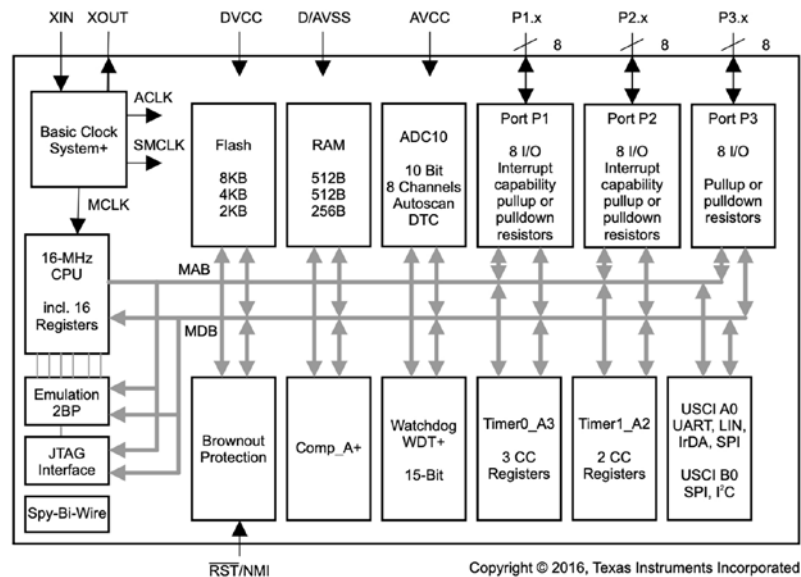
Eine größere Verbesserung der Energieeffizienz ergibt sich jedoch im Allge-

meinen aus dem strategischen Einsatz von Low-Activity- und Sleep-Modi, wenn die MCU nur eine geringe Arbeitsbelastung zu bewältigen hat. Durch die Unterteilung der Aktivität in kurze Bursts können Entwickler die Vorteile von Sleep-Modi nutzen, welche die Stromaufnahme auf nur wenige nA reduzieren. Zusätzlich bieten immer mehr MCUs intelligente Peripheriesteuerungen, die es ermöglichen, regelmäßige Funktionen auszuführen, ohne den Prozessorkern aufwecken zu müssen. Das maximiert die Sleep-Zeit und reduziert gleichzeitig die für die Ausführung der Anwendung benötigte Energiemenge.

Tools

Die Tool-Unterstützung ist ein wesentliches Unterscheidungsmerkmal für eine Reihe der führenden MCU-Architekturen. Eine parametrische Suche führt zwar häufig zu mehreren Kandidaten aus verschiedenen Familien von Prozessorarchitekturen, ein sehr wichtiges Entscheidungskriterium ist jedoch die Frage, in welchem Umfang die Tool-Unterstützung den Anforderungen des Entwicklungsteams entspricht. Daher ist es wichtig, die Kompetenzen und Erfahrungen der Entwickler zu berücksichtigen. Entwickler mit fundierten Fachkenntnissen in höheren Programmiersprachen, die bei

Blockdiagramm des MSP430F2132QRHBREP von Texas Instruments.



großen Systemen zum Einsatz kommen, tendieren natürlich eher zu 32-Bit-Architekturen wie ARM, da diese die größte Auswahl an Compilern bieten.

In Entwicklungsszenarien, die besonderen Speicher- und Kostenbeschränkungen unterliegen, ist es sinnvoller, 8-Bit- oder 16-Bit-Architekturen anzustreben und einige der Beschränkungen zu berücksichtigen, die sich dadurch für C-Code ergeben können. In vielen Fällen steht eine große Vielfalt an Tools zur Verfügung. Die wichtigsten 8-Bit- und 16-Bit-MCU-Architekturen werden durch komplette Toolchains von Compilern, Debuggern und Linkern unterstützt, die oft in einer integrierten Entwicklungsumgebung (IDE) gehostet werden und in einer sehr günstigen Preisklasse angesiedelt sind.

Gehäuse

Bei vielen Designs ist der Platzbedarf für die Unterbringung der MCU ein wichtiger Gesichtspunkt. Häufig entscheiden sich die Anwender für eine MCU-Lösung, weil ihre hohe Integration einen kompakten Formfaktor ermöglicht. Allerdings werden immer Kompromisse zwischen dem Design des Kerngehäuses und dem, was das Board-Level-Design unterstützen kann, nötig sein. Eine wachsende Anzahl

von MCUs wird beispielsweise in Gehäusen im Chip-Maßstab geliefert, die den abstrakten Platzbedarf dieser Geräte so weit wie möglich reduzieren. Die Dichte der Verschaltungen im Gehäuse kann das PCB-Design vor Herausforderungen stellen, was wiederum den Wechsel zu einem kostenintensiveren Stackup- und Montageprozess erforderlich macht.

Der Platzbedarf auf dem Board wird auch durch die Anzahl der benötigten unterstützenden Komponenten und die auf dem Ziel-PCB verfügbaren Routing-Möglichkeiten beeinflusst. In Szenarien mit geringer Lagenzahl oder flexiblen PCBs kann der Platzbedarf um die MCU herum für die Weiterleitung zu I/Os, Taktgeber, Masse und Strom schnell ansteigen, wenn eine große Anzahl von Verbindungen benötigt wird. Designer müssen außerdem die Zuverlässigkeit des Geräts bei der Montage auf dem PCB im Zusammenhang mit der Zielanwendung berücksichtigen. Starke Vibrationen und Stöße können die Verwendung eines Spezialgehäuses erforderlich machen, was wiederum den Wechsel zu einer anderen MCU-Familie nach sich ziehen kann.

Kits

Die MCU ist eine nahezu ideale Plattform für Situationen, in denen es

auf eine kurze Produkteinführungszeit ankommt, da sie das Hardwaredesign erheblich vereinfacht. Die umfassenden Software-Tools, die die Hersteller jetzt zur Verfügung stellen, tragen dazu bei, dass die endgültige Anwendung schnell auf den Markt kommt. Mit diesen Projektbeschleunigern können Teams einen weiteren Vorsprung erzielen, indem sie eine MCU wählen, die mit Evaluierungs- und Entwicklungskits geliefert wird. Dabei handelt es sich um technisch fertige Boards, die neben der gewählten MCU alle zusätzlichen I/Os bieten, die eine typische Anwendung benötigt.

Zusätzlich bieten viele Kits jetzt I/O-Board-Familien, die direkt mit dem Motherboard verbunden werden, so dass die Designer eine kundenspezifische Hardwarelösung in wenig mehr als der Zeit zusammenstellen können, die für die Lieferung des Pakets durch den Distributor benötigt wird. Die Designerteams können somit durch einfaches Herunterladen von Prototyp-Software in das Evaluierungssystem einen Proof-of-Concept erstellen, der den Kunden vorgestellt werden kann. Diese Evaluierungskits können die Grundlage für frühzeitige Lieferungen bilden, während das Hardware-Design-Team parallel an einer kostenoptimierten Lösung arbeitet, die sich langfristig als attraktiver erweisen wird. □

BIDIREKTIONALE 10kW AC/DC-NETZTEILE

Leistungsstarke Netzteile kostengünstig entwickeln

Die Herstellung eines bidirektionalen 10 kW AC/DC-Wandlers ist eine technische Herausforderung. Mithilfe neuester Topologien und des Einsatzes neuester Entwicklungen wird jedoch das Design einfacher realisierbar und wirtschaftlich rentabler.

TEXT: Steve Roberts, Recom BILDER: Recom; iStock, DimaChe

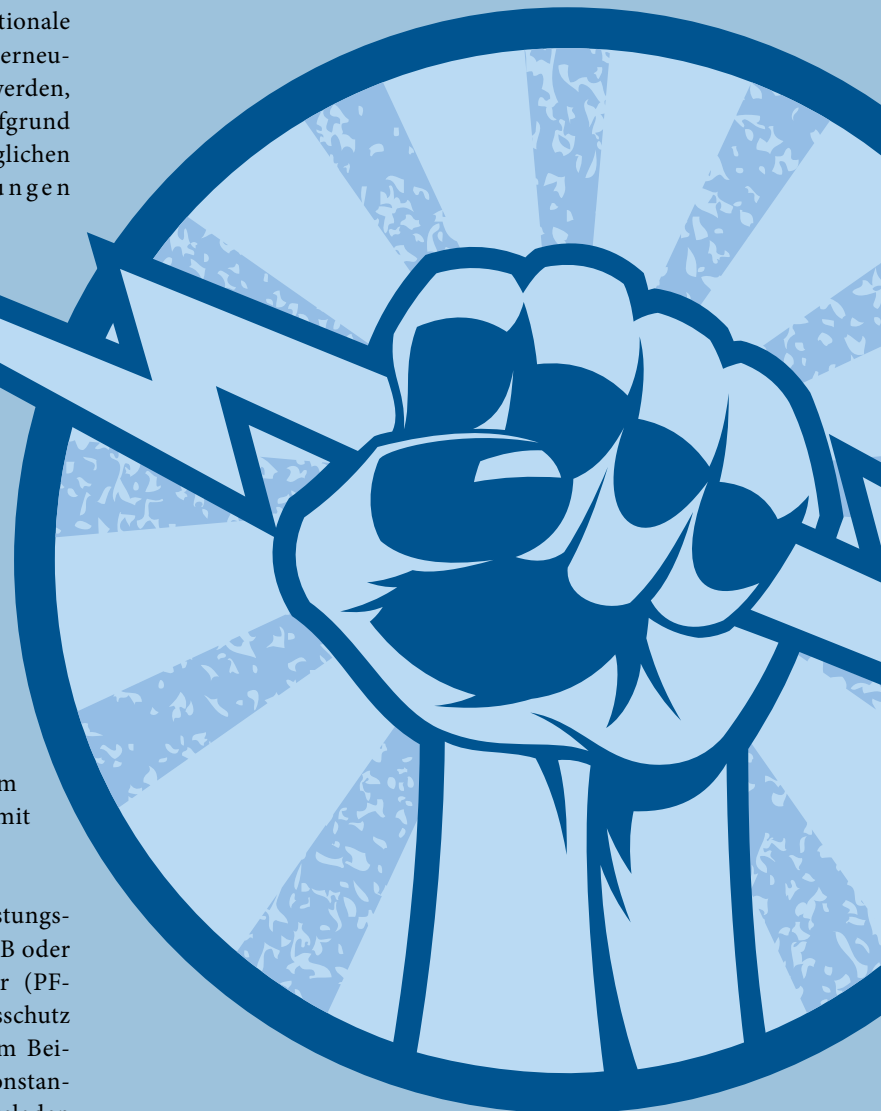
Heutzutage gibt es etliche Beispiele für bidirektionale Netzteile. Ein Grund dafür ist, dass viele erneuerbare Energieprojekte gefördert werden, obwohl die Leistung aufgrund der saisonalen/täglichen Schwankungen

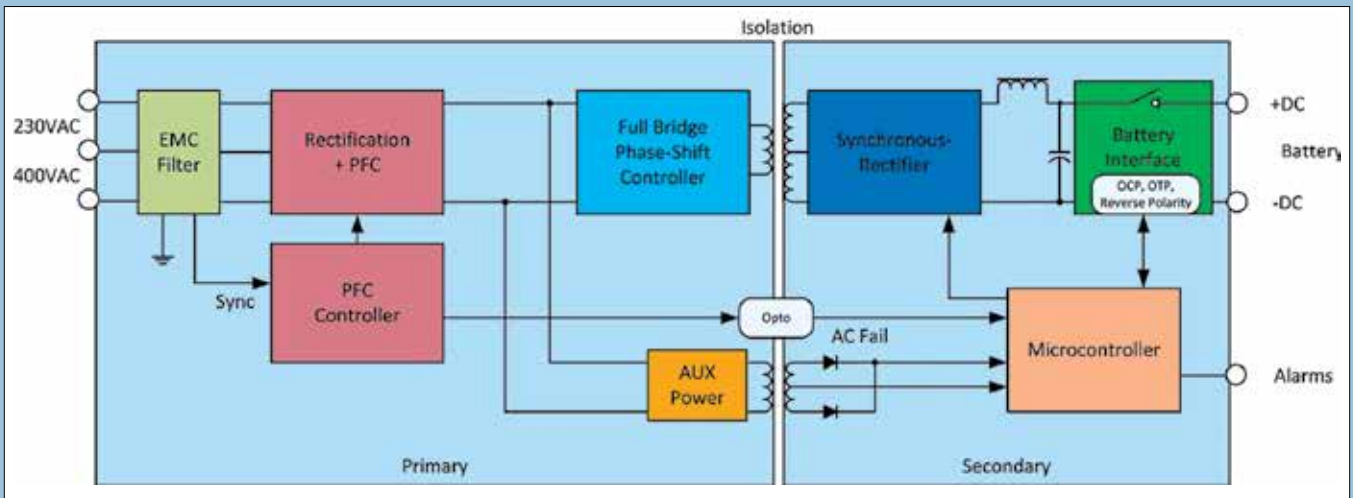
oft nicht mit der Nachfrage übereinstimmt. Eine kontinuierliche Netzverfügbarkeit könnte aber gewährleistet werden, wenn Millionen von Elektrofahrzeugen (EV) als Zwischenspeicher in einem sogenannten Vehicle-to-Grid-System (V2G) verwendet werden. Dieses Konzept braucht bidirektionale Netzteile. Es gibt zwei Besonderheiten, wie sich bidirektionale Netzteile wesentlich einfacher und günstiger produzieren lassen – die erste ist die Einführung neuer bidirektionaler Topologien, und die zweite ist die Weiterentwicklung der Siliziumkarbid (SiC)-Transistoren.

Unidirektional versus bidirektional

Unidirektionale AC / DC-Ladegeräte verwenden im Allgemeinen die in der Abbildung gezeigte Anordnung mit einigen wesentlichen proprietären Variationen.

Abhängig von der Batteriespannung und den Leistungsstufen kann die Schaltung single-ended, push-pull, PSFB oder LLC sein; dazu zählen eine Leistungsfaktorkorrektur (PFC)-Stufe und eine Schnittstelle für Batterie-Verpolungsschutz und zur Anpassung des notwendigen Ladeprofils. Zum Beispiel sollten Lithium-Ionen-Batteriezellen zuerst mit konstantem Strom und danach mit konstanter Spannung aufgeladen





Allgemeine Anordnung eines AC / DC-Batterieladegeräts.

werden, aber sie dürfen keinesfalls überladen werden. Darüber hinaus kann eine Tiefenentladung einen Li-Ion-Akku irreparabel beschädigen. Ein Mikrocontroller wird verwendet, um das sichere Laden / Entladen der Batterie zu überwachen und zu steuern.

Um ein solches Design bidirektional zu gestalten, könnte eine Wechselrichterstufe parallel zum vorhandenen Schaltplan hinzugefügt werden.

Diese Anordnung ist kostenineffizient, da zwei Transformatoren benötigt werden. Eine bessere Lösung wäre die Verwendung einer Topologie, die von Natur aus bidirektional ist und nur einen Trenntransformator braucht.

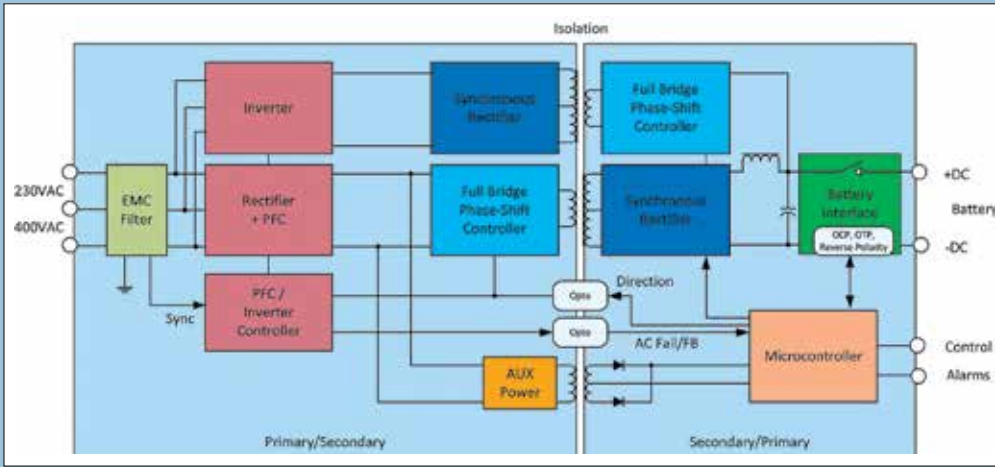
Wenn die Batteriespannung der PFC-Busspannung (ca. 400 VDC) ähnlich ist, ist CLLC (die bidirektionale Version der beliebten resonanten LCC-Topologie) eine gute Wahl. Wenn die Batterie-

spannung aber viel niedriger (48 V) oder viel höher (800 VDC) als die PFC-Busspannung ist, ist eine phasenverschobene Vollbrücke (PSFB) aufgrund des einfacheren Aufbaus und der größeren Spannungstoleranzen eine bessere Alternative. Da in diesem Beispiel ein 48 V-Lithium-Ionen-Akku angewendet wurde, wurde eine PSFB-Topologie ausgewählt. Im Prototyp wurde ein analoger Controller-IC statt einer digitalen Alternative verwendet, da dieser Standardbaustein einige Vorteile bietet:

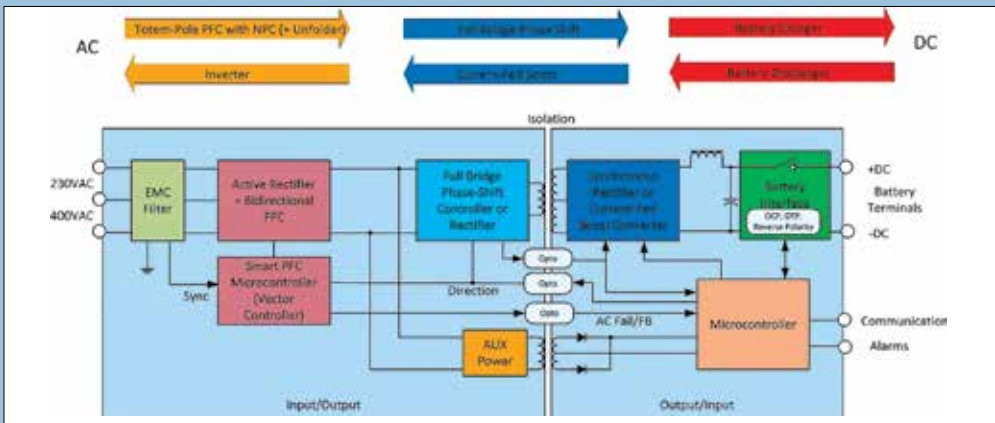
1. Es ist ein etabliertes Teil mit bekannter Leistung und nachgewiesener Zuverlässigkeit.
2. Es verfügt über eine integrierte ZVS-Fähigkeit mit Niedriglast-Management, sodass der Wirkungsgrad über den gesamten Lastbereich hoch bleibt.
3. Der Zeitpunkt für die synchrone Gleichrichtung wird ebenfalls vom IC generiert, wodurch externe Komponenten und Kosten gespart werden.
4. Es verfügt über einen integrierten Schutz, sodass der Ausgang vom Mikroprozessor nicht ständig überwacht werden muss und für andere Aufgaben frei wird.
5. Es ist kostengünstig.

Die Rückkopplungsschleife nutzt die Ausgangsspannung, um die Phasenverschiebung der Vollbrücke zu regulieren. In diesem Design wird die Analog-Schleife jedoch vom Mikrocontroller justiert, um die Batteriespannung und den Ladestrom zu steuern. Dabei handelt es sich um ein Hybrid-Design, das die Stabilität und den ausfallsicheren Betrieb des analogen Controllers mit der Vielseitigkeit und Genauigkeit eines digitalen Mikroprozessors kombiniert.

Um die gesamte PSFB-Schaltung mit Hybrid-Rückkopplung bidirektional zu machen beziehungsweise auszulegen, muss der zentrale Mikroprozessor die Steuerung der synchronen Gleichrichtungs-FETs auf der „Ausgangsseite“ übernehmen. Er muss aber auch gleichzeitig die Filterinduktivität verwenden, um einen stromgespeisten Gegentakt-Aufwärtswandler (Current-Fed Push-Pull Boost Converter) herzustellen.



Prinzipielle Anordnung eines AC / DC-Batterieladegeräts mit einem parallelen Wechselrichter.



Kostenoptimierter bidirektionaler AC/DC-Wandler mit hoher Leistung.

Auf der Primärseite des Transformators ist der PSFB-Controller deaktiviert. Da die SiC-Transistoren eine robuste Körperdiode enthalten, wird die von der Primärwicklung des Transformators erzeugte Spannung mithilfe der Freilaufdioden parallel passiv gleichgerichtet und auf dem PFC-Kondensator gespeichert. Eine zweite parallele Rückkopplungsschleife in der Schaltung ermöglicht dem Mikrocontroller des PSFBs, die Spannung zu regulieren.

Der größte Vorteil dieser Topologie ist ihre Einfachheit und die doppelte Verwendung aller Hauptkomponenten für den Energiefluss in beide Richtungen. Dies reduziert die Kosten im Vergleich zu der vollständig symmetrischen Anordnung vieler anderer bidirektionaler Designs, zum Beispiel die Dual Active Bridge (DAB) mit vier Schalttransistoren auf jeder Seite und zwei Leistungsinduktoren zusätzlich zum Trenntransformator.

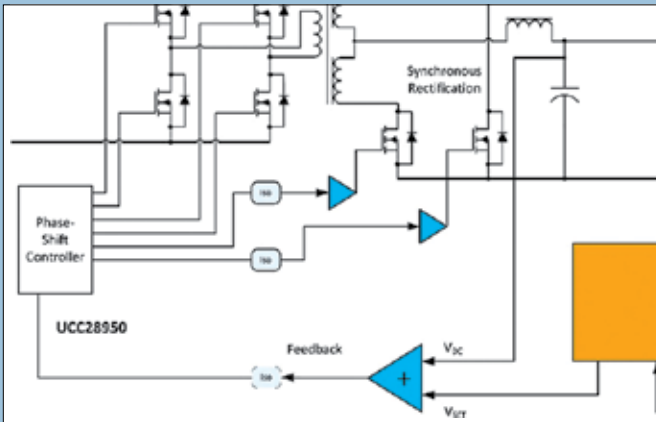
Leistungsfaktorkorrektur (PFC)

PFC wird von den Elektrizitätsunternehmen sowohl für den Last- als auch für den Rückstrombetrieb benötigt. Eine verbreitete Topologie ist die brückenlose Totempole-PFC-Topologie, die alle Gleichrichtungsdioden eliminiert. Dabei kom-

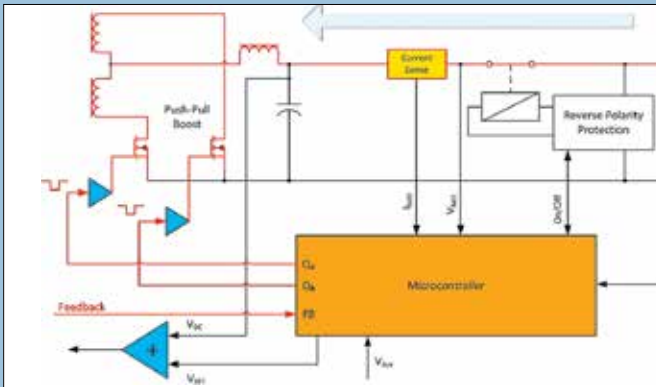
men SiC-Transistoren zum Einsatz. Sie sind ideale Komponenten in der Schaltung für die Hochfrequenz-Schalttransistoren Q1 und Q2, weil sie eine robuste Körperdiode mit einem niedrigen Q_{rr} haben. Das erlaubt der PFC-Stufe, im CCM zu arbeiten, wodurch der THD gesenkt wird, der Gesamtwirkungsgrad erhöht wird und die EMV-Filterung vereinfacht wird.

Eine Weiterentwicklung der PFC-Topologien ist die dreiphasige Version mit Neutral Point Clamp (NPC). Viele dreiphasige Versorgungen haben nur L1, L2, L3 und Masse. Durch Hinzufügen einiger Lenkdioden in einer Vienna-Topologie wird ein virtueller Neutralpunkt erzeugt. Durch NPC werden die Ströme in den drei Phasen gleichmäßiger ausgeglichen, wodurch die Größe der EMV-Filterkomponenten verringert wird.

Die Dreiphasen-PFC-Lösung mit NPC reicht für viele PFC-Anwendungen aus, ist jedoch nicht perfekt. Die Lenkdioden könnten durch Transistorpaare ersetzt werden, um den Wirkungsgrad zu erhöhen, aber dies würde die Dreieckwellen-Common-Mode-Spannung immer noch nicht beseitigen. Diese Störung kann jedoch durch Einspeisen eines externen Stroms in eine „Unfolder“-Schaltung behoben werden.



Details einer PSFB mit Hybrid-Rückkopplung.



Aufbau eines Current-Fed Push-Pull Converters.

Das Blockdiagramm der endgültigen bidirektionalen Lösung verdeutlicht den theoretischen Aufbau und die detaillierte Funktionsweise eines kostenoptimierten AC/DC-Wandlers mit hoher Leistung.

Ein 10-kW-Prototyp wurde unter diesen theoretischen Vorgaben gebaut, um das Design zu überprüfen. Der Netzanschluss war dreiphasig und ein 48 V-Akku wurde als Last / Quelle verwendet. Der Prototyp hat einen bidirektionalen Wirkungsgrad von mehr als 96 Prozent und einen Leistungsfaktor von mehr als 0,99 in beide Richtungen.

Fazit

Zu Beginn dieses Artikels wurde die Notwendigkeit eines bidirektionalen AC/DC-Wandlers zur Unterstützung von G2V- und V2G-Anwendungen erörtert und dargestellt. Bei allen Anwendungen mit hoher Stückzahl sind jedoch, neben Zuverlässigkeit und Leistung, niedrige Herstellungskosten das Hauptaugenmerk. Durch die Änderung eines unidirektionalen Designs, sodass es in beide Richtungen funktioniert, kann eine kostenoptimierte Lösung gefunden werden, die in puncto Kosten und Leistung überzeugt. □

FIRMEN UND ORGANISATIONEN IN DIESER AUSGABE

Firma	Seite	Firma	Seite
5G-Industry Campus Europe.....	8	Max-Planck-Institut	8
AixControl	8	MES Electronic Connect	33
AKKA Management Services	25	Mouser Electronic.....	42
ASAP.....	18	Nordsys.....	14
Beta Layout.....	53	ODU	35
Bürklin	26, 29	Paul-Scherrer-Institut	8
Congatec.....	50	PEAK-System Technik	5
Display Elektronik.....	61	Pfeiffer Vacuum	2. US
ESA.....	6	Phoenix Contact	31
Etas	4. US	Recom	46
Faulhaber.....	28	Rutronik.....	3, 58
Fischer Elektronik.....	9, 34	Schukat	54
Fraunhofer-Gesellschaft.....	8	Schurter.....	21
Frislen-Leistungswiderstände.....	57	Siba	54
Garz & Fricke.....	8, 62	Socionext Europe.....	11, 12
Harting.....	37	Syslogic	22
Horst-Görtz-Institut.....	8	TH Köln	8
Kingbright Electronic Europe	41	TU Graz	8
Kontron	38	Turck Duotec	17
Lacon Electronic.....	27		

IMPRESSUM

Herausgeber Kilian Müller

Head of Value Manufacturing Christian Fischbach

Redaktion Bernhard Haluschak (Managing Editor/verantwortlich/-928), Roland R. Ackermann (freier Mitarbeiter), Anna Gampenrieder (-923), Ragna Iser (-898), Demian Kutzmutz (-937)

Newsdesk newsdesk@publish-industry.net

Anzeigen Saskia Albert (Director Sales/verantwortlich/-918), Leopold Bochtler (-922), Beatrice Decker (-913), Caroline Häfner (-914), Mirjam Holzer (-917), Veronika Muck (-919); Anzeigenpreisliste: vom 01.01.2020

Sales Services Isabell Diedenhofen (-938), Ilka Gärtner (-921), Franziska Gallus (-916); sales@publish-industry.net

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

Herstellung Veronika Blank-Kuen

Verlag publish-industry Verlag GmbH, Machtlfinger Straße 7, 81379 München, Germany
Tel. +49.(0)151.58 21 1-900, info@publish-industry.net, www.publish-industry.net

Geschäftsführung Kilian Müller

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-Taschenbücher) sowie als Gratiszugabe das jährliche, als Sondernummer erscheinende E&E-Kompendium.

Jährlicher Abonnementpreis

Ein JAHRES-ABONNEMENT der E&E ist zum Bezugspreis von 64 € inkl. Porto/Versand innerhalb Deutschland und MwSt. erhältlich (Porto Ausland: EU-Zone zzgl. 10 € pro Jahr, Europa außerhalb EU zzgl. 30 € pro Jahr, restliche Welt zzgl. 60 € pro Jahr). Jede Nachlieferung wird zzgl. Versandkosten und MwSt. zusätzlich berechnet. Im Falle höherer Gewalt erlischt jeder Anspruch auf Nachlieferung oder Rückerstattung des 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 F&W Druck- und Mediacenter GmbH, Holzhauser Feld 2, 83361 Kienberg, 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. (IWV), Berlin



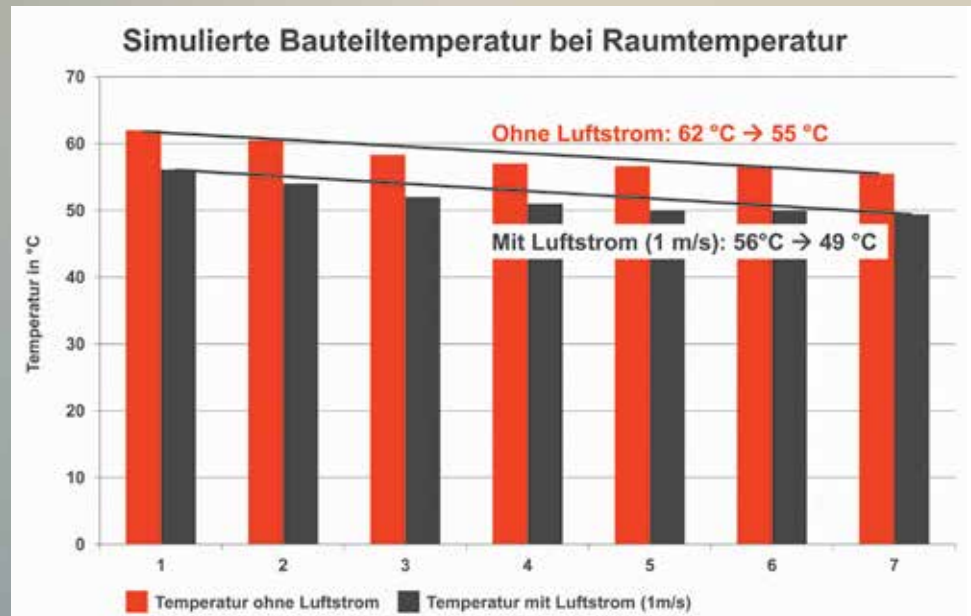
COM-HPC CARRIER BOARD DESIGN

Mit Guter Vorbereitung zum Sieg

COM-HPC ist der kommende Standard für modulare High-End Edge-Server. Er liefert deutlich schnellere Schnittstellen und fast doppelt so viele wie COM Express. Die Anforderungen an das Carrierboard-Design steigt damit exponentiell. Worauf müssen sich Entwickler einstellen?

TEXT: Zeljko Loncaric, Congatec BILDER: Congatec; iStock, Cecilie_Arcurs

Veränderung der Kupferdicken sowie Via-Anzahl und Via-Placements führen zu veränderten Temperaturen. Im konkreten Simulationsfall wurde in 7 Iterationen eine Temperatursenkung um rund 12 Prozent erreicht.



Ende 2019 hat das technische Subkomitee für COM-HPC der PICMG das Pinout für diese neue High-Performance Computer-on-Module Spezifikation verabschiedet. In Kürze wird der Standard offiziell veröffentlicht und erste Module verfügbar. Systementwickler spezifizieren bereits ihre ersten Carrierboard-Designs und stehen in den Startlöchern, die ersten Leiterplatten zu entflechten, um im Idealfall parallel zu den kommenden Embedded-Server-Prozessoren von Intel und AMD mit eigenen Lösungen auf den Markt kommen zu können. Die hohe Dichte der auf dem Konnektor ausgeführten High-Speed-Schnittstellen stellt Entwickler dabei vor bislang noch nie dagewesene Herausforderungen, die vor allem die Signal-Compliance des Carrierboard-Designs betreffen.

Neueste Interfaces

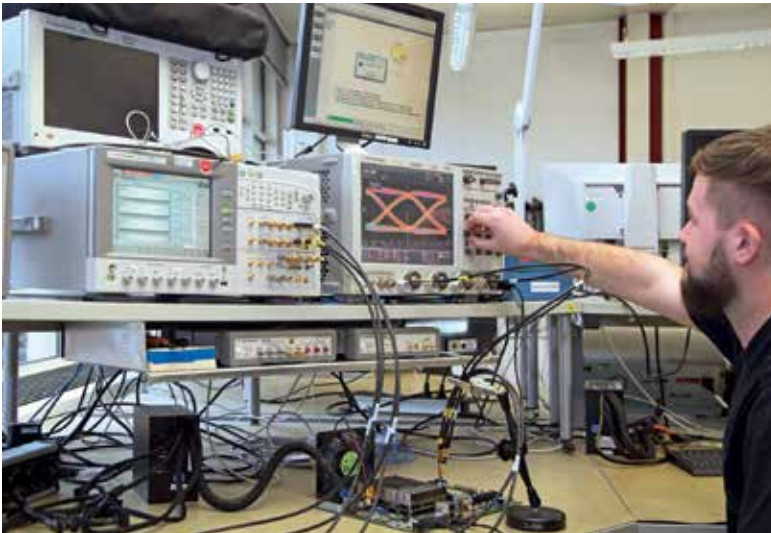
Die zwei Konnektoren stellen auf ihren jeweils 400 Pins Schnittstellen extrem hohen Taktraten mit bis hin zu 25 Gb/s zur Verfügung und PCIe Gen 4 und 5. Die neuen PCIe Generationen verdoppeln für den Performancegewinn dabei jeweils die Übertragungsrate. Bietet PCIe gen 3.0 schon 8 Gigatransfers pro Sekunde (8 GT/s), so verdoppeln sie sich auf 16 GT/s bei PCIe Gen 4 und auf 32 GT/s bei PCIe Gen 5. Bei den jüngst veröffentlichten Vorab-Details von PCIe Gen 6 ändert sich die Taktfrequenz nicht. Es werden allerdings pro Takt dann 2 statt bisher nur 1 Bit übertragen, indem eine Pulsamplituden-Modulation mit 4 Stufen (PAM4) genutzt wird. Vermutlich wird COM-HPC auch diesen Technologiesprung auf PCIe Gen 6 unterstützen können, da der verwendete Stecker eine optimierte Version eines 56 Gbps PAM4 spezifizierten Steckers ist.

Große Herausforderungen

Statistisch sind Entwickler damit auf 12,5 Prozent (1/8 der maximal möglichen Bandbreite von COM-HPC) von dem vorbereitet, was da in Zukunft auf sie zukommt und mit etwas Abstand betrachtet, ist das eine enorme Lernkurve, die sie allein bei PCIe zu bewerkstelligen haben. Sicher, PCIe Gen 6 hängt noch in „weiten Säcken“ und wir noch Jahre brauchen, bis man erste Serienprodukte sehen kann. Aber es reicht auch schon allein der aktuelle Sprung zur nächsten Generation aus. Er bringt beim Wechsel von PCIe 3 auf 4 plus 100 Prozent, von USB 3.2 Gen 2 (das ehemalige USB 3.1 Gen 2 oder Super-Speed+) auf USB 4.0 (40 Gb/s) plus 400 Prozent und von 10 GbE auf 25 GbE plus 150 Prozent mehr Performance. Es ist also auch hier schon leicht zu erkennen, dass man sich gut für die kommenden Herausforderungen rüsten muss. Ein wichtiges Stellglied sind dabei möglichst frühzeitige Compliance Tests, um eine fehlerfreie Funktion der fertigen Lösung nicht nur auf dem Entflechtungsmonitor, sondern auch im Feld sicherzustellen. Denn selbst wenn bewährte Maßnahmen der HF-Technik, Layoutgestaltung für optimale Signalqualität und Dimensionierungen im Design berücksichtigt werden, können nur umfassende Compliance Tests kritische Auffälligkeiten schon im Vorfeld zu Tage fördern.

Statistisch verteilte und sporadische Fehler

Der Betrieb leicht außerhalb der Compliance kann zu zufälligen, nicht vorhersehbaren Ausfällen führen. Meistens funktioniert das System zwar, aber im praktischen Betrieb mit



Das Congatec-Testlabor, in dem auch OEM-Carrierboard Designs getestet werden, ist mit Präzisionsmessgeräten ausgestattet mit denen aktuell bis 36 GHz gemessen werden kann.

externen Komponenten können Aussetzer auftreten. Solche sporadisch auftretenden Fehler lassen sich nur sehr schwer analysieren. Dennoch sind sie äußerst kritisch und ihre Folgen werden erfahrungsgemäß teuer. Neben den EMV Compliance Tests, die sicherstellen, dass Abstrahlungen definierte Strahlungswerte nicht überschreiten, müssen auch die Transmitter und Receiver der High-Speed Kommunikationsschnittstellen eine definierte Signalqualität einhalten.

Compliance ermitteln

Betrachtet man beispielsweise PCIe-Schnittstellen, dann garantiert die Einhaltung der PCIe-Spezifikation die erfolgreiche Kommunikation zwischen dem Mainboard und jeder beliebigen Peripheriekomponente. Vorausgesetzt, beide Seiten sind „compliant“ und halten die Spezifikation ein. Befinden sich die Werte zwar außerhalb, jedoch in Grenznähe, kann die Kommunikation des Board mit den Devices zwar funktionieren. Es kann im realen Einsatz allerdings zu Übertragungsfehlern kommen. Ein erkannter Fehler in der Kommunikation löst zudem eine erneute Übertragung des Datenpaketes aus. In der Folge sinkt die tatsächlich erreichte Datentransferrate. Eine im Labor erfolgreich getestete Kommunikation ist damit also noch lange kein Nachweis der Compliance. Der Nachweis der Compliance kann nur durch eine ausführliche Charakterisierung des Designs mittels präziser Messungen geführt werden.

Hierfür betreiben Computer-on-Modules Spezialisten wie Congatec eigene Testlabors, die mit teuren Präzisionsmessgeräten ausgestattet sind. Der Vorteil eines hausinternen Labors liegt dabei auf der Hand: Je tiefer man in der sicheren Zone arbeitet, umso höher ist die Zuverlässigkeit und Funktion über lange Zeit. Eine genaue Kenntnis der Sicherheitsmarge trägt zur Qualitätssicherung und auch -steigerung bei. Optimierte

werden die Produkte zuerst mittels Simulationen. Verifiziert werden kann die Optimierung jedoch nur mittels umfangreicher Empfänger- (RX) und Sender- (TX) Compliance-Messungen. Um die Zukunftssicherheit für High-Speed-Interfaces, wie sie COM-HPC bietet, zu gewährleisten, wurde bei Congatec bereit in 2018 auch ein neuer Messplatz angeschafft, der die Charakterisierung der kommenden ‚Next Generation‘ Transmitter und Receiver – einschließlich PCIe Gen 5.0 und USB 4.0 und weit darüber hinaus – erlaubt. Auch im Bereich ‚Signal Integrity‘ kann das Unternehmen auf ausgewiesene Spezialisten zurückgreifen, um umfassende Services anbieten zu können.

Mehr Wärmeleistung abführen

Hinsichtlich der Compliance gerät auch thermische Belastung zunehmend ins Blickfeld dieser Embedded Designs, da thermische und elektrische Eigenschaften interagieren. Sie bringen schon heute physikalische Kausalketten zum Vorschein, die bei Low-Power-Produkten, wie sie im klassischen Embedded-Computing-Markt bislang üblich sind, nicht gravierend in Erscheinung treten. Bei COM-HPC Server Modulen werden jedoch bis zu 300 Watt Leistung über die Konnektoren geführt. Für COM-HPC Client Module sind bis zu 200 Watt spezifiziert. Damit werden konforme Designs sowohl der Module als auch des applikationsspezifischen Carrierboards nochmals deutlich komplexer.

Hierbei ist nicht nur die Entwärmung der CPU, sondern aller Halbleiter- und Leistungselemente zu optimieren. Eine gute thermische Anbindung bedeutet in der Regel auch eine gute elektrische Anbindung für eventuelle Störsignale auf Signalleitungen. Um diese zu optimieren, empfehlen sich zwei Arten der thermischen Simulation: Zum einen die rein thermische Betrachtung. Sie stellt ausschließlich das Element und

die Verlustleistung der Bauteile in den Fokus. Zum anderen die elektrothermische Simulation. Sie berücksichtigt darüber hinaus auch den Strom auf der Leiterbahn – speziell in den Stromversorgungen. Ihre Wärme wird über Vias auf die großen Kupferflächen einer GND-Plane abgeleitet. Zu berücksichtigen ist deshalb auch der Einfluss dieser Vias und ihrer Lage im Design. Die Erwärmung der Leiterbahnen bedingt aber auch eine Widerstandsänderung in den benachbarten Signalleitungen. Diese Impedanzverschiebung hat wiederum Einfluss auf die Signalqualität. Signal Integrity ist also ein Thema, das sich bis hin zur Optimierung des Entwärmungskonzepts auswirkt.

Compliance mit Brief und Siegel

Das Ziel ist letztlich den Nachweis zu erbringen, dass Kunden das Ziel der Compliance sicher erreichen und das auch durch ein Messprotokoll zu bestätigen. Zum Compliance-Test muss idealerweise die komplette Einheit – bestehend

aus dem Computer-on-Modul und passendem Carrierboard – geprüft werden. Damit der Kunde später seinen eigenen Compliance-Test erfolgreich bestehen kann, schöpft Congatec auf der eigenen Seite alle technischen Möglichkeiten aus. Im hauseigenen, speziell dafür ausgestatteten Testlabor muss ein COM-HPC Modul in Funktionseinheit mit einem Congatec Referenz-Carrier in einem ‚Pre-Compliance‘ Test seine Compliance-Fähigkeit unter Beweis stellen. Solche ‚Pre-Compliance‘ Tests für Transmit und Receive zum Standard bei seinen Produkt zu machen, belegen den hohen Qualitätsanspruch des Computer-on-Modules Spezialisten. Die gleichen Compliance-Tests bietet das Unternehmen Kunden auch für COM-HPC basierte Carrierboard-Modul-Kombination an. Kunden sparen so Investitionen in eigene oder externe Labors und profitieren vom Expertenwissen des Computer-on-Modules-Experten, was auch die Findung eines Ansprechpartners für die Problemlösung im Falle einer Incompliance des Carrierboards besonders einfach macht. □

Beta
LAYOUT

MAGIC-BOM[®]

Das neue Tool im PCB-POOL[®]-Konfigurator

Ruckzuck zur perfekt bestückten Leiterplatte

Schnell
Automatische
Bauteilsuche

Einfach
BOM-Erstellung
per Drag & Drop

Günstig
Preiswerte
Lager-Bauteile

Gleich testen: beta-layout.com/magic-bom

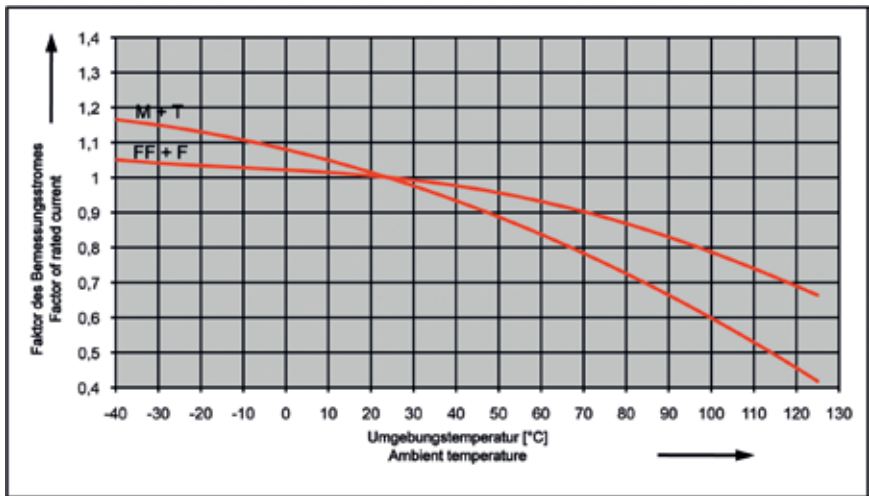
GERÄTESCHUTZSICHERUNGEN

Die richtige Sicherung auswählen

Bei der Auswahl der richtigen Geräteschutzsicherung sind eine Reihe von Einflussfaktoren zu berücksichtigen – diese können entscheidend für Lebensdauer und Funktion der Sicherung sein und vor ungewollten Ausfallzeiten schützen. Denn der Sicherungseinsatz soll nur im Fehlerfall „rausfliegen“, um die Elektronik vor größeren Schäden zu bewahren.

TEXT: Annette Landschoof, Schukat; Andreas Grünig, SIBA BILDER: SIBA; iStock, ChuckSchugPhotography

Einfluss der Umgebungstemperatur auf den Bemessungsstrom.



Wichtige Einflussfaktoren

Häufig erfolgt das Auswählen einer Sicherung ausschließlich nach dem Bemessungsstrom, der Bemessungsspannung und Charakteristik. Dabei wird davon ausgegangen, dass der auf der Sicherung angegebene Bemessungsstrom auch dauerhaft über die Sicherung fließen darf. Das ist jedoch nur sehr selten der Fall. Denn die relevanten Normen gehen bei der Bestimmung des Bemessungsstromes immer von optimalen Bedingungen für die Sicherung aus, also 23 Grad Celsius Umgebungstemperatur, ungehinderte Wärmeabgabe, kontinuierlich fließender Strom und so weiter. Einer der wichtigsten Einflussfaktoren für die richtige Wahl der Sicherung ist jedoch die Umgebungstemperatur. Diese hat sowohl Einfluss auf den möglichen Dauerstrom als auch auf das Schmelzintegral der Sicherung. Zudem spielen Einschaltströme und Pulsbelastungen, die über den Bemessungsstrom der Sicherung hinausgehen, eine entscheidende Rolle.

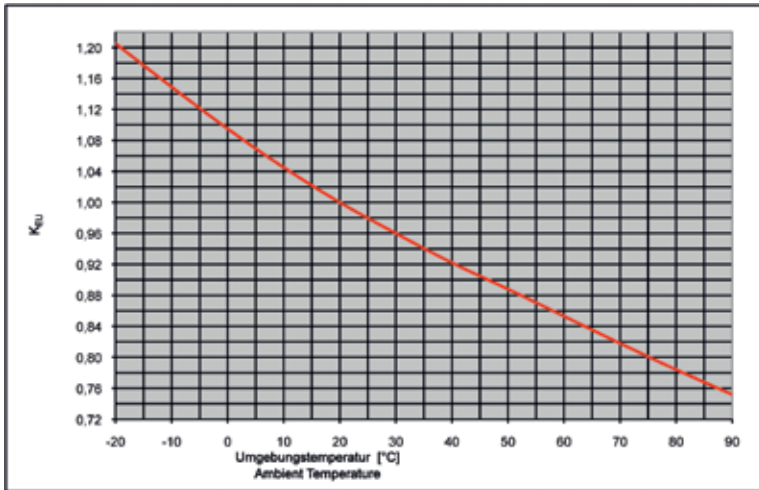
Einfluss der Umgebungstemperatur auf den Bemessungsstrom

Die Funktion der Sicherung basiert im Grunde auf einem sehr einfachen Prinzip. Fließt ein Strom, erwärmt sich der Schmelzleiter im Sicherungseinsatz. Fließen größere Ströme, erwärmt sich der

Schmelzleiter so lange, bis letztlich der kleinste Schmelzstrom des Sicherungseinsatzes erreicht und die Temperatur im Schmelzleiter so hoch ist, dass dieser schmilzt und den Stromfluss unterbricht. Das verdeutlicht, dass nicht nur die vom Laststrom erzeugten Temperaturen einen Einfluss auf das Auslöseverhalten haben, sondern auch Umgebungstemperaturen die Belastbarkeit beeinflussen.

Sicherungseinsätze sind also entsprechend der Normvorgaben für eine Umgebungstemperatur von 23 Grad Celsius ausgelegt. Liegen höhere Umgebungstemperaturen vor, so verringert sich die dauerhaft mögliche Strombelastung. Die im Schmelzleiter entstehende Wärme kann nicht mehr ausreichend abgeführt werden, was zum Auslösen der Sicherung unterhalb des Bemessungsstromes führen kann. Umgekehrt verhält es sich mit Temperaturen kleiner 23 Grad Celsius. Hier löst die Sicherung erst bei höheren Strömen aus, da sozusagen von außen gekühlt wird und somit eine bessere Wärmeableitung als unter Normbedingungen besteht. Das Diagramm zeigt, wie sich die Verschiebung des Bemessungsstromes für verschiedene Sicherungen bei unterschiedlichen Umgebungstemperaturen ermitteln lässt.

Wird beispielsweise eine träge Sicherung benötigt, über die ein Strom von et-



Einfluss der Umgebungstemperatur auf das Schmelzintegral.

wa 1 A bei einer Umgebungstemperatur von 70 Grad Celsius fließt, so berechnet sich der benötigte Sicherungs Bemessungsstrom wie folgt:

- $I_{rat} = I_L / K_f = 1 \text{ A} / 0,78 = 1,28 \text{ A}$
- I_{rat} : resultierender Sicherungs Bemessungsstrom
- I_L : Laststrom
- K_f : Korrekturfaktor aus Diagramm

Damit müsste eine Sicherung mit einem Bemessungsstrom von mindestens 1,28 A ausgewählt werden, damit der Laststrom von 1 A auch bei einer Umgebungstemperatur von 70 Grad Celsius dauerhaft über die Sicherung fließen kann und die Sicherung nicht frühzeitig und ungewollt auslöst. Da der nächste genormte Bemessungsstrom 1,6 A beträgt, ist ein 1,6 A Sicherungseinsatz erforderlich.

Einfluss der Umgebungstemperatur auf das Schmelzintegral

Die Umgebungstemperatur wirkt sich nicht nur auf den maximalen Dauerstrom der Sicherung aus, sondern mit ihr verändert sich auch das Schmelzintegral. Auch hier gelten die in den gängigen Datenblättern angegebenen Werte für das Schmelzintegral eines Sicherungseinsatzes für normale Raumtemperaturen. Stei-

gen die Temperaturen in höhere Bereiche, was für Anwendungen in der Elektronik die Regel ist, verringert sich das in den Datenblättern angegebene Schmelzintegral des Sicherungseinsatzes. Liegen die Temperaturen unter 20 Grad Celsius, ist mit einem erhöhten Schmelzintegral zu rechnen.

Die Berechnung des tatsächlichen Schmelzintegrals erfolgt so:

- $I_2 t_s = I_2 t \times KEU$
- $I_2 t_s$: tatsächliches Schmelzintegral
- $I_2 t$: Schmelzintegral aus Datenblatt
- KEU: Korrekturfaktor ermittelt aus Diagramm

In der tatsächlichen Anwendung ist folglich aufgrund der meist erhöhten Umgebungstemperaturen mit einem niedrigeren Schmelzintegral zu rechnen als die Datenblätter der Sicherungseinsätze darstellen. Dieses korrigierte Schmelzintegral lässt sich für alle weiteren Betrachtungen heranziehen.

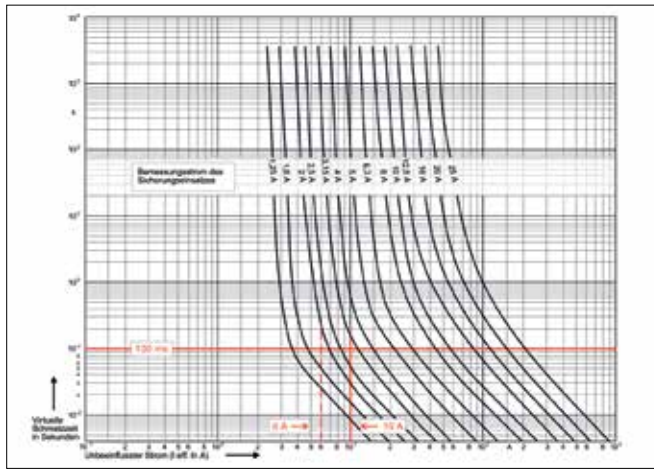
Einschaltströme

Der häufigste Grund für das ungewollte Auslösen von Sicherungseinsätzen sind nicht berücksichtigte, oft zeitlich begrenzte Sonderbelastungen, die über den Bemessungsstrom der Sicherung hinaus-

gehen. Dazu zählen häufig Einschaltströme, die teils nur einige Male, meist aber während der gesamten Lebensdauer der Elektronik einige tausend Mal vorkommen. Sie können zu einer ungewollten Überlastung führen, sodass die Sicherung auch im vorgegebenen Normalbetrieb irgendwann sicher auslöst.

Dabei gibt es verschiedene Methoden zur Bewertung von Einschaltströmen. Eine häufig angewandte Prüfmethode, ob die Sicherung den „Inrush“ tragen kann, ist der Vergleich des Einschaltstromes mit der Zeit/Strom-Kennlinie der Sicherung. Hierbei wird die Höhe des Einschaltstromes sowie die Zeit, über die der Strom fließt, in die Kennlinie eingetragen. Damit lässt sich schnell erkennen, ob der Einschaltstrom die Sicherung zum Auslösen bringen wird. Um jedoch eine Überlastung der Sicherung zu vermeiden, ist ein ausreichender Abstand zwischen Einschaltstrom und tatsächlichem Schmelzstrom der Sicherung erforderlich. Als Richtwert gilt: Der Einschaltstrom sollte maximal circa 60 Prozent des Auslösestromes betragen.

Mit der genannten 60-Prozent-Regel ist also eine geeignete Sicherung auszuwählen, die einen Schmelzstrom von 10 A bei 100 ms aufweist – in diesem Beispielfall eine 3,15 A-Sicherung.



Bewertung des Einschaltstromes: Inrush: 6 A und Dauer: 100 ms.

Einfluss von Pulsbelastungen

Eine Möglichkeit, um Pulsbelastungen sowie kurzzeitige Einschaltströme richtig zu bewerten besteht im Vergleich des Last- zu Sicherungs-Schmelzintegrals. Hier wird zunächst der Energieertrag der Belastung in die Sicherung ermittelt. Fehlen dazu entsprechende Daten, lässt sich das über Näherungen durchführen.

Das hier ermittelte Pulsintegral ist mit dem Schmelzintegral der Sicherung aus dem Datenblatt zu vergleichen. Liegt ein solcher Puls nur einmalig oder nur wenige Male über die gesamte Lebensdauer der Elektronik an, reicht ein Schmelzintegral des Sicherungseinsatzes aus, das größer als das ermittelte Pulsintegral ist. Handelt es sich jedoch um eine häufiger wiederkehrende Belastung, so ist ein ausreichender Abstand zwischen Schmelzintegral der Sicherung und Pulsintegral zu gewährleisten. Je häufiger der Impuls auftritt, desto größer muss der Abstand sein. Je nach Typ der Sicherung, Schmelzleiterlegierungen und Charakteristiken gibt es dabei sehr deutliche Unterschiede bei der Empfindlichkeit gegen Pulslasten.

Die dedizierte Berechnung des benötigten Schmelzintegrals der Sicherung in Abhängigkeit der zu erwartenden Anzahl der Pulse erfolgt nach dieser Formel:

$$I_{2tsmin} = I_{2tp} / K_p$$

- I_{2tsmin} : min. benötigtes Schmelzintegral des Sicherungseinsatzes aus Datenblatt
- I_{2tp} : Pulsintegral
- K_p : Korrekturfaktor des Pulsintegrals

Mit Hilfe des im Beispiel ermittelten minimal benötigten Schmelzintegrals lässt sich nun eine entsprechende Sicherung etwa über den Distributor Schukat Electronic aus dem Sortiment auswählen, die in der Anwendung nicht ungewollt schon beim Einschalten ausschaltet.

Fazit

Die Auswahl der richtigen Geräteschutzsicherung ist nicht nur eine Frage des dauerhaft fließenden Laststromes, des zu schützenden Gerätes oder Halbleiters. Ebenso wichtig sind die Einflüsse, denen der Sicherungseinsatz ausgesetzt ist, um dessen Lebensdauer nicht schon bei der Auswahl ungewollt zu begrenzen. Es ist also hilfreich zu ermitteln, welchen Umgebungstemperaturen der Sicherungseinsatz ausgesetzt sein kann. Liegen im Einschaltmoment besondere Belastungen vor oder treten immer wiederkehrende Anlaufströme auf? Nur so lässt sich nach kurzer Zeit das Problem vermeiden, dass die Sicherung ungewollt schaltet. □

TEST!



Mit Lastwiderständen von FRIZLEN die Leistungsfähigkeit von Spannungsquellen testen.

- USV-/ Notstromanlagen
- Laborprüfungen
- Lastsimulation (auch für 19"-Rack)

FRIZLEN Leistungswiderstände

- Belastbar
- Zuverlässig
- Made in Germany

+100 JAHRE **DYNAMIK DURCH WIDERSTAND**

Tel. +49 7144 8100-0
www.frizlen.com

AUDIO-DATEIEN FÜR SPRACHFÜHRUNG ERSTELLEN

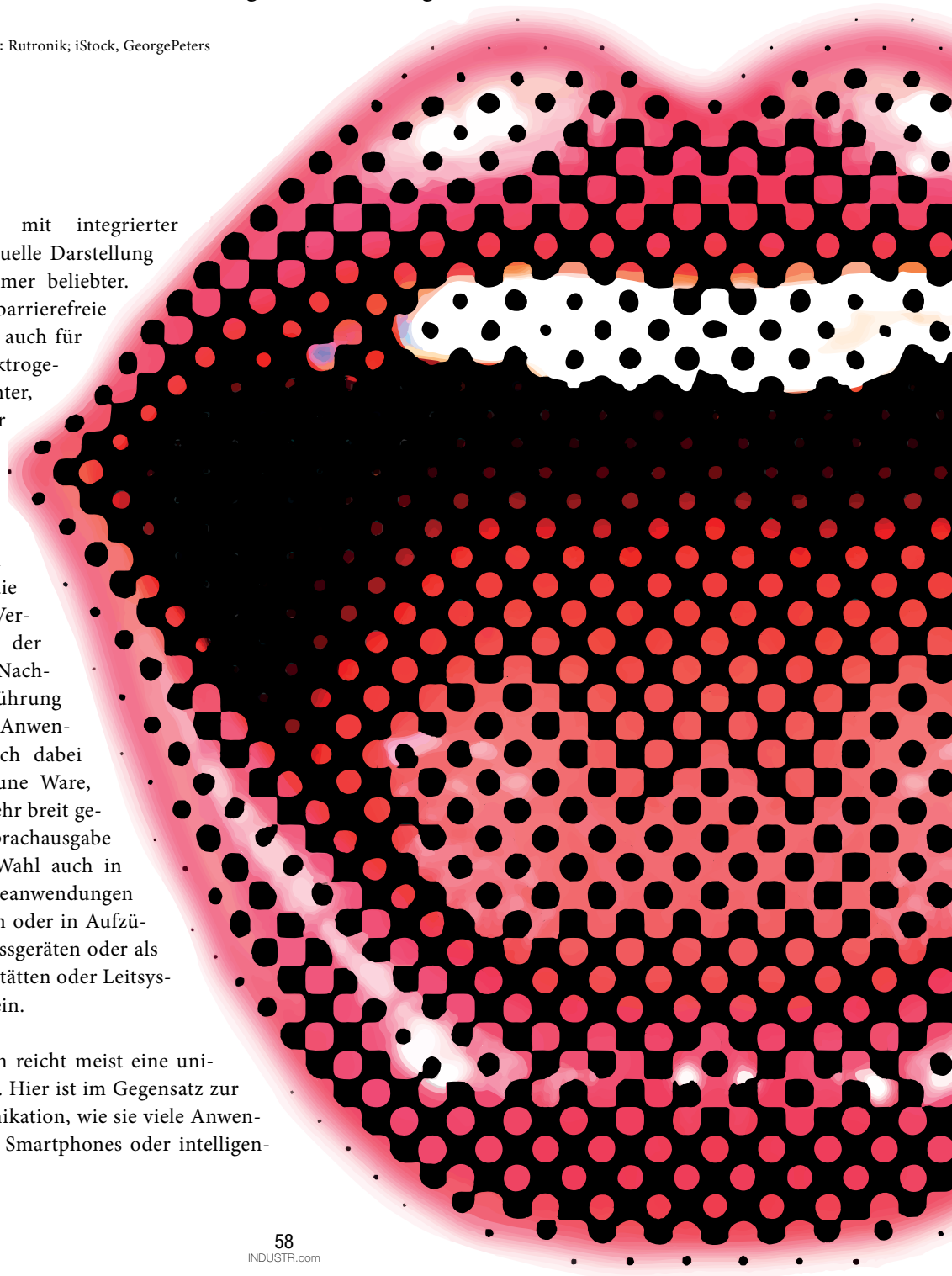
So lernen Geräte sprechen

Der Bedarf an Geräten mit Sprachführung und Audiowiedergabe wächst stetig. Wie Sie qualitativ hochwertige Audio-Dateien einfach und auch in verschiedenen Sprachen erstellen können, zeigt dieser Beitrag.

TEXT: David Werthwein, Rutronik BILDER: Rutronik; iStock, GeorgePeters

Moderne Heimelektronik mit integrierter Sprachausgabe, welche eine visuelle Darstellung ersetzt oder ergänzt, wird immer beliebter. Dabei geht es nicht nur um die barrierefreie Nutzung von Haushaltsgeräten auch für sehbehinderte Menschen. Elektrogeräte werden immer intelligenter, aber oft auch komplexer in der Bedienung. Sprechende Geräte, die in der Lage sind, Wörter und Sätze zu bilden, um den Kunden individuellen Text auszugeben, können hier unterstützen. Aber auch die zunehmende Digitalisierung, Vernetzung und Bequemlichkeit der Nutzer trägt zu einer höheren Nachfrage an Geräten mit Sprachführung und Audiowiedergabe bei. Die Anwendungsbereiche beschränken sich dabei nicht nur auf weiße und braune Ware, sondern sind in ihrer Vielfalt sehr breit gefächert. Zum Beispiel könnte Sprachausgabe die Benutzerschnittstelle der Wahl auch in Spielzeugen, in vielen Industrieanwendungen wie bei der Gebäudeautomation oder in Aufzügen, in Gesundheits- und Fitnessgeräten oder als Alarmfunktion in Produktionsstätten oder Leitsystemen in Einkaufskomplexen sein.

Für derartige Anwendungen reicht meist eine unidirektionale Sprachausgabe aus. Hier ist im Gegensatz zur bidirektionalen Sprachkommunikation, wie sie viele Anwender von virtuellen Assistenten, Smartphones oder intelligen-



Im Haushalt kann die Sprachausgabe in vielen Systemen integriert werden, um die Hausarbeit deutlich zu vereinfachen.



ten Fernbedienung kennen, der Hard- und Softwareaufwand stark reduziert. Es bedarf keiner aufwendigen Infrastruktur mit einer Anbindung an das Internet, über die auch eine Sprachauswertung und Sprachherzeugung in der Cloud möglich ist.

In der Vergangenheit wurde die benötigte Sprachdatei, auch für die eher preisgünstigeren Anwendungen, durch Einsprechen des Textes über Sprachexperten in jeder gewünschten Sprache erzeugt. Dazu mussten ein Studio und ein professioneller Sprecher für eine Aufnahme gebucht werden oder ein eigenes Aufnahmestudio eingerichtet werden – eine teure und zeitintensive Lösung.

Um die Entwicklungszeit und -kosten für Produkte mit unidirektionaler Sprachausgabe zu reduzieren, bietet Epson das ESPER2 Voice Data Creation Tool an, eine PC-basierte Entwicklungsumgebung. Damit lassen sich hochqualitative Audiodateien erzeugen.

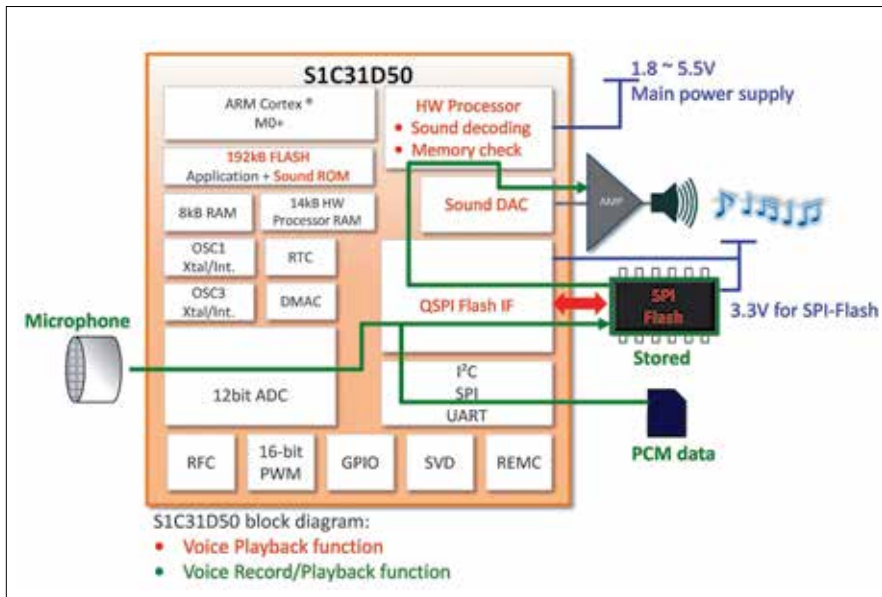
Sprachdateien aus Textdateien generieren

ESPER2 kann bereits formulierte Sätze, welche im CSV-Format vorliegen, importieren und daraus Sprachdateien erzeugen. Dazu analysiert ESPER2 die Texte hinsichtlich Satzbau und Wortposition, um so – zusammen mit einem hinterlegten und sehr umfangreichen Wörterbuch – die korrekte Aussprache und Betonung von Silben und Wörtern abzuleiten. Es entstehen hochwertige Computer-generierte Audiodateien, die sich kaum vom gesprochenen Wort eines echten Menschen unterscheiden.

Die Aussprache von Wörtern, die nicht im Wörterbuch hinterlegt sind oder eine spezielle Betonung besitzen, beispielsweise Produktnamen, kann der Entwickler mit der integrierten Editierfunktion anpassen.

Das Tool ist aktuell für 12 Sprachen (Amerikanisches Englisch, Amerikanisches Spanisch, Kanadisches Französisch, Britisches Englisch, Französisch, Deutsch, Italienisch, Russisch, Spanisch, Chinesisch, Japanisch und Koreanisch) erhältlich und bedient nun neben dem amerikanischen und asiatischen auch den europäischen Sprachraum. Wichtig ist jedoch, dass keine Übersetzungsfunktion existiert. Das heißt, der Text muss in der gewünschten Sprache im CSV-Format vorliegen und in ESPER2 importiert oder manuell direkt in ESPER2 eingegeben werden. Jede Sprache unterstützt eine Frauenstimme. Die Sprachgeschwindigkeit und Tonlage sind variabel einstellbar, um auch hier die sprachspezifischen Besonderheiten abzubilden.

Vorhandene Sprach- und Audiodaten (WAV, 16kHz Abtastrate, Mono Format) in bereits bestehenden Designs können Nutzer weiter verwenden. Dazu importiert der Entwickler die



Mit diesem Evaluation Board lässt sich die Sprachausgabe gut testen, denn bei Auslieferung ist die Sprach-Software bereits aufgespielt.

vorhandenen WAV-Dateien in die Entwicklungsumgebung, welche anschließend die Dateien einfach mit den ESPER2-generierten Dateien verbindet. Epson arbeitet weiterhin daran, einfache Geräusche sowie eine Bibliothek zur Verfügung zu stellen, mit der man hochqualitative Sprach- und Audiodateien zu gängigen Einheiten wie Währungen, Gewichten und ähnlichen Größen erzeugen kann. Auch können die bereits definierten Sätze als Excel Download im CSV-Format zur weiteren Bearbeitung exportiert werden.

Verluste bei der Sprachqualität vermeiden

Das ESPER2 Voice Creation Tool verwendet das Epson-eigene Codec-Format EO (Epson Own Voice), um die Dateigröße für eine effektive Übertragung oder Speicherung zu reduzieren. Im Vergleich zur Standardkomprimierung ADPCM (Adaptive Differential Pulse Code Modulation) kann mit EO die Dateigröße um ein Viertel bis zwei Drittel reduziert werden. Dennoch erreicht die Sprachübertragung eine hohe Qualität mit 16kbps, 24kbps, 32kbps oder 40kbps.

Das .eov-File (Sprach- und Audiodatenspeicher) besteht normalerweise aus einer Lookup-Tabelle und den Audiodaten. Wird einem Satz mit einer bestimmten Bedeutung in den verschiedenen Sprachen die gleiche ID zugeordnet, kann man diesen Satz sehr einfach in mehreren Sprachen abspielen, indem man immer dieselbe ID der Lookup-Tabelle für die verschiedenen Sprachen aufruft. Das verschafft den damit beschäftigten Entwicklern einen guten Überblick, vor allem wenn viele verschiedene Sätze in mehreren unterschiedlichen Sprachen ausgegeben werden sollen.

Der Speicherplatz kann weiter reduziert werden, indem bei grundlegenden beziehungsweise sich wiederholenden Formulierungen ein herkömmlicher Slash (/) eingefügt wird, etwa bei der Angabe von Temperaturen. Das ESPER2 Voice Creation Tool versteht diese und ordnet und verbindet automatisch alle Textformulierungen, zum Beispiel:

ID Nummer 1: "Die Temperatur/ist 38 Grad Celsius."

ID Nummer 2: "Die Temperatur/ist 39 Grad Celsius."

ID Nummer 3: "Die Temperatur/ist 40 Grad Celsius."

Die erzeugten Sprachdaten in diesem ausgewählten Beispiel lauten: "Die Temperatur" "ist 38 Grad Celsius", "ist 39 Grad Celsius", "ist 40 Grad Celsius".

Mikrocontroller oder Sprachausgabe-IC

Je nach geforderten Entwicklungsszenario bietet das Unternehmen Epson eine integrierte sowie eine diskrete Lösung in Form eines Mikrocontrollers oder eines Sprachausgabe-ICs an, um die mit ESPER2 erzeugten Sprachdaten zu speichern und entsprechend auszugeben.

Der 32-bit ARM Cortex-M0+ Mikrocontroller S1C31D50 stellt eine integrierte Lösung dar. Der hardwaremäßig eingebaute Sprach- und Audio-Hardware-Prozessor bietet hier die Möglichkeit, den Ton über zwei Kanäle über den S1C31D50 Mikrocontroller gleichzeitig abzuspielen (mit je einer Abtastrate von 15.625kHz). Die Ausgabe geschieht mit Hilfe von

einfachen Steuerfunktionen: ESPER2 vergibt an alle erzeugten Sprach- und Audiodaten eine Nummer (ID). Diese Nummer (ID) wird in ein Register des Hardware-Prozessors geschrieben, der dann die entsprechenden Audio-Dateien abspielt. Somit muss kein Code für die Verknüpfung der Tondateien erstellt werden. Sobald die Tonwiedergabe gestartet ist, werden keinerlei CPU-Ressourcen benötigt, so dass die CPU auch während der Audioausgabe uneingeschränkt für andere Aufgaben bereitsteht oder einfach nur schlafen gelegt wird.

Diese Variante ist die aktuell einzige auf dem Markt verfügbare Lösung, die Text und Audio gleichzeitig abspielen kann. Das Besondere dabei: Wird beispielsweise neben einem Text auch eine Hintergrundmusik ausgegeben, können die jeweiligen Lautstärken unabhängig voneinander kontrolliert werden.

So kann zum Beispiel die Hintergrundmusik leiser werden, wenn die Sprachausgabe einsetzt, so dass diese besser verständlich ist. Eine Änderung der Tonlage (hoch / tief) und der Sprachgeschwindigkeit werden hardwareseitig realisiert. Die Sprachgeschwindigkeit ist in 5-Prozent-Abstufungen von 75 Prozent bis 125 Prozent regelbar.

Die diskrete Lösung besteht aus dem Sprachausgabe-IC S1V30xxx in Kombination mit einem externen Host-Mikrocontroller. Sie ist somit eine perfekte HMI-Ergänzung für existierende Designs, bei denen ein bereits vorhandener Mikrocontroller aus unterschiedlichsten Gründen nicht ersetzt werden kann oder soll. Um das Sprachausgabe-IC zu steuern, lässt sich prinzipiell jeder Mikrocontroller verwenden, welcher eine serielle Schnittstelle integriert hat. Der erste Baustein S1V3G340 kann aktuell noch keine durch zwei Kanäle gemixte Sprachausgabe realisieren. Alle neuen Sprachausgabe-IC's von EPSON werden jedoch laut Unternehmen mit dieser Funktion ausgestattet und erste Systembausteine spätestens Anfang 2021 in Serie auf dem Markt sein.

Für interessierte Entwickler steht bereits das S5U1C31D50T1200 Evaluation Board zum Testen der Sprachausgabe bereit. Bei Auslieferung des Boards ist bereits eine umfangreiche Test-Software in verschiedenen Sprachen aufge-

spielt. Hier wird die gewünschte Sprache durch DIP-Schalter ausgewählt. Um eigene Sätze zu kreieren, ist lediglich die Installation- und Lizenzierung der kostenlosen ESPER2 Software notwendig. Nach erfolgreicher Installation des Tools können eigene Sätze definiert und nach Belieben verändert werden und gegebenenfalls danach auf das entsprechende Evaluation Board aufgespielt werden.

Bei der Komponentenauswahl und Umsetzung stehen dem Anwender die Fachleute von Rutronik beratend zur Seite, auch bei Fragen zu weiteren für die Anwendung geeigneten Bauelementen, wie Operationsverstärker, NOR-Flash-Speicher oder Lautsprecher, sind sie Ansprechpartner. □

The advertisement is split into two vertical panels. The left panel has a blue background and features the 'display' logo at the top, followed by the text '...since 1984'. Below this, it lists 'LCD', 'LED', 'TOUCH', and 'TFT' in large white letters. A yellow quote reads 'Not only a project, it's a Partnership!'. Further down, it lists 'TOUCH', 'OLED', 'KEYPADS', and 'TFT' in large white letters, with 'OLED' and 'KEYPADS' appearing smaller. At the bottom of the left panel is a TUV SUD logo. The right panel has a black background and features three images: a colorful parrot at the top, four smartphones in the middle, and a colorful frog at the bottom. The text 'COLOUR UP' is positioned above the smartphone images, and 'YOUR LIFE' is positioned below them.

www.display-elektronik.de

Display Elektronik GmbH · Am Rauner Graben 15 · D-63667 Nidda
Tel. 060 43 - 9 88 88-0 · Fax 060 43 - 9 88 88-11

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

HERAUSFORDERUNG: TOUCHCONTROLLER-PROGRAMMIERUNG

BERÜHR MICH!

Bedienung per Finger über Touchscreens ist heute die Regel – egal ob am Automaten im Parkhaus oder bei der Bedienung komplexer Maschinen. Doch damit die berührungsempfindlichen Bildschirme in jeder Situation und unter allen Bedingungen zuverlässig arbeiten, müssen die Touchcontroller umfangreich und individuell programmiert werden. Wir erläutern, wie das geht?

TEXT: Stephan Meyer-Loges, Garz & Fricke BILDER: Garz & Fricke; iStock, Pixtum

Tastatur, Monitor, Computer – Soweit ein normaler Arbeitsplatz eines Programmierers. Direkt daneben die Platine eines Embedded Systems, ein Bildschirm-Modul ohne Gehäuse, viele Kabel und Mess-Equipment. Der Software-Entwickler drückt konzentriert auf Schaltflächen, die auf dem Entwicklungsboard angezeigt werden. Tippt ein paar Zahlen. Drückt erneut auf das Touchscreen-Modul. Was in dieser Szene sehr ungewohnt wirkt, ist eine Hand des Entwicklers. Sie steckt in einem dicken Schutzhandschuh. Doch die Szene ist ganz normal in den Entwicklungsbüros bei Garz und Fricke in Hamburg. Hier wird die Software für Touchcontroller entwickelt.

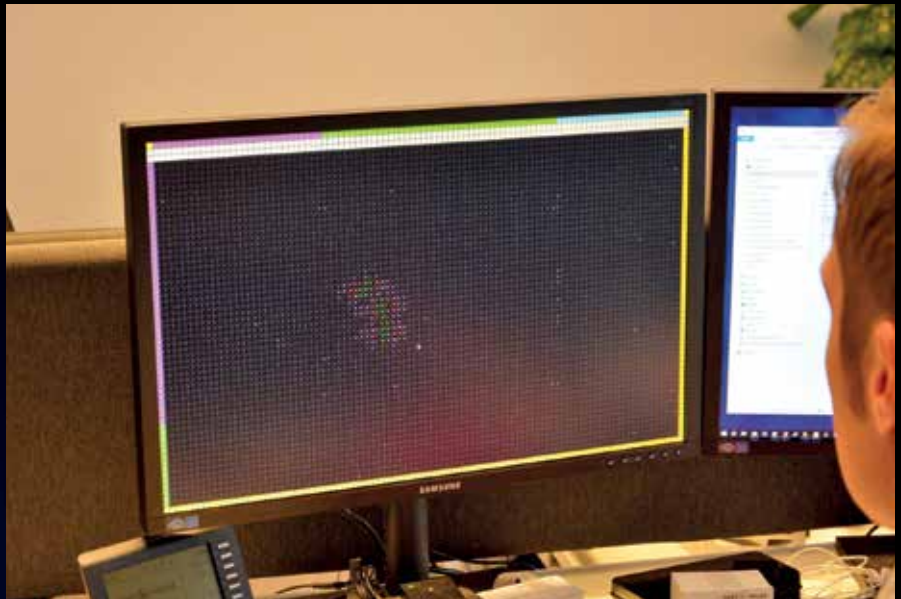
Touch ein Teil des Ganzen

Touchcontroller-Firmware entsteht beim Embedded-Systems-Spezialisten Garz und Fricke nur selten als gesonderte Programmierung oder Einzel-Projekt. Vielmehr wird sie als Teil eines Gesamtsystems bestehend aus Prozessor-Board, Touchscreen und Gehäuse ganzheitlich entwickelt. Und das aus gutem Grund: Fast alle Komponenten des Systems haben einen Einfluss auf das Touchinterface, das als eine Kernkomponente maßgeblich für die Zufriedenheit des Auftraggebers und der Anwender ausschlaggebend ist. Ent-

sprechend werden die Controller direkt in Hamburg optimiert. Auch an der Entwicklung der Treiber sind die Hamburger in vielen Fällen beteiligt.

Bevor die Programmierung des „Touch“ beginnt, müssen alle Umgebungsbedingungen geklärt werden. Wo wird das Gerät einmal eingesetzt werden und welchen Einflüssen muss es standhalten?

Bevor die Programmierung des Touchpanels beginnt, müssen alle Umgebungsparameter festgelegt werden. Wo wird das Gerät eingesetzt und welchen Einflüssen unterliegt es?



Wird es Natur- oder anderen Gewalten ausgesetzt sein? Davon ist beispielsweise abhängig, wie dick und schlagfest das Glas ausfallen wird, das das Touchinterface abdecken wird. Die Dicke und Art des Glases wiederum sowie die Art, wie Bildschirm und Glas verbunden sein werden, bestimmt die Auslegung und Programmierung des Touchcontrollers. So wird beispielsweise ein Touchsensor, der für 1,8 Millimeter dickes Glas ausgelegt ist, mit einem fünf Millimeter dicken Glas nur unzureichende Touchergebnisse erzielen.

Kapazitiv oder resistiv?

Berührungsempfindliche Display arbeiten meistens nach einem von zwei Funktionsprinzipien: resistiv oder kapazitiv. Die resistive Technik reagiert auf mechanischen Druck und gibt die analog gemessenen Werte über vier oder fünf Kabel an den Controller. Dafür sind zwei Folien verbaut, die bei einem Touch-Event aufeinander gedrückt werden. Dabei ändert sich der elektrische Widerstand, der wiederum gemessen wird.

Bei kapazitiven Touchscreens sind elektrisch leitende Schichten verbaut, an die eine Spannung angelegt wird. Berührt nun ein leitendes Objekt wie ein Finger die Oberfläche, erfolgt ein geringer Ladungstransport, der gemessen werden kann. Eine besondere Ausführung sind Projiziert-kapazitive Touchscreens (PCAP), bei denen zwei leitfähige Schichten zum Einsatz kommen. Auf diesen Schichten ist ein festgelegtes Muster aufgebracht, über das die Position des leitfähigen Objekts indirekt berechnet werden kann. Diese besondere Touchscreen-Art ist Multitouch-fähig, kann also auch mit mehreren Fingern gleichzeitig bedient werden.

Technologiewahl ist Abwägungssache

Aus der Art des Touchscreens ergeben sich Vor- und Nachteile und Besonderheiten bei der Programmierung des Controllers. Die resistive Technik hat den Vorteil, dass sie gut mit Handschuhen zu bedienen und unempfindlich gegen elektromagnetische Störungen ist (EMV). Allerdings ist ein solcher Monitor sehr anfällig für Vandalismus-Schäden. Schon mit einem Feuerzeug lässt sich die Kunststoffoberfläche leicht beschädigen. Auch sind resistive Touch-Displays bei Sonneneinstrahlung weniger lichtdurchlässig und schlechter ablesbar.

Konzipiert für Eingaben mit bloßem Finger und mit Glasoberfläche ist der kapazitive Touchscreen sehr robust. Jedoch ist die Eingabe mit Handschuhen beeinträchtigt, was insbesondere bei der Programmierung des Touchcontrollers berücksichtigt werden muss. Die kapazitive Technik stellt Touchcontroller-Entwickler auch vor einige weitere knifflige Aufgaben – vor allem im Außenbereich. Dort stören, anders als beim resistiven Touch, Regentropfen und flächiges Wasser die Eingabe. Denn funktionsbedingt wirkt ein Wassertropfen ähnlich wie ein Finger auf dem Schirm und sorgt für eine messbare Kapazitätsänderung. Das System kann ohne zusätzliche Maßnahmen nicht damit umgehen. Auch darf das Wasser nicht mit Teilen des geerdeten Bildschirmgehäuses in Berührung kommen, da hierdurch eine leitende Verbindung entsteht.

Einflussfaktor Bonding

Zur Beratung in Sachen Touchscreen gehört bei Garz und Fricke die Thematik „Bonding“. Hinter dem Fachbegriff ver-



Bei der Anpassung kapazitiver Touchscreens an die Handschuhbedienung muss besonders die Sensitivität und die Störfestigkeit berücksichtigt werden.

bergen sich verschiedene Techniken, wie Glas mit Touchsensor und dem Display miteinander verbunden werden. Dies hat wiederum Auswirkungen auf den Touch an sich und die Programmierung des Controllers.

Wird das Touchdisplay im Airbond-Verfahren verbaut, wird der Touchsensor entweder mit speziellem doppelseitigen Klebeband auf das Display geklebt oder er wird mechanisch mit einem bestimmten Abstand integriert. Beim sogenannten optischen Bonding wird der Touchsensor vollflächig mit dem Display verklebt. Bei allen drei Verfahren muss der Entwickler des Touchcontrollers die individuelle Dielektrizitätskonstante besonders beachten, die sich um einen gewissen Wert ändert, je nachdem ob der Touchsensor von Luft umgeben ist oder Klebstoff Sensor und Display verbindet. Und auch die Materialart des Klebers muss bei der Programmierung des Touchsensors explizit berücksichtigt werden.

Um die finalen Umgebungsbedingungen darzustellen, sollte die Touchcontroller-Firmware immer erst im verbauten System programmiert werden, da sich durch die Integration ins Gehäuse die Umgebungsbedingung für den PCAP verändern kann. Es macht zum Beispiel auch einen Unterschied, ob ein Displayrahmen aus Metall oder Kunststoff verwendet wird. Darum ist es so wichtig, dass der Hersteller solcher Systeme wie Garz und Fricke die grundlegenden Fragen konstruktiv und technisch vorab mit dem Auftraggeber klärt.

Kein Touchcontroller ist wie der Andere

Damit wird auch klar, dass es nicht die eine Touchcontroller-Firmware gibt. Nur durch individuelle Anpassung auf das fertig konstruierte und montierte Gesamtgerät kann ausgeschlossen werden, dass es weitere Änderungen gibt – egal ob mechanischer oder elektrischer Art – die den Touch Controller beeinflussen. Denn würde sich zum Beispiel der Abstand zwischen Display und Rahmen verändern, würde sich auch das Verhalten des Touchcontrollers ändern. Legte man einen Metallrahmen um den Sensor herum, veränderte sich das Verhalten ebenso. Das heißt: Eigentlich ist jede Entwicklung im gesamten Gerät betrachtet eine Eigenentwicklung.

Die größte Herausforderung in der Programmierung von Touchcontrollern ist, dass sie keine eindeutige Programmierung ist. Vielmehr werden Touchcontroller derart programmiert, dass Parametersätze geändert werden. Ein üblicher Touchcontroller hat zwischen 90 und 200 Parametern, die durch den Hardware-Hersteller des Controllers vorgegeben sind. Das heißt man programmiert den Mikrocontroller nicht selbst, sondern man ändert tatsächlich nur die Parameter, die in den Algorithmen genutzt werden. Die Programmiervorschriften dafür sind nicht eindeutig. So gibt es nicht den einen Wert, den man erhöhen muss, um die Sensitivität zu erhöhen, sondern das Optimum setzt sich zusammen aus bis zu zehn verschiedenen Parametern.

Bereits beim analogen Signal kann der Entwickler verschiedene Verstärkung einschalten. Er kann digitale Verstärkungen in den Algorithmenketten nutzen oder er kann bei der Auswertung der Algorithmen eingreifen und zum Beispiel Thresholds setzen. Letzteres kann nützlich sein bei der Anpassung von Touchsizes, bei der festgelegt wird, wie viele Knotenpunkte für ein Touch erkannt werden müssen, damit er auch wirklich in dem Betriebssystem nachher als Touch gemeldet wird.

Die komplexe Kette vom analogen Frontend über digitale Filter im Backend bis hin zu den Auswertungsfiltern macht die Programmierung eines Touchcontrollers schwierig. Am Ende läuft es auf das Eingangsbild hinaus: Ausprobieren. Der Entwickler definiert beispielsweise bestimmte Handschuhe. Dann zieht er sich den Handschuh an und bedient den Touch. Dabei ändert er im laufenden Prozess, während er den Screen bedient, die Parameter, um schlussendlich einen gültigen Satz an Parametern herauszufinden, mit denen der definierte Handschuh funktioniert.

Einflussfaktor Handschuhbedienung

Die Anpassung kapazitiver Touchscreens an die Handschuhbedienung spielt sich dabei im Spannungsfeld zwischen hoher Sensitivität und hoher Störfestigkeit ab. Für die Handschuhbedienung ist eine sehr hohe Sensitivität nützlich, was den Touch jedoch anfälliger macht für vielfältige elektromagnetische Störungen. Das bedeutet, dass die elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) leidet.

Outdoor-Herausforderung: Wasser

Wassertropfen auf der Displayoberfläche stören vor allem bei Multitouch-Displays. Mit mehreren speziellen Kniffen umgehen die Entwickler das Problem auf Softwareebene im Controller. Bei der Entwicklung von robuster Firmware arbeitet Garz und Fricke daher eng mit den Herstellern der Touchcontroller zusammen. Die Feinabstimmung erfolgt dann vor Ort in Hamburg, um speziell auf die mechanische Konstruktion und die Dicke des Deckglases des Displaymoduls einzugehen. Das Vorgehen bei der Wasseranpassung des Touchpanels ist ähnlich interaktiv wie bei der Handschuhbedienung.

Dabei wird das Gerät tatsächlich auf den Tisch gelegt und der Entwickler spritzt Wasser oder gibt gar ganze Wasserlachen auf das Sensorglas. Dann sieht er sich die analogen Werte an. Anhand derer setzt er entsprechende Thresholds. So ist eine Möglichkeit, dass ab einem gewissen Level, an dem das Wasser Werte erreicht, die fälschlicherweise als Touch erkannt werden könnten, der Touchcontroller in einen unempfindlicheren Modus wechselt, in dem die Bedienung eventuell stark eingeschränkt wird. Zum Beispiel wird dann von Multitouch auf Singletouch gewechselt.

Gleichzeitig können diverse Filter durch den Programmierer gesetzt werden, wie zum Beispiel der „Touchdown Filter“. Er bewirkt, dass der Finger für eine etwas längere Zeit erkannt werden muss, bevor der Touch ausgelöst wird. Mithilfe eines weiteren Filters klassifiziert die Treibersoftware statische oder sich nur minimal bewegende Signale als Nicht-Finger und rechnet das Störsignal des Tropfens heraus. Nur wenn die Displaysteuerung erkennt, dass sich etwas auf der Oberfläche deutlich bewegt, wird der Touch ausgelöst.

Fazit

Moderne kapazitive Touchcontroller, die nach dem PCAP-Prinzip arbeiten, bringen für sich genommen hohe EMV Störfestigkeiten mit, bieten die Möglichkeit, unter dem Einfluss von Wasser bedient zu werden und sie ermöglichen die Bedienung mit Handschuhen. Jedoch die Kombination dieser verschiedenen Anforderung macht die Programmierung des Touchcontrollers am Ende sehr schwierig.

Gerade, wenn auch nicht nur, bei der Touchcontroller-Entwicklung spielen Spezialisten wie Garz und Fricke ihre Stärken aus, weil das Unternehmen Komplettlösungen verkauft und das gesamte Gerät in Zusammenarbeit mit dem Kunden entwickelt. Entsprechend kennen die Entwickler alle Randbedingungen, die die Lösung eventuell beeinflussen können und berücksichtigen dies bei der Entwicklung des HMIs und der Programmierung des Touchcontrollers. Dazu kommt, dass das Unternehmen interaktiv und in enger Abstimmung lokal mit den Kunden arbeitet. Damit entfallen mehrfache langwierige Versandläufe über Kontinente hinweg. □

0,3

QUELLE: KRAFTFAHRT-BUNDESAMT (KBA)

Prozent aller in Deutschland zugelassenen PKW gehören zur Kategorie Elektrofahrzeug. Das sind 136.617 Einheiten von insgesamt 47.715.977 aller zugelassenen Personenkraftwagen (Stichtag: 1. Januar 2020).

Im Vergleich zum Vorjahr stieg der Gesamtanteil an Elektro-PKW in Deutschland nur um 0,1 Prozent. Mehr über aktuelle Trends und Technologien rund um den Automotive-Bereich erfahren Sie unter anderem in unseren Fokusbeiträgen ab Seite 11.



Dr. Frank Stieler
Vorsitzender der
Geschäftsführung (CEO)
KraussMaffei Gruppe



Nadine Despineux
Geschäftsführung
Digital & Service Solutions
KraussMaffei Gruppe



Frank Notz
Vorstand Human Resources
Festo



Michael Durach
Geschäftsführer
Develey



Katrin Stegmaier-Hermle
CEO
Balluff Gruppe



Dr. Philipp Engelhardt
Leiter Innovationsmanagement
BMW Group



Roland Bent
CTO
Phoenix Contact



Werner Schwarz
CDO
Gerolsteiner Brunnen



Philipp Depiereux
Gründer & Geschäftsführer
etventure



Michael Marhofer
Vorsitzender des Vorstandes
ifm Unternehmensgruppe



Sabine Nallinger
Vorständin Stiftung 2 Grad –
Deutsche Unternehmer
für Klimaschutz



Daniel Heidrich
CEO
EBK Krüger

Zum 3. Mal in Berlin: Der INDUSTRY.forward versammelt und vernetzt die Vordenker der Industrie in einer einzigartigen Atmosphäre. Themenfokus 2020: Reinvent & Change – Unternehmen erneuern in Zeiten weltwirtschaftlicher Veränderungen. **Sichern Sie sich jetzt Ihr Ticket!** <https://www.industry-forward.com>



**TICKET
SICHERN**

publish-industry Verlag GmbH | Machtfinger Str. 7 | 81379 München | Tel.+49.151.582119-00

UNSERE PARTNER:



Offen für alles. Außer für Kompromisse.



Im Zeitalter des autonomen Fahrens steigt der Aufwand an Entwicklung und Validierung sprunghaft an. Es wird immer wichtiger, die Systeme effizient ins Automobil zu integrieren – ganz ohne Kompromisse bei Funktionalität, Sicherheit und Qualität.

Mit den offenen und skalierbaren Lösungen von ETAS treffen Sie die richtige Wahl. Umso mehr, wenn Sie offen sind für eine effiziente Entwicklung: Wir begleiten Sie kompetent von Beratung und Design über Test und Validierung bis hin zur Integration der Software am PC, im Labor und im Fahrzeug.

Überzeugen Sie sich selbst auf www.etas.com/solutions

ETAS

DRIVING EMBEDDED EXCELLENCE