

ENTWICKLUNG  
ELEKTRONIK



## E-MOBILITY

Hürden, Bedenken und  
Lösungen ab S. 12

MIKROCONTROLLER & CO.

Kundenspezifische ASICs  
für Netzwerke ab S. 31

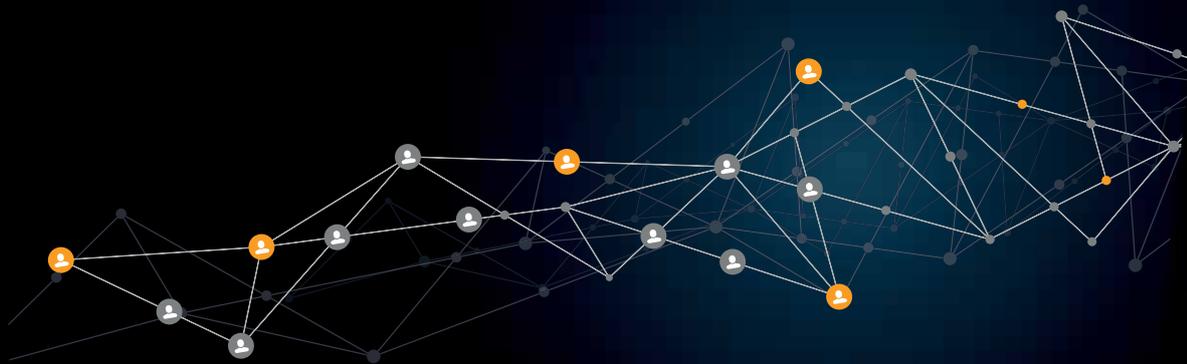
DISPLAYS & HMI-SYSTEME

Vielseitige, intelligente und  
robuste Panel-PCs ab S. 37

LEISTUNGSELEKTRONIK-GUIDE

Effiziente und stabile  
Stromversorgung S. 51-65

publish  
industry  
verlag



**50 %**  
Rabattcode:  
SPSXXAZ1

# AUTOMATION GOES **DIGITAL**

- Trendthemen der Automatisierung
- Hochkarätige Referenten
- Interaktive Expertenrunden
- KI-gestütztes Matchmaking

Werden Sie Teil des digitalen Branchentreffs der  
Automatisierungsindustrie vom 24. – 26.11.2020.

**Jetzt Ticket sichern!**  
[sps-messe.de/eintrittskarten](https://sps-messe.de/eintrittskarten)



Bernhard Haluschak, Chefredakteur E&E: Licht, Rollläden, Spül- und Kaffeemaschine oder Heizung aus der Ferne zu steuern, ist für viele Technikbegeisterte der Inbegriff und die Basis einer Smart-Home-Lösung. So ist es auch nicht weiter verwunderlich, dass der Markt von Anbietern smarter Home-Lösungen boomt und ständig weiterwächst. Deshalb stelle ich heute die Frage:

## IST SMART HOME EINE SPIELEREI ODER EINE ERNSTHAFTE ZUKUNFTSTECHNOLOGIE?

Smart Home und das Internet of Things (IoT) in Verbindung mit dem Wunsch, die eigenen vier Wände zu vernetzen, wird in ein paar Jahren in Deutschland keine Besonderheit mehr sein, so die einhellige Meinung vieler Experten. Schon heute gibt es auf dem Markt eine Vielzahl von Haushaltsgegenständen, die eine Netzwerkschnittstelle für die Integration ins Smart Home besitzen. Die daraus resultierenden Anwendungsmöglichkeiten scheinen grenzenlos zu sein. Doch was ist Smart Home eigentlich? Laut Wikipedia dient es als Oberbegriff für technische Verfahren und Systeme in Wohnräumen und -häusern, in deren Mittelpunkt eine Erhöhung von Wohn- und Lebensqualität, Sicherheit und effizienter Energienutzung auf Basis vernetzter und fernsteuerbarer Geräte und Installationen sowie automatisierbarer Abläufe steht. Das bedeutet für mich, dass Smart Home mehr ist, als nur eine Lampe oder einen Rasenmähroboter zu steuern.

Zurzeit buhlen viele Anbieter von smarten Home-Lösungen um die Gunst der Anwender, darunter Telekom mit Qivicon, Siemens/Bosch mit Home Connect oder Google mit Nest sowie Amazon mit Alexa. Doch die vielen Systeme auf dem Markt decken nur einen Teilaspekt von Smart Home ab. Zudem sind die meisten Lösungen nicht zueinander kompatibel, da sie auf verschiedenen, teils proprietären Standards basieren. Die Komplexität bei der Installation und im Betrieb sowie die Sicherheit durch eine zwingende Cloud-Integration darf auch nicht außer Acht gelassen werden. Hier haben viele Lösungen noch Nachholbedarf.

In den kommenden Jahren wird Smart Home weiter reifen und Gesamtlösungen präsentieren, die in bestehenden Gebäuden leicht zu integrieren und preislich attraktiv sind. Doch wer die Möglichkeit hat, sollte Smart-Home-Technologien bereits in der Planungsphase eines Gebäudes mit all ihren umfassenden Facetten einbeziehen und auch vor neuen Technologien wie Künstliche Intelligenz nicht Halt machen. Erst dann kann man das volle Potenzial von Smart Home ausschöpfen, um den Alltag zu vereinfachen, die Sicherheit zu steigern und die Lebensqualität somit zu verbessern.

**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)

# INHALT

## AUFTAKT

- 06 Im Rampenlicht
- 08 Highlights der Branche

## FOKUS: E-MOBILITY

- 12 Der steinige Weg zur Elektromobilität
- 14 Kooperationen beschleunigt Entwicklung autonomer Fahrzeuge
- 17 E-Fahrzeugentwicklung mit Digital Twins
- 20 Sichere Energieversorgung von Elektrofahrzeugen

## DISTRIBUTION & DIENSTLEISTUNG

- 24 Effiziente Energieimpulse durch Kondensatoren
- 28 Achtung Fälschung! Kampf gegen Plagiate

## EMBEDDED-SYSTEME & MIKROCONTROLLER AB SEITE 31

- 32 So beschleunigen spezifische SoCs optische und drahtlose Netzwerke
- 34 HighSpeed Bilderfassung mit CoaXPress-2.0
- 36 Flash-Speicher mit funktionaler Sicherheit und hoher Zuverlässigkeit

## SPEZIAL: LEISTUNGSELEKTRONIK-GUIDE

- 52 Aktive Entwärmung von Leistungselektronik
- 56 Stromversorgung in Deutschland
- 58 Optimierung hocheffizienter Leistungselektronik
- 62 Firmenprofil Hy-Line
- 63 Firmenprofil Mitsubishi Electric
- 64 Firmenprofil Rogers Germany
- 65 Firmenprofil Semikron International

## RUBRIKEN

- 03 Editorial
- 23 Ackermanns Seitenblicke  
*Mit Brain-on-a-Chip zu KI-Lösungen*
- 31 Promotion: Rubrikopener Socionext
- 37 Promotion: Rubrikopener Distec
- 61 Impressum & Firmenverzeichnis
- 66 Die Zahl

FOKUS

E-MOBILITY



24

ANWENDERBERICHT

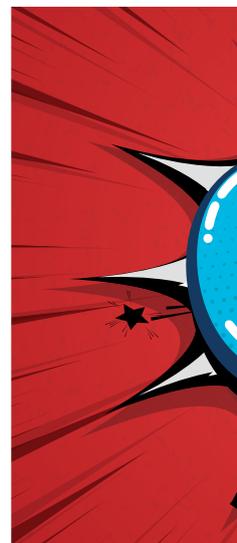
Kondensatoren helfen  
Punktschweißen



44

PROTOTYPING

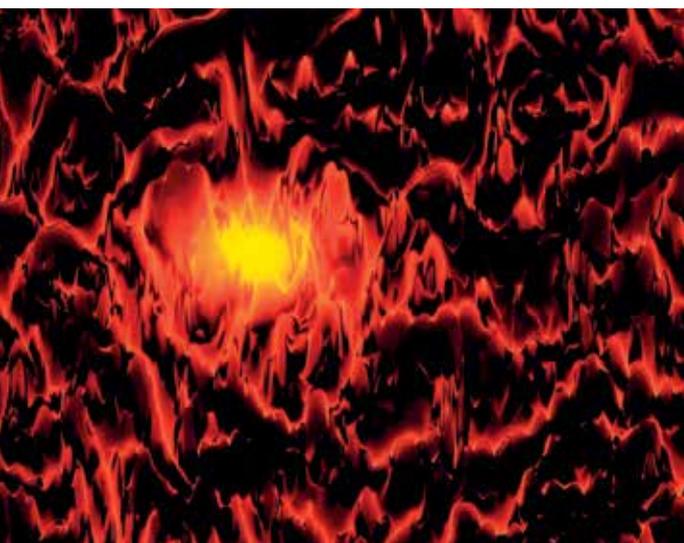
Fünf Schritte zum  
optimalen PCB-Design



ab S. **12**

**FOKUSTHEMA**

Elektromobilität gibt Gas



**48**

**DER ENTWICKLUNGSLEITER**

Non IP-Networking will  
TCP/IP-Protokoll ablösen



**DISPLAYS & HMI AB SEITE 37**

- 38** IP65-geschützte und intelligente Panel-PCs für universelle Anwendungen
- 40** Holografische Eingabe mit Infrarot-Touch-Technologie
- 43** Was ist Direct-LED, QLED und OLED?

**ENTWICKLUNGSTOOLS & PROTOTYPING**

- 44** In fünf Schritten zum optimalen PCB-Design

**DER ENTWICKLUNGSLEITER**

- 48** Nachfrage nach Non-IP Networking-Normen steigt

**UAI 1206**



**Chip-Sicherung für höchste Beanspruchungen**

- AEC-Q200 qualifiziert
- Puls- und temperaturfest
- Mechanischer Schock mit 1500 g geprüft

[schurter.com/automotive](http://schurter.com/automotive)

**SCHURTER**  
ELECTRONIC COMPONENTS

NEUE WEGE

# QUANTENCOMPUTER VOR AUSFÄLLEN SCHÜTZEN

Quanteninformation ist fragil, deshalb müssen Quantencomputer auch Fehler korrigieren können. Was aber, wenn ganze Qubits verloren gehen? Eine Forschergruppe des Forschungszentrums Jülich und der RWTH Aachen präsentiert in Zusammenarbeit mit Kollegen der Universitäten Innsbruck und Bologna eine Methode, mit der Quantencomputer auch dann weiter rechnen können, wenn sie einige Qubits verlieren.

TEXT: Bernhard Haluschak, E&E mit Material vom Forschungszentrum Jülich BILD: Universität Innsbruck

Die Forschungsgruppe für Theoretische Quantentechnologie von Prof. Markus Müller vom Institut für Quanteninformation der RWTH Aachen und dem Jülicher Peter-Grünberg-Institut hat nun in Zusammenarbeit mit Experimentalphysikern um Rainer Blatt vom Institut für Experimentalphysik der Universität Innsbruck und Davide Vodola an der Universität Bologna fortgeschrittene Methoden entwickelt und implementiert: Sie ermöglichen es einem Ionenfallen-Quantencomputer, sich in Echtzeit an den Verlust von Qubits anzupassen und den Schutz der fragilen Quanteninformation aufrechtzuerhalten.

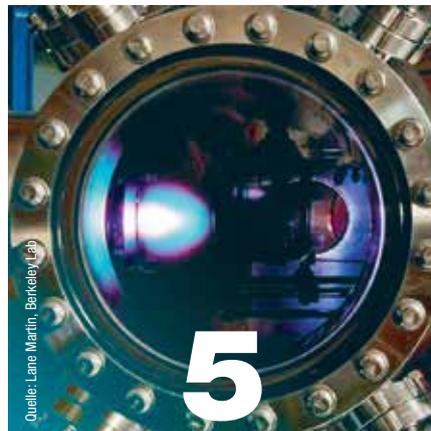
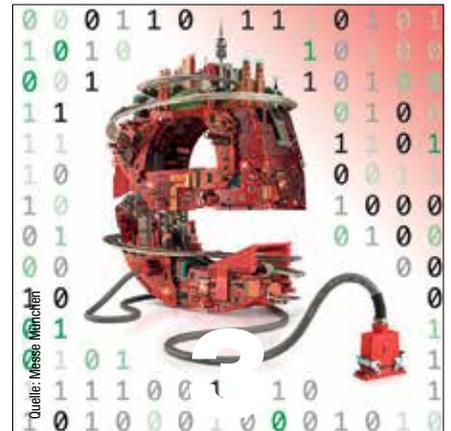
„In Quantencomputern mit gefangenen Ionen können die Teilchen, die die Qubits speichern, für sehr lange Zeit, sogar Tage, gefangen werden“, sagt Roman Stricker aus dem Team der Innsbrucker Experimentalphysiker. „Unsere Ionen sind jedoch viel komplexer als die vereinfachte Beschreibung als zweistufiges Qubit vermuten lässt. Dies bietet ein großes Potenzial und zusätzliche Flexibilität bei der Steuerung unseres Quantencomputers, führt aber leider auch dazu, dass Quanteninformation aufgrund von unvollkommenen Rechenoperationen oder Zerfallsprozessen verloren geht.“

Mit einem von der Theorie-Gruppe um Markus Müller entwickelten Ansatz hat die Kollaboration mit den Innsbrucker Forschenden gezeigt, dass ein solcher Verlust in Echtzeit erkannt und korrigiert werden kann. Müller betont, dass „die Kombination von Quantenfehlerkorrektur und der Korrektur von Qubit-Verlusten ein notwendiger nächster Schritt in Richtung großer und robuster Quantencomputer ist“.

# 6

## HIGHLIGHTS

Fakten, Trends und Neues: Was hat sich in der Branche getan? Während neue LEDs dazu in der Lage sind, Keime abzutöten, ohne die menschliche Haut zu schädigen, können Lithium-Ionen-Akkus nun auch nachhaltiger recycelt werden. Außerdem hat Yamaichi seinen ersten Erweiterungsbau in Frankfurt eingeweiht.



Elektromobilität

## Batterie-Recycling

Die boomende E-Mobilität treibt die Nachfrage nach Lithium-Ionen-Batterien in die Höhe. Nachteil: Das Recycling der Akkus ist sehr energieaufwendig und dadurch wenig nachhaltig. Der Schweizer E-Auto-Hersteller **Kyburz** hat nun eine neue Recycling-Anlage in Betrieb genommen, die deutlich effizienter arbeitet und Lithium-Ionen-Akkus zu 91 Prozent recyceln soll.

Erfahren Sie mehr: [industr.com/2533733](http://industr.com/2533733)

1

Elektronikfertigung

## Mehr Kapazitäten

Die japanische Firmengruppe **Yamaichi** hat ihre Fertigungskapazitäten in Europa ausgebaut. Der Elektronikhersteller feierte kürzlich die Fertigstellung der rund 7.000 m<sup>2</sup> großen Produktionshallen in Frankfurt an der Oder. Nach einem Jahr Bauzeit wurde das neue Werk im Rahmen einer feierlichen Zeremonie eingeweiht. Es ist die erste Kapazitätserweiterung des Unternehmens in Europa.

Erfahren Sie mehr: [industr.com/2533249](http://industr.com/2533249)

2

Keine Präsenzmesse

## Electronica abgesagt

Die **Messe München** hat die **Electronica 2020** aufgrund der Corona-Pandemie abgesagt. Die Fachmesse wird dieses Jahr damit rein virtuell stattfinden. Damit Aussteller ihre Kunden trotzdem erreichen können, soll es unter anderem Angebote wie digitale Messestände geben. Ergänzt wird die Ausstellung von einem virtuellen Konferenz- und Rahmenprogramm.

Erfahren Sie mehr: [industr.com/2532952](http://industr.com/2532952)

3

Führungswechsel

## Neuer CEO

Der Aufsichtsrat von **Rohm** hat **Isao Matsumoto** zum neuen Präsidenten und CEO berufen. Matsumoto ist seit 1985 beim Unternehmen und hat bereits in verschiedenen Geschäftsbereichen gearbeitet. Erneuerungen sieht er mit Begeisterung entgegen und will seinen Fokus künftig vor allem auf die Bereiche Automobil, Industrieanlagen und Überseemärkte legen.

Erfahren Sie mehr: [industr.com/2532857](http://industr.com/2532857)

4

Effizientes Speichermaterial

## Power-Kondensatoren

Am **Berkeley Lab** in den Vereinigten Staaten haben Forscher Kondensatoren mit einer ultrahohen Energiedichte entwickelt. Bisher wurden die Elektronikkomponenten in diesem Feld von anderen Speichersystemen wie Batterien oder Brennstoffzellen abgehängt. Der Clue in der Fertigung der neuartigen Kondensatoren liegt in aktiv herbeigeführten Defekten durch Ionenbeschuss.

Erfahren Sie mehr: [industr.com/2532133](http://industr.com/2532133)

5

Desinfektion mit UV-Licht

## Keimtötende LEDs

Wissenschaftler des **Ferdinand-Braun-Instituts** und der **Technische Universität Berlin** haben spezielle LEDs entwickelt, die multiresistente Keime zerstören können. Die Leuchten emittieren UVC-Licht, das anders als bisher eingesetztes die menschliche Haut aber nicht schädigen soll. Laut den Forschern könnten die LEDs auch gegen Corona zum Einsatz kommen.

Erfahren Sie mehr: [industr.com/2532216](http://industr.com/2532216)

6

Power Management ICs  
Switching & Linear  
Regulators

Ethernet &  
PoE Solutions

Timing &  
Synchronization



FPGAs & High Rel  
Solutions

Drivers, Interface ICs,  
PCIe Switches

Power Discretes / HV MOSFETs  
JFETs/ IGBTs / Silicon Carbide ICs

**INELTEK GmbH**

Hauptstrasse 45 · 89522 Heidenheim  
Phone +49 7321 9385 0 · Fax +49 7321 9385 95  
info@ineltek.com · www.ineltek.com



# WAS AUCH IMMER SIE SOURCING PLATFORM



# BRAUCHEN - MIT DER

# BESCHAFFEN WIR DAS!

Bei Conrad finden Sie jetzt Ihren technischen Betriebsbedarf und umfassende Services.

Gebäude-  
technik

beitsschutz

Kabel

Relais &  
Schalter

Netzwerk-  
technik

Education

Multimedia

**CONRAD**

BESCHAFFUNG. EINFACH. SCHNELL. UMFASSEND.

DER STEINIGE WEG ZUR ELEKTROMOBILITÄT

# Die E-Mobility kommt

Die Automobilindustrie steht unter enormen Druck. Sie muss den Wechsel von Verbrennungsmotoren hin zu Elektroantrieben mit möglichst wenig Reibungsverlusten meistern. Dabei müssen technologische Hürden überwunden und Käuferbedenken aus dem Weg geräumt werden. Zudem sind viele aktuelle Lösungen noch nicht ausgereift.

TEXT: Bernhard Haluschak, E&E BILD: iStock, Denis Maliugin





Rein technisch betrachtet kommen Elektromotoren selbst in der niedrigsten Effizienzklasse IE1 Standard Efficiency auf einen Wirkungsgrad von zirka 90 Prozent. Dagegen erreichen Benzinmotoren einen Wirkungsgrad von etwa 30 Prozent und Dieselmotoren kommen auf 40 Prozent. Das Gros der der restlichen Energie verpufft dabei ungenutzt als Wärme in die Umgebung. Ein Plus also für den E-Antrieb. Doch der Teufel steckt im Detail und zwar in der Energiequelle - dem Akku. Die Menge der gespeicherten Energie ist aktuell vom Volumen beziehungsweise vom Gewicht des Energiespenders abhängig. Aktuelle Lithium-Ionen-Akkus haben eine Energiedichte von etwa 150 Wh/kg. Bei einem mittleren Verbrauch von 15 kWh pro 100 km würde eine Lithium-Ionen-Batteriepack mit einer Reichweite von 300 km theoretisch zirka 300 kg wiegen. Ein Benzinmotor käme bei einem Verbrauch von 10 Liter auf 100 km lediglich auf ein Zusatzgewicht von 30 kg.

Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Ladeinfrastruktur in Verbindung mit der Ladedauer der Energiezellen. Im Falle der Elektromobilität muss ein flächendeckendes Netzwerk erst aufgebaut und betrieben werden. Darüber hinaus müssen verschiedene Ladestandards berücksichtigt werden. In Europa hat sich der dreiphasige Typ 2-Stecker etabliert und gilt quasi als de facto Standard, den die meisten Ladesäulen unterstützen. Dieser bietet im privaten Raum eine Ladeleistung von 22 kW (400 V, 32 A). An den meisten öffentlichen Ladestationen sind Werte bis zu 43 kW (400V, 63 A) möglich. Um eine Schnellladefunktion für Akkus anzubieten, gibt es den sogenannten Combo-Stecker auch Combined Charging System (CCS) genannt. Dieser ergänzt den Typ 2-Stecker um zwei zusätzliche Leistungskontakte und ermöglicht damit AC- und DC-Laden mit bis zu 170 kW. In der Praxis liegen die Werte durch fehlende Leistungskapazitäten aber eher nur bei 50 kW.

Dann gibt es auch noch den proprietären Tesla-Supercharger-Standard der ausschließlich Tesla Fahrzeuge mit einer Ladeleistung von 120 kW DC versorgen kann. Somit sind Ladezeit (Füllstand 80 Prozent) von zirka 30 Minuten möglich. Schnelles Laden ist zwar bequem, erfordert aber ein ausgeklügeltes und intelligentes Kühlmanagement, da die Akkus dabei sehr heiß werden und das beeinträchtigt negativ die Lebensdauer der Energiespender und stellt zusätzlich ein Sicherheitsrisiko für das Fahrzeug dar. Wir sehen: Es gibt noch genug für die Entwickler von E-Mobility-Komponenten zu tun. Zudem haben wir hier nur einige Teilaspekte aufgegriffen. □

BRANCHENKOOPERATIONEN BESCHLEUNIGT ENTWICKLUNG AUTONOMER FAHRZEUGE

# Gemeinsam stark

Der Einsatz von KI in der Automobilindustrie erfordert ein Zusammenspiel vieler unterschiedlicher Technologien. Das beginnt beim Sensor und mündet in ein komplexes Verarbeitungssystem. Hier ein Blick auf den Weg, den es zu bewältigen gilt.

TEXT: Ali Osman Ors, NXP BILDER: NXP; iStock, tutti-frutti

Es ist allgemein bekannt, dass Autohersteller und große Zulieferer noch einen weiten Weg bis zum voll autonom fahrenden Fahrzeug vor sich haben. Trotz ihres umfangreichen technischen Know-hows ist auch klar, dass sie es nicht alleine schaffen können. Es sind hier so viele komplexe Hard- und Software-disziplinen und Wechselwirkungen im Spiel, dass sie zunehmend externe Technologieanbieter einbeziehen, um die Technologieintegration voranzutreiben, die Effizienz ihrer Arbeitsabläufe zu verbessern und die Entwicklungszeiten zu beschleunigen.

Die schiere Komplexität dieses Integrationsaufwandes kann man gar nicht überbewerten. In der laufenden Entwicklung hin zu L4- und L5-Fahrzeugen werden modernste zentralisierte Rechenarchitekturen die Informationsgewinnung und die Entscheidungsfindung in Echtzeit steuern. Das ist notwendig, damit mit KI ausgestattete Fahrzeuge ein Höchstmaß an Sicherheit für Passagiere und Fußgänger gewährleisten. Diese "Nervenzentren" müssen von Grund auf neu konzipiert werden, um die strengen Sicherheitsanforderungen zu erfüllen, von der Entwicklung über die Validierung bis hin zum Einsatz. Das Thema Sicherheit kann nicht nachträglich in späteren Entwicklungszyklen angegangen werden, indem man Universal-Prozessoren und Komponenten nachrüstet, die ursprünglich für Konsumelektronikgeräte und Cloud-Rechenzentren entwickelt wurden. Eine Sicherheitskonformität gemäß den strengen Anforderungen und Standards der Automobilbranche muss

vom ersten Tag an in der DNA der Lösung verankert werden. Dies aber erfordert eine enge Zusammenarbeit zwischen Anbietern von Automobilhardware und Softwaretechnologie, um eine nahtlose Integration auf allen Ebenen der Automotive Computing-Architektur und der damit verbundenen Lieferketten zu gewährleisten.

Autohersteller und große Zulieferer setzen darauf, dass diese wachsende Landschaft von Technologieanbietern sich auf einen gemeinsamen Rahmen verständigt, der auf dem Weg zum autonomen Fahren Sicherheit über alles andere stellt. Letztendlich benötigt man spätestens ab L2 einen klaren, konsistenten Entwicklungspfad, der das Potenzial skalierbarer Embedded-Prozessoren und Softwareressourcen ausschöpft, die nachweisbar kompatibel sind und dazu beitragen, größere Nachentwicklungen

von Systemen in den kommenden Jahren zu minimieren.

Eine engmaschige, kollaborative Anbieterlandschaft könnte Autoherstellern und Zulieferern darüber hinaus transparente Einblicke in die jeweiligen Produkt-Roadmaps der Beteiligten eröffnen, so dass schon während der laufenden Entwicklung Elemente für die Zukunftssicherheit fest verankert werden können. Autohersteller und Zulieferer könnten sich beispielsweise auf eine Prozessorplattform einigen, auf der sie ihre Softwareentwicklung sicher aufsetzen können, und das auch dann, wenn sich diese Aktivitäten



Laden Sie sicher  
und nachhaltig!

in den kommenden Jahren weiterentwickeln und ein höheres Maß an Funktionalität umfassen. Da die Softwareentwicklung rund 70 Prozent der gesamten Projektkosten für OEMs und ihre Zulieferfirmen ausmacht, die sich auf die Entwicklung autonomer Fahrzeuge konzentrieren, sollten alle Anstrengungen unternommen werden, um sicherzustellen, dass der Wert ihrer Investitionen in die Softwareentwicklung so lange wie möglich erhalten bleibt.

Die Offenheit der Software und die Portierbarkeit der Codes sind ein wichtiger Schlüssel für solche Aktivitäten. Systementwickler sollten nicht an 'Black Box'-Systeme oder proprietäre Entwicklungsplattformen gebunden sein, die ih-

re Freiheit in der Entwicklung bzw. eine Differenzierung der von ihnen realisierten Funktionen einschränken würden. Mit offenen, standardbasierten Programmiersprachen und Entwicklungstools erhalten Entwickler die Flexibilität, die sie benötigen, um ihre ehrgeizigen Designziele mit größerer Agilität bei den Arbeitsabläufen und mit geringeren Entwicklungskosten zu erreichen.

### Schlüsseltechnologien

Es gibt zahlreiche Technologien, die auf dem Weg zum vollautonomen Fahrzeug gemeinsam zum Tragen kommen müssen. Jede einzelne spielt eine wichtige Rolle und wird letztlich zur Bildung einer nahtlos integrierten, ganzheitlichen Plattform für aktuelle und künftige Entwicklungsaktivitäten zwischen Autoherstellern und Zulieferunternehmen beitragen. Hier wollen wir einige der wichtigsten Elemente bewerten. Massive Steigerung der Rechenleistung – Maschinelles Lernen, computergestützte Bildverarbeitung und Sensorfusion werden in autonomen Fahrzeugen der nächsten Generation eine entscheidende Rolle spielen, und diese rechenintensiven Funktionen sind lediglich ein Teil der erforderlichen Datenverarbeitungsprozesse. Um die Rechenkapazität der neuronalen Netzwerke zu erhöhen und die Leistung und Reaktionsfähigkeit der automatisierten Wahrnehmungssysteme zu steigern, wird eine schnelle parallele



E-MOBILITÄT  
Sensorik für Energieeffizienz,  
Wärmemanagement und  
Sicherheit



Sprechen Sie uns an!  
Wir setzen Ihre Idee um.



Datenverarbeitung zu einer zentralen Voraussetzung, damit zeit- und sicherheitskritische Rechenfunktionen durch die gleichzeitige Ausführung mehrerer unabhängiger Aufgabenstränge unterstützt werden können.

Ein Sicherheits-zertifiziertes Echtzeit-Betriebssystem (RTOS) – Für jede Entwicklungsplattform für autonome Fahrzeuge ist die Sicherheit und Integrität der zugrunde liegenden Betriebssystemsoftware entscheidend, um eine absolute Trennung sicherheitsrelevanter Anwendungen von ebenfalls wichtigen, aber weniger sicherheitsrelevanten Insassenkomfort- und Unterhaltungsanwendungen zu gewährleisten. Ein Absturz der letzteren Domäne darf sich keinesfalls auf die funktionale Sicherheit des Fahrzeugs auswirken. Darüber hinaus sind eine sichere und geschützte Virtualisierung und Hypervisor-Unterstützung auch für das Hosten von Open-Source-Umgebungen und ihren weniger kritischen Anwendungen unerlässlich. Skalierbare Laufzeitumgebungen mit sicheren Partitionen und Multicore-Virtualisierung sind hier von entscheidender Bedeutung.

Bewegungssteuerung und Wegstreckenplanung – Bewegungsplanung ist für die Automatisierung und Planung komplexer Fahrzeugmanöver unter anspruchsvollen Fahrbedingungen bei höheren Geschwindigkeiten unerlässlich, um flüssige Fahrtverläufe und den Komfort der Passagiere zu gewährleisten – ohne Kompromisse in puncto Sicherheit für Autoinsassen und Fußgänger. Dies erfordert eine komplexe, auf physikalischen Kriterien basierende Gesamtlösung, die eine schnelle, automatisierte Entscheidungsfindung auf der Grundlage aller

verfügbaren Positionsdaten relativ zu anderen Fahrzeugen und der Straßeninfrastruktur ermöglicht.

Hochpräzise Verkehrs- und Sensorsimulation – Um ihre Entwicklungszyklen zu optimieren, müssen die Entwickler von ADAS-Systemen reale Fahr- und Verkehrsszenarien simulieren, um die Verifizierung, die Validierung und die Entwicklungsumgebungen in einem Labor oder in einer Büroumgebung umsetzen zu können. Ideal wären hier komplexe virtuelle Straßennetze, bei denen Entwickler anspruchsvolle Verkehrsmanöver auf virtuellen Straßen zwischen statischen und beweglichen Objekten wie Verkehrszeichen und Fußgängern definieren können. Bei der Arbeit an ADAS-Systemen setzt dies die Emulation von physikalischen Sensoren – Radar, LIDAR und Kameras – mit 'Hardware in the Loop'-Testfunktionen (HIL) voraus.

Open-Source-Softwareentwicklung – Der Einsatz sicherer autonomer Fahrzeuge in großem Maßstab ist ein kolossales Unterfangen, das starke Synergien zwischen der Entwicklung in Unternehmen, Behörden und akademischer Forschung erfordert. Er erfordert zudem eine stark erweiterte Supportlandschaft für autonome Fahrzeugtechnologien. Organisationen wie die gemeinnützige Autoware Foundation schließen diese Lücken, indem sie Open-Source-Projekte für autonome Mobilität ins Leben rufen, fördern und finanzieren. Von Mitgliedern als Open Source eingebrachte Software-Stacks sind für alle vollständig offen, und die Gruppe entwickelt herstellerunabhängige Software, die auf beliebigen Prozessoren oder SOCs läuft. Die Unterschiede zwischen den einzelnen Angeboten verschiede-

ner Hersteller lassen sich so leichter vergleichen und gegenüberstellen.

Central Processing Hub – Alle oben genannten Tools, Software- und Hardwarebeschleuniger müssen letztendlich in einer einheitlichen Test- und Entwicklungsplattform unter Integration ASIL-fähiger, nach den Spezifikationen der Automobilindustrie gefertigter Prozessoren harmonisieren. Nur so können sie eine optimale Leistung-pro-Watt und thermische Eigenschaften erreichen, die mit leistungshungrigen Universalprozessorkernen nicht erfüllt werden könnten. Diese Plattform muss zentral über die benötigte Rechenleistung und Konnektivität verfügen, um Bilderkennungs-, Radar- und LIDAR-Signalfade zu bedienen. Gleichzeitig muss sie genügend Leistung liefern, um Fahrumgebungen – im Labor und unterwegs – zu analysieren, Risikofaktoren zu bewerten und das Verhalten des Fahrzeugs zu steuern.

## Fortschritt im Eiltempo

NXP hat es sich auf die Fahnen geschrieben, eine wichtige Rolle bei der Realisierung und Inszenierung der oben genannten unterstützenden Technologien zu übernehmen, die Autohersteller und Zulieferer benötigen, um die Entwicklung vollständig autonomer Fahrzeuge zu beschleunigen. Diese Aktivitäten sollen, wie auf der CES 2020 demonstriert, eine präzise Orchestrierung der Fahrzeugsicherheit und der benötigten Rechenkapazitäten auf Basis einer breiten Palette von Entwicklungs-, Test- und Validierungsleistungen gewährleisten. Gleichzeitig sollen sie zu einer unternehmensübergreifenden Vision für die Zukunft der automobilen Sicherheit beitragen. □

E-FAHRZEUGENTWICKLUNG MIT DIGITAL TWINS

# DAS DOPPELTE LOTTCHEN

Bei E-Fahrzeugen spielt neben der Leistung vor allem die Reichweite eine wichtige Rolle. In einem aktuellen Projekt arbeitet die ASAP Gruppe deshalb an der Reichweiten- und Betriebszustandsvorhersage für E-Fahrzeuge mittels Digital Twins: mit ihnen lassen sich Reichweite und Betriebszustand frühzeitig in der Entwicklung virtuell bestimmen.

TEXT: René Honcak, ASAP BILDER: ASAP; iStock, GeorgePeters

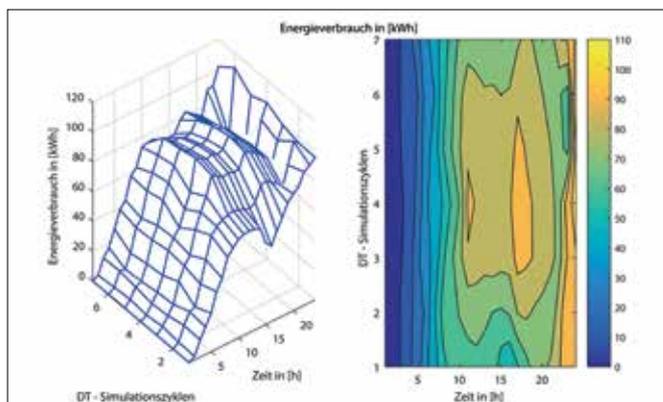
Für den Einsatz der Digital Twins hat der Entwicklungspartner der Automobilindustrie ein virtuelles Prüfumfeld aufgebaut, in dem bei virtuellen Erprobungsfahrten eine Vielzahl von Szenarien simuliert wird. Das Ergebnis: Eine deutliche Reduktion von Kosten und Aufwand in der Erprobung, dem Prototyping sowie der Produktoptimierung.

Für den flächendeckenden Erfolg der Elektromobilität sind schnelle Fortschritte auf dem Gebiet der Reichweite von E-Fahrzeugen essentiell. Lösungen hierfür stellen unter anderem Fahrfunktionen wie der Prädiktive Effizienzassistent dar. Er sorgt bei Hybridfahrzeugen für einen verminderten Verbrauch – und so für mehr Reichweite – indem er konkrete Empfehlungen zur effizientesten Fahrweise liefert. ASAP begegnet der komplexen Entwicklung solcher Funktionen, die einer umfangreichen Absicherung bedürfen, mit der Methode der Digital Twins: Bei der Entwicklung und Erprobung lassen sich mit virtuellen Abbildern von Funktionen und Komponenten maßgeblich Zeit und Kosten sparen.

## Virtuelle Absicherung mit Digital Twins

Stand heute werden Vorhersagen und Analysen zum Verhalten des elektrischen Verbrauchs zumeist über lang definierte Messverfahren zur Generierung von Kennfeldern oder Lookup-Tabellen durchgeführt. Hierfür werden vorab definierte Testfahrten an Prüfständen oder Fahrversuche real umgesetzt. Bei Entwicklungen und Erprobungen im Bereich E-Mobilität stoßen diese Verfahren jedoch an ihre Grenzen: bei realen





Simulation mehrerer Zyklen einer Energieverbrauchsvorhersage durch Digital Twins für verschiedene Antriebsstrangkonfigurationen.

Testläufen wird die Reichweitenvorhersage auf Basis statischer Modelle ohne Einbezug von Umwelt, Umfeld oder gekoppelter dynamischer Effekte im elektrifizierten Antriebsstrang durchgeführt. Änderungen an den Testspezifikationen können während der Erprobung am realen Prüfstand nicht vorgenommen werden. Auch Analysen hinsichtlich Störtermen wie Sensorungenauigkeiten, Messrauschen oder Fertigungs- und Montageteranzen sind nur durch Erhöhung des Messaufwands möglich und nicht reproduzierbar. Gerade bei der Reichweitenvorhersage für E-Fahrzeuge, bei der zahlreiche unterschiedliche Einflussfaktoren berücksichtigt werden müssen, lassen diese Maßnahmen deshalb eine vollumfängliche Absicherung in zeitlich angemessenem Rahmen nicht zu.

Das Unternehmen nutzt aus diesem Grund die virtuelle Absicherung mit Digital Twins, bei der sich Testspezifikationen jederzeit beliebig anpassen lassen. Der Nutzen von Digital Twins ist vielfältig: zum einen sorgen die virtuellen Abbilder für eine optimale Verzahnung der einzelnen Entwicklungsphasen, da sie für eine konstante Verfügbarkeit von Daten sorgen. Diese Daten ermöglichen wiederum die kontinuierliche Optimierung der abgebildeten Komponenten und Funktionen über alle Prozessschritte hinweg. Zum anderen gestatten Digital Twins den sprichwörtlichen Blick in die Glaskugel: bevor erste Hardware oder Prototypen real existieren, können neue Komponenten oder Funktionen virtuell mit ihnen erprobt werden. Auf diese Weise erhält ASAP Erkenntnisse über die Reaktion der Komponenten oder Funktionen in bestimmten Situationen, bevor diese eintreten. Mögliche Fehler und ihre Ursachen können dadurch frühzeitig in der Entwicklung behoben werden. Kosten und Aufwand in der Erprobung, dem Prototyping sowie der Produktoptimierung werden durch den Aufbau von Digital Twins demnach deutlich gesenkt.

### Virtuelles Abbild eines Antriebsstrangs

Für ein aktuelles Projekt hat ASAP Digital Twins für alle Komponenten eines elektrischen Antriebsstrangs aufgebaut

– für Erprobungen stehen somit die virtuellen Abbilder des HV-Leitungssatzes, der HV-Leistungselektronik und -Batterie sowie der E-Maschine zur Verfügung. Um sie hinsichtlich verschiedenster Kriterien erproben zu können, erfüllen die Digital Twins unterschiedlichste Anforderungen – sie können sowohl Mechanik und Elektrik, als auch Thermik und Lebensdauer der Testobjekte abbilden. Beim Aufbau der virtuellen Abbilder profitiert ASAP von seinem Know-how über den gesamten Entwicklungsprozess von E-Fahrzeugen – angefangen bei Systemdesign und -simulation sowie der anschließenden System- und Komponentenentwicklung, der Verifikation und Validierung, über die Fahrzeugintegration bis hin zu Fahrversuchen und Applikation. Durch die Nutzung von Synergien aus der Modellbildung und Simulation ist ASAP in der Lage, den gesamten Entwicklungsprozess eines elektrischen Antriebsstrangs in jeder Phase durch virtuelle Komponentenmodelle, Messtechnik sowie Berechnungsverfahren zu erweitern. Mit jedem Test und jedem Entwicklungsschritt werden die virtuellen Abbilder dabei immer genauer.

### Vorteile von Digital Twins in der Entwicklung

In ihrem aktuellen Projekt beantworten ASAP Experten mit den Digital Twins etwa Fragen zur Reichweiten- und Betriebszustandsvorhersage ohne reale Testläufe. Hierzu haben sie ein virtuelles Prüfumfeld aufgebaut, in dem unter anderem verschiedene Umwelteinflüsse, Straßenbedingungen und Straßenzeichen berücksichtigt werden. In diesem Prüfumfeld wird auf virtuellen Erprobungsfahrten eine Vielzahl von Szenarien abgefahren beziehungsweise simuliert, wobei der Digital Twin ins Spiel kommt: durch die simulative Betrachtung von Lastbeziehungsweise Fahrprofilen werden mit dem virtuellen Abbild virtuelle Erprobungen zur Identifikation mechanischer und thermischer Hotspots im Fahrzeug durchgeführt. Dabei werden für das Gesamtsystem die Reichweite, beziehungsweise der ideale, verlustfreie Betriebszustand und so wiederum der günstigste Zeitpunkt zum Laden der HV-Batterie ermittelt. ASAP liefert damit gleichzeitig auch Antworten auf die Fragen,

Bei der Entwicklung autonom fahrender E-Fahrzeuge werden Digital Twins in der Absicherung hochkomplexer Funktionen eingesetzt.



ob die HV-Batterie sich in einem thermischen Betriebszustand befindet, der das Laden begünstigt, oder ob der Streckenverlauf hin zu einer definierten Destination verändert werden kann, um durch Rekuperation Energie zurückzugewinnen. Auf diese Weise identifiziert die Firma das bestmögliche Antriebsstrangkonzzept sowie die optimale Lade- und Betriebsstrategie eines E-Fahrzeugs – ohne dass in der Realität auch nur ein Kilometer zurückgelegt wurde.

Die Digital Twins des elektrischen Antriebsstrangs nutzt ASAP jedoch nicht nur für die Reichweiten- und Betriebszustandsvorhersage, sondern auch in allen weiteren Phasen der Entwicklung von E-Fahrzeugen – von Auslegungsuntersuchungen über die Prototypenentwicklung bis hin zur Erprobung. Zu Entwicklungsbeginn werden etwa Berechnungstools eingesetzt, um E-Maschinen passend ihrer Vorgaben hinsichtlich Gewicht und Leistung auszulegen. Auch in der Softwareentwicklung werden die digitalen Komponenten eingesetzt – etwa für Berechnungen für komplexe Fahrfunktionen. Die Vorteile der modellbasierten Softwareentwicklung liegen dabei, im Vergleich zu herkömmlichen Entwicklungsmethoden, in der höheren Genauigkeit der Berechnungsverfahren: den Verfahren liegen – aufgrund kontinuierlicher Verbesserung der digitalen Zwillinge im Laufe des Entwicklungsprozesses – fundierte Modelle zugrunde. In der Prototypenphase nutzen ASAP Entwickler die digitalen Zwillinge unter anderem dazu, die optimale Position für HV-Leitungssätze zu ermitteln: dafür identifizieren sie mit ihnen mechanische Belastungen oder thermische Kontaktstellen zu Steuergeräten im Fahrzeug, also Positionen, die für den HV-Leitungssatz ungeeignet sind. Dadurch werden weniger Prototypen benötigt, was die Kosten und Dauer der Prototypenphase erheblich reduziert. In der Komponentenerprobung für E-Fahrzeuge werden die Digital Twins intensiv validiert und später im Fahrbetrieb zur Validierung von Sensordaten genutzt. Mit ihnen können auch Erprobungen umgesetzt werden, die unter realen Bedingungen nicht durchführbar wären – beispielsweise die Erprobung virtueller Sensoren, die in E-Fahrzeugen anhand von Strom und Spannung die Temperatur im Motor

berechnen. Ein weiteres Beispiel ist die Absicherung von Funktionen wie der Personenerkennung – mit realen Validierungsmethoden lassen sich diese nicht fehlerfrei absichern, da es unendlich viele Situationen und Parameter gibt, die berücksichtigt werden müssen. Bei Temperaturläufen von E-Maschinen zum Beispiel für Lebensdauertests erleichtern und beschleunigen die virtuellen Abbilder die Erprobung ebenfalls gravierend. Denn während man an realen Prüfständen diverse Fahrprofile über mehrere Wochen abfahren lassen muss, sind bei der Simulation der Fahrprofile mit Digital Twins die Ergebnisse bereits nach wenigen Minuten verfügbar.

## Zukunft der Digital Twins

Mit ihren Vorteilen für die Funktions- und Komponententwicklung sind Digital Twins gerade für Entwicklungen im Bereich E-Mobilität in den kommenden Jahren unerlässlich für schnelle Fortschritte. Künftig wird ihr Nutzen weiter zunehmen: Datenbanken mit spezifischen Modell- und Materialdaten sowie die Nutzbarmachung dieser Daten zur virtuellen Absicherung werden einen entscheidenden Entwicklungsvorsprung ermöglichen. ASAP baut entsprechende Datenbanken bereits sukzessiv auf, sodass beispielsweise für virtuelle Abbilder benötigte Daten zu Elektrik, Mechanik oder Thermik künftig schneller verfügbar sind. Dabei profitiert der Entwicklungspartner der Automobilindustrie von seinem Know-how zu realen als auch virtuellen Erprobungen: durch sein umfangreiches Leistungsportfolio auf dem Gebiet der Robustness Validation stehen viele Daten bereits von vornherein für den Einsatz beim Aufbau von Digital Twins zur Verfügung und müssen nicht erst in aufwändigen Testreihen gewonnen werden. Soll beispielsweise ein Digital Twin mit einem virtuellen Shaker-Versuch validiert werden, kann ASAP auf die benötigten Randdaten in Form von Messdaten aus vorgegangen, realen Lebensdauertests zurückgreifen. Mit Blick auf die enormen Herausforderungen in der Komponenten- und Funktionsentwicklung – kurze Entwicklungszeiten, permanenter Kostendruck und immer komplexere Produkte – steht dem Einsatz von Digital Twins eine aussichtsreiche Zukunft bevor. □

ENERGIEVERSORGUNG VON ELEKTROFAHRZEUGEN

# Sichere Nahrung für E-Autos

Elektrofahrzeuge beziehen ihre Energie aus Lithium-Ionen-Akkupacks. Diese sind – obwohl weltweit milliardenfach vom Auto bis zum Handy eingesetzt – durchaus sensible Konstruktionen. Wer beim Ladevorgang jedoch Sorgfalt walten lässt, kann die Lebensdauer seines Akkus sowie die Sicherheit deutlich erhöhen.

TEXT: Schurter BILDER: Schurter; iStock, maomage

Wer mit dem Gedanken an den Erwerb eines Elektrofahrzeugs spielt, stellt sinigerweise frühzeitig vielfältige Überlegungen an, wie dieses Fahrzeug aktuell und zukünftig mit Energie versorgt werden soll. In den allermeisten Fällen wird es dabei um das Laden zu Hause gehen. Darum wollen wir uns in diesem Artikel auf diesen Punkt beschränken. Worauf muss man achten?

## Dauer des Ladevorgangs

Die Rechnung zur Ladedauer ist schnell gemacht. Man nehme die Batteriekapazität eines Fahrzeugs in kWh und teile diese durch die Leistung (kW) der Ladestation. So erhält man die Anzahl Stunden für eine Vollladung.

## Das schwächste Kettenglied gibt den Takt vor

Man beachte beim Ladevorgang immer, dass dieser wie eine Kette aus dem Stromnetz, der Ladestation, dem Ladekabel sowie dem Ladegerät besteht. Das schwächste Glied einer solchen Kette gibt stets die maximale Ladeleistung vor. Verkraftet das Ladegerät also nur 6,6 kW, so hilft es nichts, wenn man mit einer 22-kW-Ladestation Strom in die Akkus "pumpt".

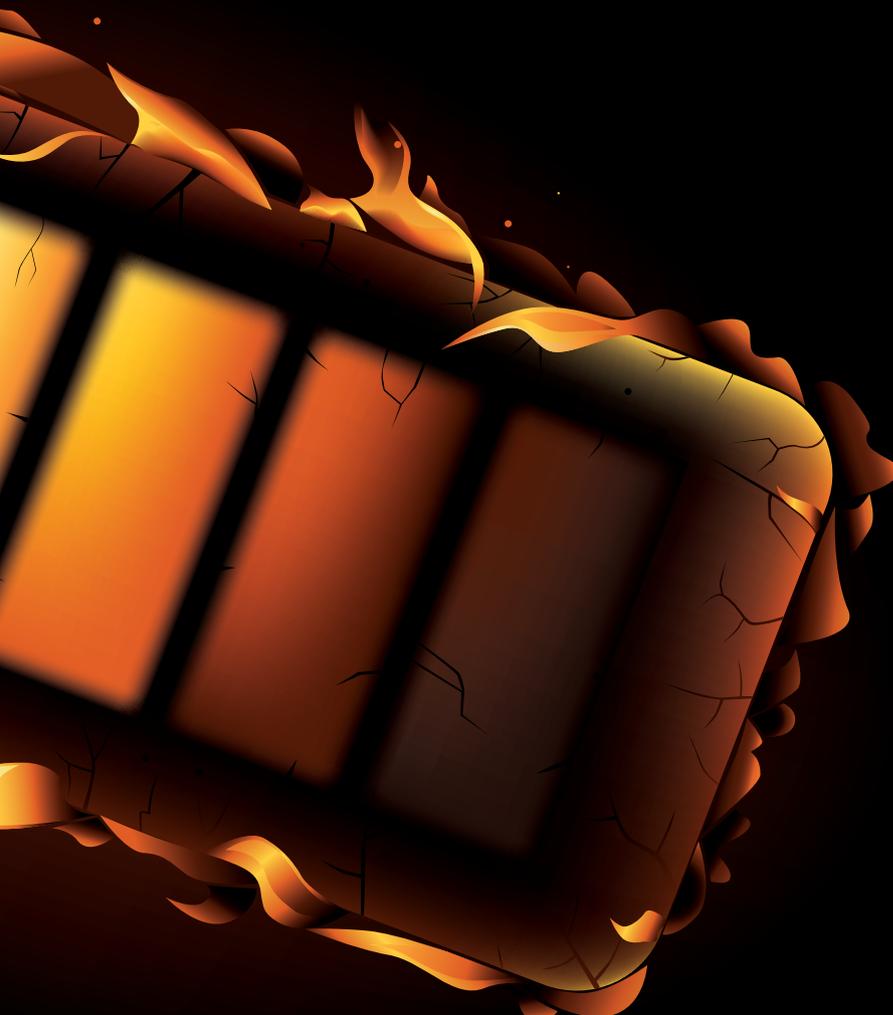
## Schnelles Laden verkürzt die Lebensdauer

Schnelles Laden schadet jedem Lithium-Ionen-Akku. Das Laden und Ent-

laden von Li-Ionen-Zellen kann zu Lithium-Plating führen. Dabei lagern sich Lithium-Ionen auf der Anodenoberfläche ab, anstatt sich zwischen die Schichten des Graphits einzunisten. Dieser Effekt führt zu signifikanten Einbussen an Leistung, Lebensdauer und Sicherheit. In extremen Fällen kann das Lithium-Plating sogar zu einem Kurzschluss oder auch zu einem Brand führen.

## Laden am 1-Phasen-Netz

Die kleinsten verfügbaren Wandladestationen werden netzseitig an das 230-V-/16-A-Haushaltsnetz angeschlossen. An diesen Wandladestationen kann nur einphasig mit bis zu etwa 3,6 kW geladen werden. Das ist nur in wenigen



Fällen praktikabel. Etwa bei Fahrzeugen mit geringer Batteriekapazität für Kurzstrecken oder Plug-in-Hybriden, welche nicht ausschliesslich auf den Elektromotor angewiesen sind.

### Laden am 3-Phasen-Netz

Ein Grossteil der Wandladestationen für den privaten Bereich wird an 400-V-/16-A-Drehstrom (11 kW max. Ladeleistung) angeschlossen. Diese Möglichkeit bietet praktisch jeder Haushalt ohne zusätzliche Veränderungen am Stromnetz. Die Ladezeiten verringern sich dadurch bereits um rund den Faktor 3. Vorteilhaft ist insbesondere der einfache Aufbau dieser Wandladestationen, da neben dem 3-phasigen Laden auch die stan-

dardmässigen Bordladegeräte mit 230 V (max. 3,6 kW) ohne weitere Absicherung auf einer Phase betrieben werden können. Wer mehr Leistung benötigt, muss bei der Stromversorgung aufrüsten. Etwa auf eine Wandladestation mit 400 V/32 A (22 kW) oder 400 V/63 A (44 kW). Dabei ist man allerdings auf die Hilfe eines Fachmanns angewiesen. Zwingend ist auch die Abklärung der technischen (bestehende elektrische Belastung) und rechtlichen (Mieter, Eigentümer) Realisierbarkeit. Im Gegenzug erhält man mit solch leistungsstarken Ladegeräten deutlich kürzere Ladezeiten. Dabei bestimmt aber auch hier wieder die technische Leistungsfähigkeit des eingebauten Bordladers die letztlich realisierbare maximale Ladeleistung.

strahlend

Jetzt bestellen!



keimfrei

## Desinfizieren mit Licht

So könnte Ihre Idee aussehen: Schnell verwirklicht, sicher und State of the Art Industrial Engineering: Der Hygienekoffer von Würth Industrie Service zeigt die ganze Power eines ODM.

Hygiene am Arbeitsplatz durch Desinfizierung aller Arbeitsmittel mit UV-C Strahlung ist jetzt unverzichtbar für Montage, Werkshalle und Büro:

- UV-C Strahlung entfernt 99,99% aller Keime
- Keine Chemie, keine manuelle Reinigung
- Schnell und einfach: transportables Gerät
- 360° Desinfektion durch Vollverspiegelung

### ODM-Power:

- Mikrobiologische Validierung Fraunhofer IVV
- EMV-Test und CE-Konformität



Dieser Hygienekoffer ist nur ein Beispiel von vielen, die wir umsetzen!  
**Original Design Manufacturing**  
- Pure Inspiration.

Lacon

Fordern Sie uns!

Lacon Electronic GmbH

Hertzstraße 2  
85757 Karlsfeld  
www.lacon.de





Der 3-Phasen EMV-Filter  
Schurter FMAC NEO.

## Intelligentes Lade-Management

Leistungsfähigkeit ist das eine. Mindestens ebenso wichtig ist es, diese Leistung intelligent und sicher einzusetzen. Hierfür ist Hochleistungselektronik zuständig. Dabei kommuniziert das Lade-Management der Wandladestation mit dem Battery Management System (BMS) des Fahrzeugs. BMS sind verantwortlich für die Steuerung und Kontrolle des Lade- und Entladevorgangs. Ihre Hauptaufgabe besteht darin, dafür zu sorgen, dass jede einzelne Zelle sowohl beim Laden wie auch Entladen einen für die Anwendung definierten Grenzwert des Ladezustands (SoC = State of Charge) weder unter- noch überschreitet. Der SoC-Wert bezeichnet die noch verfügbare Kapazität eines Akkus im Verhältnis zum Nominalwert.

## Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)

Hochleistungselektronik bedeutet heute stets hoch getaktete Schaltungen. Und hoch getaktete Schaltungen bergen immer das Risiko von zu hohen Emissionen elektromagnetischer Störsignale. Diese müssen zwingend minimiert werden. Mit EMV-Filtern hoher Dämpfung und einem cleveren Platinen-Lay-out – im 1-Phasen-Bereich meist gar mit diskreten Komponenten – lässt sich

dieses Problem in den Griff bekommen. Schurter verfügt über ein breitgefächertes Portfolio an Einbaufiltern für 1- wie auch 3-Phasen-Systeme. Ob 1- oder 2-stufige Filter zum Einsatz kommen (müssen), hängt von 3-Phasen EMV-Filter Schurter FMAC NEO und Hochleistungssicherungsclip Schurter CSO der Stärke der Störsignale ab, welche vorab ausgemessen werden sollten. Für annähernd jedes Störsignal und jede Leistungsklasse lässt sich so das Problem der Elektromagnetischen Verträglichkeit auf kompakte Weise beheben.

## Absichern!

Last but not least: Ladestationen verrichten den Löwenanteil Ihres Dienstes unbeaufsichtigt. Eine grosszügige dimensionierte Absicherung mit hochwertigen passiven Bauteilen (Sicherungen, Sicherungsclips) hilft grössere Schäden wie etwa einen Brandfall im Vorhinein zu vermeiden. Ein Beispiel hierfür wäre etwa der Hochleistungsclip CSO für 10.3 x 38 mm Sicherungen. Aufgrund des Einsatzes einer speziellen Kupferlegierung zeichnet er sich durch eine besonders hohe Klemmkraft aus. Dies führt zu minimaler Verlustleistung, was insbesondere bei Anwendungen mit hohen Strömen unerlässlich ist. Mit einem typischen Kontaktwiderstand von  $\leq 1 \text{ m}\Omega$  eignet sich der Sicherungsclip

hervorragend für den Einsatz in E-Mobility-Ladestationen (AC und DC).

## IATF-16949-erfahrener Partner

Schurter ist seit Jahren zertifiziert nach IATF 16949 und bedient eine Vielzahl von Kunden mit Sicherungen, welche nach AEC-Q200 für verschiedenste Applikationen (Battery Management, Klimaregelung, motornahe Elektronik für Diesel/Benziner u.v.m.) geprüft wurden. Abermillionen von Sicherungen zum Schutz vor Überstrom und Übertemperatur sind weltweit im Einsatz. Die enge Vernetzung mit internationalen Automotive-Organisationen und der Industrie selbst machen Schurter zum kompetenten Ansprechpartner für alle Fragen rund um die Absicherung von Elektronik im Automobilbau inklusive Ladestationen. Seit Jahrzehnten verfügt das Unternehmen in der Schweiz über ein Kompetenzzentrum für EMV-Lösungen, welches für industrielle, medizinische und andere Anwendungen massgeschneiderte Lösungen entwickelt. Die Schurter Gruppe ist als Schweizer Familienunternehmen weltweit erfolgreich tätig. Mit Komponenten für sichere Stromzuführung, Eingabesystemen für einfache Bedienung und anspruchsvollen Gesamtlösungen überzeugen die Firma ihre Kunden durch Agilität, Produkt- und Servicequalität. □

ACKERMANN'S SEITENBLICKE

# Mit Brain-on-a-Chip zu KI-Lösungen

Natürlich sind wir stolz darauf, dass wir heute weit mehr als die Rechenleistung des einst raumgroßen Zuse Z3 in der Jackentasche tragen. Doch im Vergleich zur Natur hinken wir nach wie vor meilenweit hinterher.

Das menschliche Gehirn, das komplexeste Gebilde des Universums, verbindet in einem Volumen etwas mehr als einem Liter etwa eine Billion ( $10^{12}$ ) Nervenzellen (Neuronen) und verknüpft sie durch Milliarden synaptischer Verbindungen über Nervenbahnen von rund 5,8 Millionen Kilometer Länge (145-mal um die Erde) zu einem Netzwerk. Bei minimaler Leistungsaufnahme von 20 W, und einer exzeptionellen Fehlertoleranz. Die Neuronen verarbeiten Informationen, lernen, erinnern sich und organisieren sich eigenständig zu Ensembles mit besonderen Aufgaben. Echte Intelligenz also, von der die künstlichen Intelligenz noch weit entfernt ist, deren angepeilte Fähigkeiten indes mehr mit der menschlichen Kognition als mit der konventionellen Computerlogik gemeinsam haben.

Denn trotz mancher Ähnlichkeiten unterscheidet sich ein Computer grundsätzlich von der Informationsverarbeitung beim Menschen. Das Gehirn enthält keinen fertigen Satz vordefinierter Software-Algorithmen: Es muss sich in einem Prozess der Selbstorganisation an die jeweiligen Lebenssituationen anpassen und kann durch Lernprozesse zu mehr oder weniger bemerkenswerten Leistungen befähigt werden. Unser Hirn versetzt uns in die Lage, mit völlig neuen und unerwarteten Situationen fertig zu werden – eine Aufgabe, an der digitale Computer regelmäßig scheitern. Es kann selbst dann noch sehr leistungsfähig arbeiten, wenn es durch Unfall oder Krankheit Schaden genommen hat, wohingegen ein einziger fehlerhafter Transistor in einem Mikro-

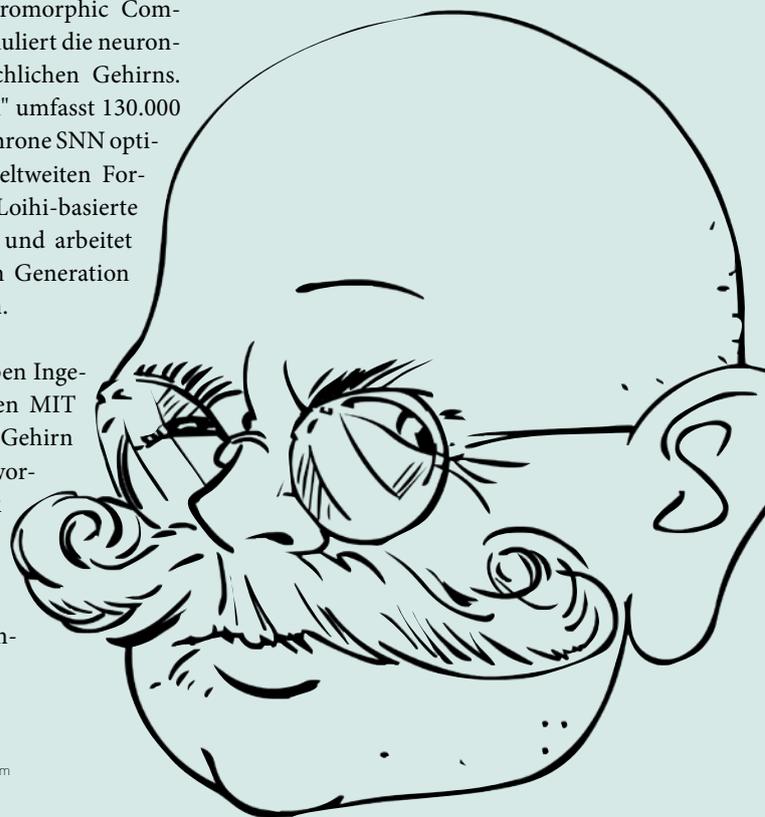
prozessor bereits das komplette fragile System lahmlegen kann.

Was Wunder, dass die Forscher angesichts solcher Vorgaben fieberhaft nach Annäherungen an die Ergebnisse ringen, die ihnen zum Beispiel das Großforschungsprojekt Human Brain Project (HBP) der Europäischen Kommission geliefert hat. Dieses sollte das gesamte Wissen über das menschliche Gehirn zusammenfassen und mittels computerbasierten Modellen und Simulationen nachbilden: So entstanden neue Erkenntnisse über unseren Denkapparat und seine Erkrankungen sowie neue Computer- und Robotertechnologien. Zur Annäherung an diese Ziele bedienen sich die Forscher "neuromorpher" gepulster (englisch "spiking") neuronaler Netzwerke (SNN). Der Intel Labs-Bereich Neuromorphic Computing beispielsweise emuliert die neuronale Struktur des menschlichen Gehirns. Dessen Test-Chip "Loihi" umfasst 130.000 Neuronen, die für asynchrone SNN optimiert sind, stellt der weltweiten Forschungsgemeinschaft Loihi-basierte Systeme zur Verfügung und arbeitet bei der KI der nächsten Generation mit Experten zusammen.

Und vor kurzem haben Ingenieure des renommierten MIT in Massachusetts ein "Gehirn auf einem Chip" entworfen, kleiner als ein Stück Konfetti. Es besteht aus Zehntausenden von künstlichen Gehirnsynapsen, bei denen Mem-

ristoren die Informations-übertragenden Synapsen im menschlichen Gehirn imitieren. Die aus Legierungen von Silber und Kupfer sowie Silizium hergestellten Memristoren konnten sich an gespeicherte Bilder "erinnern" und sie um ein Vielfaches reproduzieren. Solche vom Gehirn inspirierten Schaltkreise könnten in kleine, tragbare Geräte eingebaut werden und würden komplexe Rechenaufgaben ausführen, die bislang nur die Supercomputer bewältigen können. Das ist doch schon mal was, finden Sie nicht? □

*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.*



HOHE LEISTUNGSPULSE BEIM INDUKTIONSERWÄRMEN DURCH KONDENSATORENSCHRÄNKE

# Effiziente Energieimpulse

Hohe Leistungspulse, wie sie beim Kurzzeithärten oder Punktschweißen auftreten, verursachen enorme Kosten. Denn die Energieversorger berechnen die Vorhaltszahlungen auf Basis der maximalen Leistung, auch wenn diese nur wenige Sekunden lang benötigt wird. Da liegt es nahe, sich vom Strom aus der Steckdose unabhängig zu machen – zum Beispiel mit Hilfe von Kondensatoren, die die hohen Leistungsspitzen abdecken können.

TEXT: FTCAP BILDER: Mersen; iStock, Anna Bliokh

Die IDEA GmbH entwickelt hocheffiziente Produkte und Lösungen für induktive Erwärmungsaufgaben wie das Härten, Löten und Schrumpfen. „Wir sind unter anderem Experten für induktive Härteanwendungen“, erläutert Andreas Häußler, geschäftsführender Gesellschafter der IDEA. „Unsere Induktionserwärmungsanlagen sind weltweit im Einsatz und härten auf effiziente Art und Weise und mit größter Präzision verschiedenste Werkstücke.“ Die Anlagen des baden-württembergischen Unternehmens verfügen über einen flexiblen Anpass- und Frequenzbereich, sodass einer optimalen Auslegung des individuellen Wärmeprozesses nichts im Wege steht.

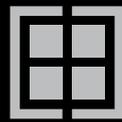
## Energie und Kosten sparen mit speziellen Kondensatorschränken

Um den Kunden immer die modernsten Technologien bieten zu können, erforscht IDEA kontinuierlich neue Prozesse und Herangehensweisen. Derzeit beschäftigen sich die Experten mit der Frage, ob spezielle Kondensatorschränke beim Kurzzeithärten Energie und Kosten sparen können. „Bei Induktionserwärmungs- und Schweißanlagen werden oft hohe Leistungen für einen sehr kurzen Zeitraum im Bereich von Millisekunden benötigt“, erläutert Andreas Häußler. Das sei

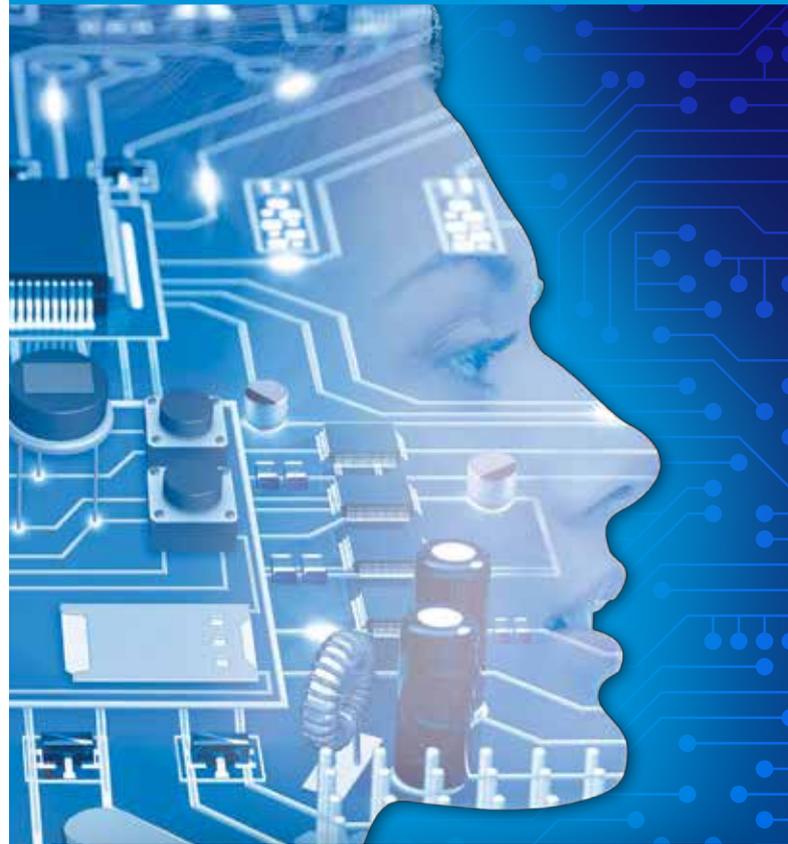


unter anderem bei Punktschweißanlagen im Automobilbau der Fall. Aber auch bei der konturgenauen Härtung von Zahnrädern benötigt man für eine kurze Zeit einen sehr großen Leistungspuls, um die Oberflächen der Komponenten schnell zu erwärmen, bevor sie wieder abgeschreckt werden. „Bislang läuft dieser Vorgang ohne Kondensatoren, das heißt die hohen Leistungspulse werden aus dem regulären Stromnetz gezogen.“

Das jedoch belastet die Netzversorgung und führt zu erheblichen Energiekosten, da die zu bezahlende Vorhalteleistung nach der maximalen Leistungsentnahme berechnet wird.



**RUTRONIK**  
ELECTRONICS WORLDWIDE



## HIGHTECH- BAUELEMENTE für Ihre Innovationen

Als einer der führenden Distributoren für elektronische Bauelemente bieten wir Ihnen weltweit ein breites Produktportfolio, kompetente technische Unterstützung bei Produktentwicklung und Design, individuelle Logistik-Lösungen sowie umfangreiche Serviceleistungen.

- Semiconductors
- Displays & Monitors
- Passive Components
- Boards & Systems
- Electromechanical Components
- Storage Technologies
- Wireless Technologies

**Informationen zu RUTRONIK:**

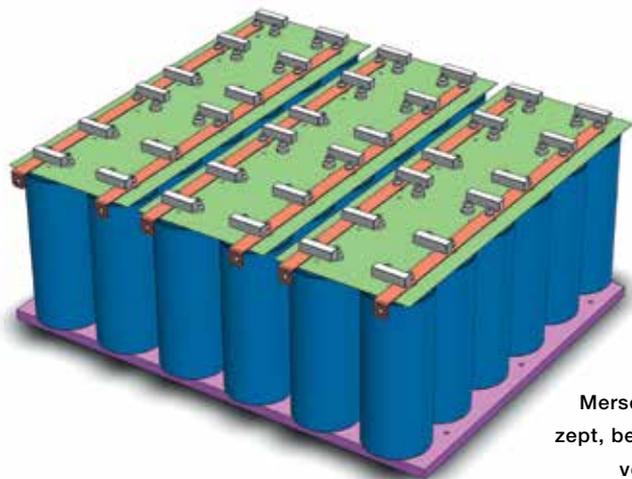
**Tel. +49 (0) 7231 801-0 | [rutronik@rutronik.com](mailto:rutronik@rutronik.com)**

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



**COMMITTED TO EXCELLENCE**

Consult | Components | Logistics | Quality



Mersen konzipierte für IDEA ein Konzept, bei dem pro Schrank eine Vielzahl von Kondensatoren verbaut sind.

„Wenn auch nur eine Sekunde lang mit 1 MW geheizt werden soll, müssen Sie dem Energieversorger pauschal die Vorhaltsleistung von 1 MW bezahlen“, erläutert Andreas Häußler. „Dabei ist es ganz egal, wie lange die Pausen zwischen den Heizphasen sind.“ Zudem müsse man die entsprechenden Netzelemente auf die hohen Leistungen auslegen, was zusätzliche Kosten verursacht. Abhilfe könnten Kondensatorbänke schaffen, die als Energiespeicher bzw. Puffer zwischen dem Netzanschluss und der Anwendung dienen. „Wenn man die Kondensatoren zwischenschaltet und kontinuierlich mit 100 kW lädt, muss man nur diese reduzierte Vorhaltsleistung bezahlen“, so Andreas Häußler. „Auch die vorgeschalteten Elemente können kostensparend für kleinere Leistungen ausgelegt werden.“ Anlagen wie diese existieren allerdings bislang nicht – noch nicht, denn IDEA will demnächst ein entsprechendes Pilotprojekt an den Start bringen.

## Hohe Anforderung an die Kondensatoren

Dafür wurden jedoch zunächst einmal die passenden Kondensatoren benötigt. Die Experten von IDEA wandten sich dafür an den bewährten Lieferanten Mersen, mit dem schon seit vielen Jahren eine vertrauensvolle Kundenbeziehung besteht. Die Anforderungen waren hoch: IDEA wünschte sich Kondensatorschränke, die auf kleinstem Bauraum eine sehr hohe Kapazität zur Verfügung stellen. „Die Lösungen müssen mehrere Millionen Lade- und Entladezyklen bei Umgebungstemperaturen von bis zu 55°C erlauben, ohne dass Defekte oder nennenswerte Kapazitätsverluste auftreten“, erläutert Andreas Häußler. „Für einen möglichst hohen Wirkungsgrad ist zudem ein sehr geringer Innenwiderstand sowie eine niedrige Selbstentladung von entscheidender Bedeutung.“ Leistungsseitig müssen die Energiespeicher in der Lage sein, eine Energieleistung von mehreren hundert Kilowatt für circa eine Sekunde abzugeben. Im Anschluss erfolgt eine prozessbedingte Pause von mehreren Sekunden.

Mersen konzipierte für IDEA ein Konzept, bei dem pro Schrank eine Vielzahl von Kondensatoren verbaut sind. „Für das Pilotprojekt liefern wir im ersten Schritt zwei Schränke, die wir auch selbst bauen und bestücken“, so André Tausche, Geschäftsführer von FT-CAP (Teil des Mersen-Konzerns). „Neben den Kondensatoren sind auch die benötigten Teleskopschienen, Traversen und Symmetriewiderstände im Angebot enthalten. Wir übernehmen zudem die fachgerechte Montage der Schienen und Kondensatoren auf den Platten.“ Die komplette Fertigstellung der Baugruppe wird von IDEA durchgeführt.

## Hohe Kapazitäten bei langer Lebensdauer

In den Schaltschränken von IDEA kommen Aluminium-Elektrolytkondensatoren mit Gewindeanschluss der FT-CAP Serie GM zum Einsatz. Jeder der Kondensatoren besitzt selbst bei hohen Einsatztemperaturen von bis zu 85 °C eine sehr lange Lebensdauer von circa 8.000 Stunden. Darüber hinaus können diese Aluminium-Elektrolytkondensatoren, bei denen alle internen Kontakte verschweißt sind, in einem weiten Spannungsbereich von 16V...450 V eingesetzt werden und zeichnen sich durch eine sehr niedrige Induktivität aus.

„Kondensatoren mit Gewindeanschluss eignen sich generell für alle Anwendungen, in denen eine besonders enge Verbindung der Bauteile mit ihrer Umgebung wichtig ist“, so André Tausche. „Das ist nicht nur in der vorliegenden Anwendung, sondern zum Beispiel auch in der Medizin- und der Bahntechnik der Fall.“ Die Serie GMX Long Life eignet sich dank ihrer langen Lebensdauer speziell für die Verwendung in der Medizintechnik. Noch rauer sind die Einsatzbedingungen in der Bahntechnik, für die die Baureihe GW konzipiert ist. Diese Aluminium-Elektrolytkondensatoren sind unempfindlich gegenüber hohen Rippleströmen und zeichnen sich durch eine sehr niedrige Induktivität aus. Speziell für Umgebungen, in denen erhöhte Sicherheitsanforderungen gelten, hat der



In den Schaltschränken von IDEA kommen Aluminium-Elektrolytkondensatoren mit Gewindeanschluss der FTCAP Serie GM zum Einsatz.

Hersteller die Baureihe GF entwickelt. Diese Aluminium-Elektrolytkondensatoren bestehen aus einem selbstverlöschenden Elektrolyt und werden unter anderem in industriellen Schweißgeräten verbaut.

Andreas Häußler ist mit der Wahl der Kondensatoren zufrieden: „Dank der sehr hohe Volumenleistungsdichte, der langen Lebensdauer und der niedrigen Induktivität eignen sich die FTCAP GM-Kondensatoren bestens für unser Pilot-

projekt“, so der IDEA-Geschäftsführer. Mit den ersten Tests der beiden Kondensatorenschränke will man in Kürze beginnen. Sollte sich das Konzept bewähren, ist Mersen auch auf lange Frist mit von der Partie: „Mersen ist ein langjähriger zuverlässiger und flexibler Lieferant der IDEA. Wir sind wirklich froh, einen starken Partner an unserer Seite zu haben, der auch kundenspezifische, anwendungsoptimierte Lösungen im Kleinserienbereich professionell umsetzt“, so Andreas Häußler abschließend. □

# Welche Marke vermissen Sie?

**dataTec**

Mess- und Prüftechnik. Die Experten.

**Tektronix**

**KEYSIGHT**  
TECHNOLOGIES

**FLIR**

**KEITHLEY**  
A Tektronix Company

**ROHDE & SCHWARZ**  
Make ideas real



**FLUKE**

**GOSSEN METRAWATT**

**E A**  
Elektro-Automatik

**SFS** electronic

**Chroma**

**TDK-Lambda**

**Weller**

Wir haben über 50 starke Marken. Und sind herstellerunabhängig.

Jetzt online finden unter:  
**>>> [www.datatec.de/marken](http://www.datatec.de/marken)**

KAMPF GEGEN PLAGIATE

# ACHTUNG FÄLSCHUNG!

Die einfachste Definition einer Fälschung ist „eine Imitation, die auf betrügerische oder täuschende Art und Weise als echt ausgegeben werden soll, um daraus Profit zu schlagen.“

TEXT: Ken Greenwood, Rochester Electronics BILDER: Rochester Electronics; iStock, oriba



In Zeiten von Lieferengpässen oder wenn veraltete Komponenten die Verfügbarkeit beschränken, vervielfacht sich die Verbreitung gefälschter Geräte häufig. Mit zunehmendem Gewährsein nimmt auch die Perfektion zu. Die Zeiten, dass Fälschungen durch eine einfache Inspektionsprüfung anhand der Norm AS6081 an falschen Hersteller-Logos und IC-Gehäusen ohne integrierten Chip erfasst wurden, sind vorbei. Fälscher verwenden jetzt sehr ausgefeilte Prozesse, da die potenziellen Gewinne enorm sein können. Kunden, deren normale Lieferwege sich als unzureichend erweisen, gehen vielleicht davon aus, dass ungenehmigte oder Graumarkt-Quellen die einzige Lösung sind, und dass „Prüfen“ die Qualitätsrisiken beseitigen kann. Nichts könnte weiter von der Wahrheit entfernt sein; es GIBT jedoch risikofreie Bezugsmöglichkeiten, die zur Verfügung stehen.

### Was ist ein gefälschter Halbleiter?

In der Halbleiterwelt gehören zu den Fälschungen unter anderem: Ein nicht funktionierendes oder Ausschussprodukt, das als gut gekennzeichnet und weiterverkauft wird. Zusätzlich ein funktionierendes, aber unzulängliches Produkt, das von dem Fälscher gekauft, neu gekennzeichnet und von ihm als vollwertiges Produkt zu einem überhöhten Preis weiterverkauft wird. Auch recycelte und wiederhergestellte Komponenten, die als

neu weiterverkauft werden. In all diesen Fällen kann das Rückätzen der äußeren Markierungen mit aggressiven Chemikalien oder sogar mechanischen Schleifmaschinen zur Beschädigung des Innenbonds und des Substrats führen. Oder die chemischen Rückstände vom Reinigungsprozess gelangen langsam in das Gerät, kontaminieren es und verursachen im Betrieb Fehler am Bondpad oder dem Bonddraht.

Die Rückgewinnung von zuvor verwendeten Halbleitern aus alten Leiterplatten kann außerdem zu verhängnisvoller Hitze und/oder mechanischer Beschädigung führen. Die Wiederherstellung des integrierten Schaltkreises (IC) von der Leiterplatte selbst ist in der Regel der letzte Schritt eines langen Ausschusswegs, der Folgendes umfasst: eine bisherige Lebensdauer und einen Weg der Rücknahme zur Rückgewinnung durch eine unkontrollierte Lagerumgebung. Einwirkung von übermäßiger Feuchtigkeit, Wasser und Salz ist oft alltäglich. Dieser Prozess kann ein authentisches Gebrauchtprodukt mit fragwürdiger Zuverlässigkeit herstellen. Authentizität bedeutet nicht automatisch Zuverlässigkeit.

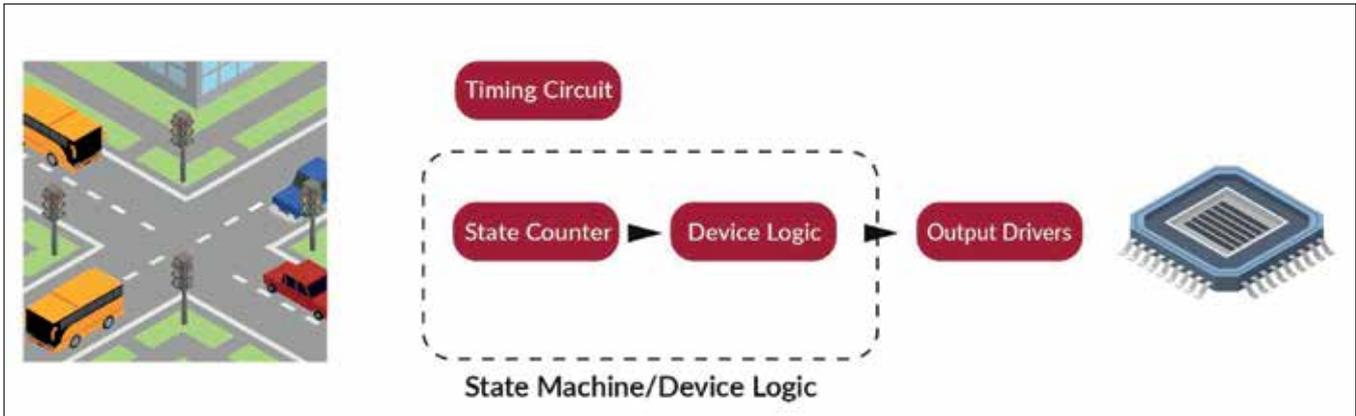
Ermittelbare Überschussbestände und Rückverfolgbarkeit bieten keine Garantie in Bezug auf die Lagerbedingungen während der gesamten Haltbarkeit der Komponenten. Wird zugelassen, dass ein minderwertiges Produkt in die Lieferket-



**MANCHE VERBINDUNGEN  
SCHÜTZEN SIE  
EINFACH BESSER,  
ALS SIE DENKEN.**

+ zum Beispiel der konfektionierte M9-Winkelstecker IP67. [www.mes-electronic.de](http://www.mes-electronic.de)





Beispiel einer einfachen Funktionsprüfung: Hier eine einfache Verkehrssteuerung.

te gelangt, kann dies unter anderem folgende Konsequenzen nach sich ziehen: Geringere Produktionserträge und vermehrte Überarbeitung. Vermehrte Ausfälle im Betrieb und geringere Zuverlässigkeit. Erhöhte Risiken und finanzielle Haftung im Zusammenhang mit katastrophalem Systemversagen. Preis für Imageschaden.

### Was bedeutet 100 Prozent geprüft?

Kunden können fälschlicherweise annehmen, dass „Prüfen“ eine 100 prozentige echte Garantie darstellt. Im einfachsten Fall umfasst das Prüfen durch Dritte einen oder mehrere der folgenden Punkte:

- **Schreibarbeit und Sichtprüfung:** Es ist unwahrscheinlich, dass die professionellen Gerätefälschungen ermittelt werden. Dokumente und Zertifikate zur Rückverfolgbarkeit werden ebenfalls regelmäßig gefälscht, um die gesamte Täuschung zu unterstützen.
- **Röntgenprüfung:** Es ist unwahrscheinlich, dass betrügerisch aktualisierte, gut gekennzeichnete wiederhergestellte und wiederverwendete oder wiedergewonnene Geräte mit fehlgeschlagenem Test ermittelt werden.
- **Einfache Kontinuität oder Funktionsprüfung:** Dadurch werden die betrügerisch aktualisierten oder gut gekennzeichneten wiederhergestellten und wiederverwendeten Geräte nicht ermittelt.
- **Vollständige Funktionsprüfung:** Das Datenblatt enthält nur einen Teil der vom Original-Chip-Hersteller (OCM) geprüften Merkmale.

### Funktionsprüfung und Temperaturbereich

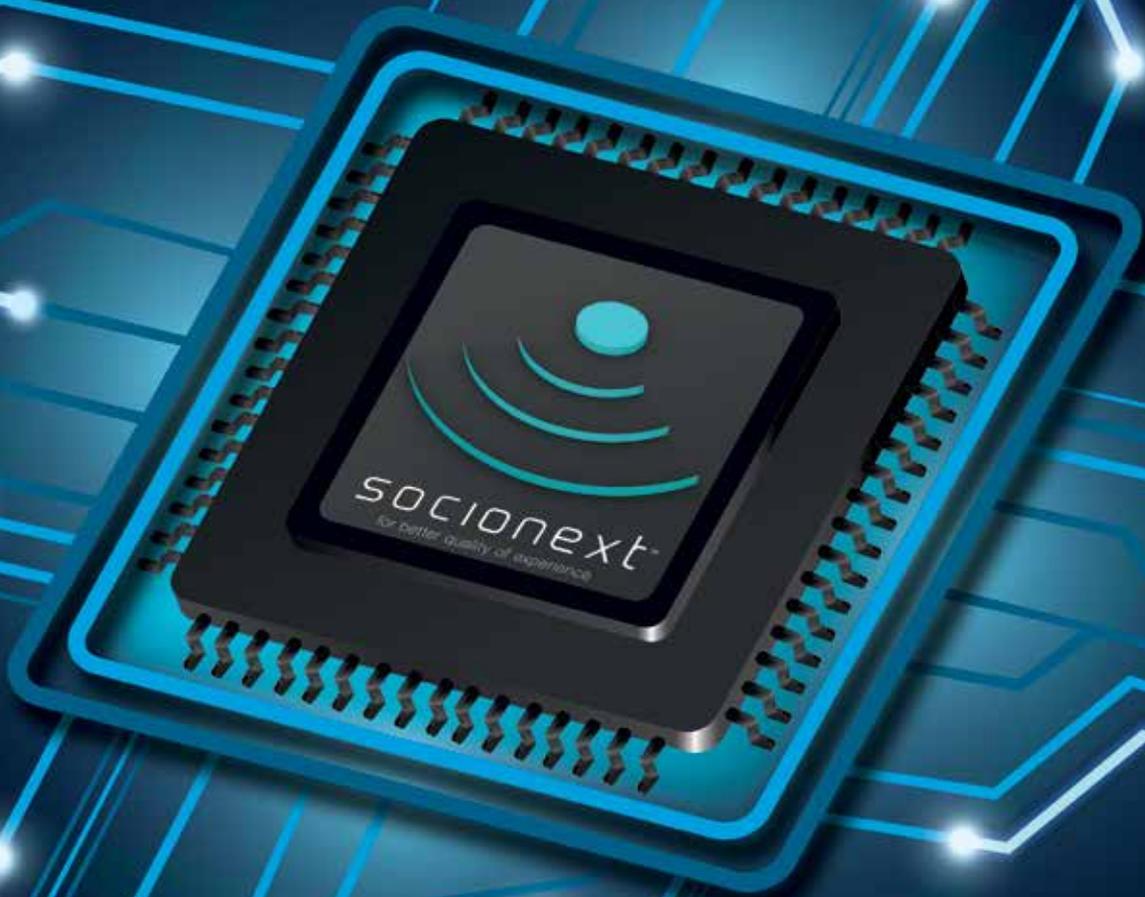
Bei der Funktionsprüfung eines Gerätes ist die Fehlerabdeckung besonders entscheidend. Ohne 100 prozentige Test-Fehlerabdeckung wird das Gerät verbleibendes Versagen aufweisen. Verbleibendes Versagen sind Geräte, die Fehler aufweisen, die

angewandten Prüfungen jedoch bestehen. Wird die oben erwähnte Bedingung „Feststecken“ nicht geprüft, beträgt die Fehlerabdeckung 98,96 Prozent. Ist das bei Ihrer kritischen Anwendung akzeptabel? Die Halbleiter-Prüfung ist ein nicht greifbarer Prozess – vom Konzept her einfach zu verstehen – technisch schwierig umzusetzen. Eine effektive Prüfung erfordert eine hohe Fehlerabdeckung und eine genaue Fehlermodellierung. Die Norm AS6171 fordert weitaus umfangreichere Prüfungen für Teile, die über den unabhängigen Vertrieb gekauft wurden. Dennoch wird sie selten befolgt. Die einzige Möglichkeit, eine 100 prozentige Garantie zu geben, dass ein Gerät gemäß seiner technischen Daten funktioniert, besteht darin, es mit den Prüfverfahren des Originalbauteilherstellers (OCM) zu prüfen. Doch selbst der einfachste MCU-Test, wie er von dem OCM ausgeführt wird, umfasst viele 100.000 Arbeitsstunden in der Entwicklung. Unabhängige Prüfinstitute können nicht darauf hoffen, diese komplexen Prüfverfahren wiederholen zu können. Oft werden nur partielle elektrische und/oder Funktionsprüfungen ausgeführt.

### Autorisierung als Kampf gegen Fälschung

Fertiggestellte Geräte, die von autorisierten Quellen gelagert und geliefert werden, kommen garantiert nur vom OCM und wurden nach den Empfehlungen des OCM gelagert. Diese Produkte bieten eine 100 prozentige Übereinstimmungsgarantie. Als lizenzierter Hersteller kann etwa Rochester Electronics auch die laufende Herstellung von veralteten Geräten anbieten. Mit einem funktionstüchtigen Chip hergestellt, werden diese Produkte mit den Prüfverfahren des OCM und in vielen Fällen mit der Original-Prüfausrüstung geprüft. Sie stimmen garantiert zu 100 Prozent mit der Original-Spezifikation überein. Das Unternehmen ist von dem OCM dazu berechtigt, seine Produkte mit der Original-Teilenummer und dem aktuellen Datumcode zu kennzeichnen. Viele dieser Geräte werden 20 Jahre nach der ursprünglichen Einstellung immer noch hergestellt. □

# SOCs, FPGAs, DSPs & SPEICHERTECHNOLOGIEN



## KUNDENSPEZIFISCHE ASICs

So beschleunigen spezifische SoCs  
optische und drahtlose Netzwerke Seite 32

TURBOBOOST FÜR ANWENDUNGEN

# So beschleunigen spezifische SoCs optische und drahtlose Netzwerke

Der Markt für optische Netzwerke, aber auch für die mobile Kommunikation wie 5G und 6G wächst von Jahr zu Jahr mit immer zahlreicheren Anwendungen und Benutzerkonten. Zusätzlich nehmen die Dienste und Datenmengen für Internet, soziale Medien, Chat- und Konferenz-Tools oder E-Commerce immer weiter zu. Video-Streaming und Virtual Reality weisen die größte Wachstumsrate aller Inhaltskategorien auf. Dies führt dazu, dass immer höhere Datenkapazitäten und Datenvolumen erforderlich sind, um diese Anforderungen zu erfüllen. Was ist zu tun?

TEXT: Tomislav Drenski, Socionext BILD: iStock, Kanpitcha Nonnittayanan; RO: iStock, kraisorn waipongsri

Um diesen Trends zu entsprechen, hat Socionext schon 2010 den weltweit ersten 100G kohärenten Transceiver ASIC auf den Markt gebracht. Dieser wurde angepasst und optimiert für Optische Transport Netzwerke (OTN) und beinhaltet IPs (Intellectual Properties) wie Analog Wandler, Digital Wandler (A/D-Wandler) und Serialisierer/Deserialisierer (SerDes) und einen kundenspezifischen Digitalen Signal Prozessor (DSP).

Andere Einsatzmöglichkeiten solcher optimierter und hochspezialisierter IPs sind im 5G oder zukünftig 6G Bereich. Durch Nutzung von neuesten Prozesstechnologien und dedizierter Schaltungs- und IC-Implementation, können schwer erzielbare Parameter wie Leistungsaufnahme, hoher Datenrate mit sehr niedriger Latenz-Laufzeit, hoher Auflösung/Dynamikbereich und geringer Chipgröße eingehalten werden und neuartige state-of-the-art hochflexible und preisgünstige Lösungen implementiert und produziert werden.

## Zukünftige Anwendungsfelder für 5G

Im 5G Basis Station Bereich eignen sich solche IPs z.B. für Digitale Front End (DFE) oder Aktive Antennen Einheiten (AAU). Für die DFE könnte eine neuartige, dedizierte Direkt-RF Architektur mit Multiband-Kommunikation zum Einsatz kommen. Diese benötigt schnelle, hocheffiziente A/D-Wandler IPs mit einer genügend großen Bandbreite, um das gegebene Frequenzband zu digitalisieren und einen DSP. Im Vergleich zur einer traditionellen (heterodynen) Lösung, verzichtet die Direkt-RF Lösung dabei auf Mischer-, Verstärker- oder Filter-Blöcke. Das vereinfacht das System immens, verringert die Anzahl der benötigten Komponenten und reduziert den Energieverbrauch. Die integrierte DSP-Einheit ermöglicht darüber hinaus intelligente Kompensations- und Optimierungsverfahren und eine flexible Bandbreite in einem digital selektierbaren Frequenzband, was den mobilen Netz-



werkausbau revolutionieren könnte. Für die AAU kann eine große Anzahl von A/D-Wandlern in ein ASIC mit geringem Stromverbrauch und Größe integriert werden, die zur Fokussierung (MIMO Beamforming) von Signalen auf Endgeräte benötigt wird.

## Absehbaren Trends begegnen

Da sich der Datenverkehr und die Datenraten in optischen Netzwerken fast alle 3 Jahre, und für Mobile Netzwerke alle 2 Jahre verdoppeln, müssen die verfügbaren Technologien diesem Trend Folge leisten und immer schnellere, bessere und wettbewerbsfähigere Lösungen finden. Dies zwingt Netzwerkbetreiber, Systemanbieter, Gerätehersteller und Chip-Hersteller dazu, neue Ideen zu finden, zeitgerecht zu implementieren und zu vermarkten. Socionext ist diesem Trend nachgekommen und hat innovative, hochleistungsfähige, energieeffiziente und flexible kundenspezifische ASICs für 200G-, 400G-, 800G- und Terabit Applikationen produziert, die in jeder Generation dem neuesten Stand der Technik entsprechen und bis heute weltweit marktführend sind. Socionext setzt dabei auf hochintegrierbare Standard CMOS Prozess Technologien, wie z.B. 28nm, 16nm bis zu 5nm, um eine hohe Integrierbarkeit, überlegene Performance-Fähigkeit und einen niedrigen Stromverbrauch, mit kleinem Platzbedarf zu garantieren.

## Innovative Ideen realisieren

Durch Selektierung der optimalen IPs, Technologie und individueller Optimierung entsprechend der Kundenwünsche und Spezifikation, werden dabei erstklassige, qualitativ

hochwertige und überlegene IC/ASIC-Lösungen geschaffen. Diese haben ein unschlagbares Preis-Leistungsverhältnis im Vergleich zum Aufbau von Systemen mit diskreten Bausteinen oder Baugruppen. Als ein Fabless-Unternehmen bietet der ASIC-Spezialist Socionext noch einen weiteren Vorteil von frei wählbaren Halbleiterherstellern mit unterschiedlichen Fertigungsprozessen, wobei die CMOS-Technologie sich am besten für die Massenproduktion eignet, da diese große und sehr komplexe Mixed-Signal-Designs ermöglicht.

Socionext besitzt patentierte und optimierte Schaltungs-, Layout- und Chip (IC)-Lösungen, die mit dem über viele Jahre hinweg erlangten Know-how den Kunden befähigen, eine Vielzahl von neuen Applikationen und Anwendungsgebiete erfolgreich zu vermarkten, die weit über Optische oder Mobile Netzwerk-Applikationen hinaus gehen.

## Zukunftsausblick

Benutzerdefinierte SoCs mit ultraschnellen A/D-Wandlern werden bei der Implementierung von neuen Technologien eine wichtige Rolle spielen. Dank der Investitionen von Socionext in diese Technologien ist das Unternehmen perfekt positioniert, um auf die neuesten Trends zu reagieren und mit maßgeschneiderten ASIC-Lösungen allen Anforderungen und zukünftigen Erwartungen gerecht zu werden. Dabei ist Socionext bestrebt, mit dem Kunden bei jedem Schritt - von der Ideensammlung, zur vorläufigen Spezifikation, bis zum finalen Produkt - zusammen zu arbeiten, um sicherzustellen, dass die bestmögliche und eine konkurrenzfähige Komplettlösung erzielt wird. □

COAXPRESS-2.0-SCHNITTSTELLENSTANDARDS

# HIGHSPEED BILDERFASSUNG

Mit Highspeed-CoaXPress-2.0 lässt sich die Bilderfassung bei der industriellen Bildverarbeitung beschleunigen und das Systemdesign sowie der -einsatz vereinfachen. Aktuelle Bausteine basieren auf der Zusammenarbeit von Microchip mit Branchengremien und Partnern, die damit Bilderfassungskarten und Kameras nach den neuen Spezifikationen erstellen.

TEXT: Microchip BILDER: Microchip; iStock, HT-Pix

Bis zur Ratifizierung des CoaXPress-2.0-Schnittstellenstandards mit 12,5 GBit/s im vergangenen Jahr hatten Bilderfassungslösungen für die industrielle Bildverarbeitung die Förderbänder als wesentliches Hindernis für einen schnelleren Durchsatz in Fertigungslinien abgelöst. Jetzt unternimmt Microchip Technology den nächsten Schritt, um das volle Potenzial von CoaXPress (CXP) in der Fertigung mit den ersten Single-Chip-PHY-Schnittstellen-ICs auszuschöpfen. Die Bausteine optimieren die Entwicklung von Bildverarbeitungssystemen, maximieren die Übertragungsgeschwindigkeit und vereinfachen damit die Abläufe in hochvolumigen Abfüllbetrieben, bei der Lebensmittel- und industriellen Inspektionen sowie in bildgebenden Anwendungen.

„Wir haben mit der Standardisierungsorganisation JIIA (Japan Industrial Imaging Association) und unseren Hauptkunden zusammengearbeitet, um unser Angebot rund um CXP zu optimieren, damit sich die Vorteile der Spezifikation in der Fertigung voll ausschöpfen lassen“, erklärte Matthias Kästner, Vice President der Automotive Infotainment Systems Business Unit des Unternehmens. „Unsere Übertragungslösungen mit geringer Latenz und niedrigem Stromverbrauch enthalten einen Equalizer, Kabeltreiber und Taktrückgewinnung in einem einzigen Chip, mit dem Hersteller von Kameras und Bilderfassungskarten schnelles, hochauflösendes Video und Steuerungssignale zusammen mit Strom über ein einziges Koaxialkabel bereitstellen können.“

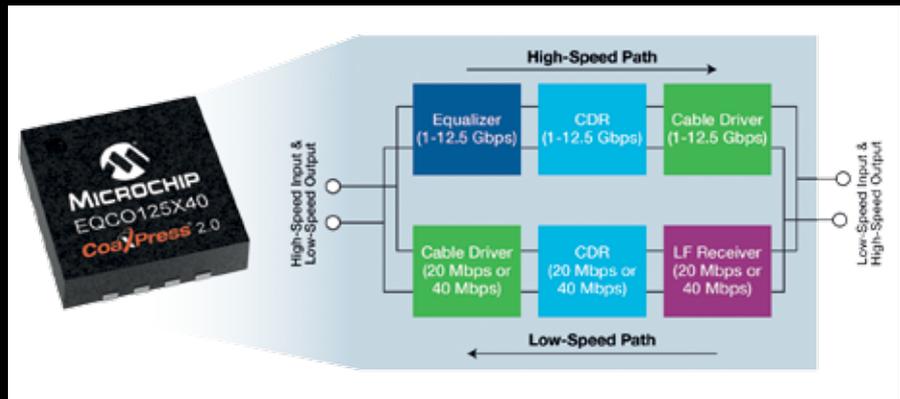
Die CoaXPress-Bausteine der Serie EQCO125X40 setzen als erste den CXP-2.0-Standard um – ausgehend von einem neuen abwärtskompatiblen Design, einer integrierten Taktrückgewinnung (CDR; Clock Data Recovery) bei allen Geschwindigkeitsstufen und einem kameraseitigen Taktgeber, um die Anforderungen realer Umgebungen zu erfüllen. Die Bausteine erhöhen den Datendurchsatz bei der Bildverarbeitung erheblich, indem Ka-

meras und Bilderfassungskarten 4- bis 8-mal schneller übertragen als andere Lösungen. Darüber hinaus ermöglichen die Bausteine die 4-fache Kabel-/Verbindungslänge bei einem viel geringeren Stromverbrauch und einer Latenzzeit nahe Null.

Die Serie erhöht auch die Designtoleranzen und die Flexibilität, indem alle Frequenzen bei jeder Geschwindigkeit (von CXP-1 bis CXP-12) nahtlos erfasst werden, was mehrere Kanäle überflüssig macht, da 12,5 GBit/s Bandbreite über ein einziges Kabel unterstützt werden. Breitere Verkabelungsoptionen stellen sicher, dass Systeme nach Bedarf installiert werden können, und der integrierte CDR verbessert die Jitter-Performance für das



Durch die kamerainterne NF-Takt-rückgewinnung muss kein separater Takt im FPGA programmiert werden.



von der Kamera an die Bilderfassungskarte gesendete Signal. Durch die kamerainterne NF-Taktrückgewinnung muss kein separater Takt im FPGA programmiert werden. Hinzu kommt eine integrierte Prüfung der Verbindungssignalintegrität, mit der das System die Integrität der Kabelverbindung vor und während des Betriebs in Echtzeit überprüft.

Für Hersteller von Bilderfassungskarten machen die CoaXPress-Bausteine es einfacher und kostengünstiger, robustere Produkte zu entwickeln, die Hersteller überall dort in der Fertigung einsetzen können, wo sie sie benötigen. Mit diesen Bausteinen lassen sich Qualitätstests vor dem Einrichten von Anlagen und von Kabelverbindungen in Echtzeit durchführen, um Nutzern robustere und umfassendere Lösungen zu bieten. Es besteht auch die Möglichkeit, über mehrere Kabel bis zu 50 GBit/s zu skalieren.

„Die neue CXP-12-Familie bietet unseren neuesten Produkten eine kompakte Single-Chip-Equalizer-Lösung mit einer geringen Anzahl an Bauelementen, mit der sich die CoaXPress-Spezifikation für Rückflussdämpfungen problemlos erfüllen lässt“, erklärte Chris Beynon, CTO bei Active Silicon. „Die Bausteine verfügen auch über eine elegante Funktion, mit der sich Leitungsmargen in Echtzeit testen lassen, um Alterung oder verschlissene Kabel zu erkennen, bevor im normalen Betrieb Bitfehler auftreten.“

Mit den CXP-ICs können Hersteller den gleichen Durchsatz über zwei Kamera- und Framegrabber-Ports erzielen wie bisher mit vier Ports. Die Bausteine können einen Echtzeit-Niederfrequenz-(NF-)Takt auf der Kameraseite abrufen, was eine genauere Signaltaktung ermöglicht. Auch ein Einsatz als Kabelverstärker ist möglich, um die Entfernungen zu verlängern, über

die sich Kameras miteinander verbinden lassen. Aufgrund ihres geringen Stromverbrauchs eignen sich die Bausteine auch für kleinere, leistungsfähigere Bilderfassungs-lösungen, die den Kundennutzen steigern und dennoch einfacher und kostengünstiger zu entwickeln sind.

„Mit den CXP-ICs unterstützen wir unsere Nachfrage nach einer Verdoppelung des Datendurchsatzes bei gleichbleibenden Systemkosten“, so Andre Jacobs, Director Marketing and Sales bei Adimec. „Die JIIA freut sich, dass jetzt stromsparende und hochleistungsfähige CoaXPress-2.0-Lösungen verfügbar sind, die der kürzlich veröffentlichte CoaXPress-2.0-Spezifikation entsprechen“, erklärte Sachio Kiura, Vorsitzender der Japan Industrial Imaging Association.

Neben Funktionen, die dazu beitragen sollen, die Einführung leistungsfähigerer und kostengünstigerer Bildverarbeitungslösungen in der industriellen Inspektion zu beschleunigen, erwartet der Anbieter, dass seine CoaXPress-2.0-Bausteine einen ebenso großen Einfluss auf Anwendungen wie Verkehrsüberwachung, Überwachung und Sicherheit, medizinische Inspektionssysteme und Embedded-Bildverarbeitungslösungen haben werden. Die Baureihe ist Teil eines umfangreichen Angebots, das die Anforderungen bei der Entwicklung von Gesamtsystemlösungen abdeckt. Dazu zählen auch die 12Gbit/s PolarFire FPGAs, die das CoaXPress-Protokoll mit minimalem Entwickleraufwand unterstützen und gleichzeitig eine Lösung mit geringem Stromverbrauch, niedriger Latenz und wenig Platzbedarf ermöglichen. Für die CoaXPress-2.0-Familie (Sender, Empfänger und Repeater) stehen Evaluierungsboards für die Entwicklungsarbeit zur Verfügung. Die CoaXPress-2.0-Serie umfasst einen kameraseitigen Sende-IC und drei Single-Chip-Transceiver. Jeder Baustein wird im 16-poligen QFN-Gehäuse (Quad-Flat No-Leads) ausgeliefert und ist abwärtskompatibel zur CoaXPress-1.1-Serie. □

FLASH-SPEICHER MIT FUNKTIONALER SICHERHEIT UND HOHER ZUVERLÄSSIGKEIT

# Datentresor

Die Produktion der Semper NOR-Flash-Speicher hat begonnen, damit sie in Automobil-, Kommunikations- und Industrieanwendungen zum Einsatz kommen können. Semper-Speicher erfüllen die Norm für die funktionale Sicherheit von Elektronik in Kraftfahrzeugen gemäß ISO 26262. Darüber hinaus entsprechen sie dem Standard IEC 61508 für industrielle Anwendungen. Bei der Semper-Baureihe handelt es sich um die ersten NOR-Flash-Speicher, die ASIL-B-konform und ASIL-D-fähig sind.

TEXT: RS Components BILD: iStock, robynmac

Die drahtlose 5G-Kommunikation der nächsten Generation wird mehr als das 20-fache der Bandbreite aktueller Netzwerke zur Verfügung stellen. Dadurch ermöglicht sie neue „always connected“-Anwendungen im industriellen IoT, in verbundenen und autonomen Fahrzeugen und tragbaren medizinischen Geräten. Um eine hohe Zuverlässigkeit, Bandbreite und Funktionalität zu erreichen, erfordern die SoCs und FPGAs von 5G-Funkgeräten und Basisstationen immer mehr Konfigurations- und Startcoden, die gespeichert und

schnell abgerufen werden müssen. Semper NOR-Flash-Speicher erfüllen diese Anforderungen. Sie zeichnen sich durch Dichten von bis zu 4 Gbit und JEDEC xSPI-kompatible Schnittstellen aus. Sie erweitern die maximale Datenbandbreite auf bis zu 400 MBit/s.

Durch ihre Zuverlässigkeit, ihre Leistungsmerkmale und die Lebensdauer von zehn Jahren eignen sich die Speicher ideal für Anwendungen, bei denen das unterbrechungsfreie Funktionieren oberste Priorität ist. Semper NOR-Speicher sind mit verschiedensten SoCs und FPGAs kompatibel. Die Semper-Reihe bietet eine Reihe von seriellen Schnittstellenoptionen mit niedriger Pin-Anzahl, darunter Legacy-SPI, DDR Quad SPI mit Datenraten von bis zu 102 MBit/s und JEDEC xSPI-kompatible HyperBus- und Octal-Schnittstellen mit Datenraten von bis zu 400 MBit/s. Mit XIP (eExecute In Place) können

Programme direkt aus dem Flash-Speicher heraus ausgeführt werden, sodass Quad-SPI-Transaktionen mit hoher Datenrate die Leistung paralleler oder asynchroner NOR-Speicher übertreffen können.

Durch die EnduraFlex-Architektur von Cypress können Systementwickler Semper-Speicher an spezifische Anwendungen anpassen und Partitionen definieren, um eine hohe Speicherdauer von bis zu 2,5 Millionen Zyklen oder eine lange Datenspeicherung von bis zu 25 Jahren zu gewährleisten.

Semper unterstützt SafeBoot, um Geräteinitialisierungsfehler und Konfigurationsbeschädigungen zu erkennen. ECC (Single Error Correction und Double Error Detection) wird auf dem Speicherray mit CRC-Schutz für Schnittstellen und Daten unterstützt. Semper NOR-Flash-Speicher sind AEC-Q100-zertifiziert und ihre Funktionsfähigkeit bei extremen Temperaturen von  $-40^{\circ}\text{C}$  bis  $+125^{\circ}\text{C}$  ist nachgewiesen. Die Betriebsspannung beträgt 3,0 V oder 1,8 V. Zu den Verpackungsoptionen gehören BGA mit 24 Kontakten, WSON mit 8 Kontakten und 16-polige SOIC. Cypress Semper NOR-Flash-Speicherprodukte sind unter anderem bei RS Components in EMEA-Region erhältlich. □

# DISPLAYTECHNIK & INTEGRATION

## ANZEIGEN- UND BEDIENSYSTEME FÜR ÜBERALL

**IP65-geschützte und intelligente Panel-PCs  
für universelle Anwendungen** Seite 38



IP65-GESCHÜTZTE UND INTELLIGENTE PANEL-PCs FÜR UNIVERSELLE ANWENDUNGEN

# Anzeige- und Bediensysteme für überall

Industrie und Medizintechnik verlangen Anzeige- und Bediensystemen so Einiges ab: IP-geschützt sollen sie sein, einfach einsetzbar mit Plug&Play und idealerweise auch noch mit hellster Anzeige und höchster Auflösung brillieren. Zudem sollen die Systeme auch noch langlebig und energiesparend sowie umweltfreundlich sein.

TEXT: Matthias Keller, Distec BILD: Distec, Fotograf: Tom Trenkle

Distec antwortet darauf mit den neuen Displays der POS-PRO-Serie. Die „intelligenten“ Displays sind sehr vielseitig und flexibel in verschiedensten Projekten einsetzbar. Besonders geeignet sind sie für den Einsatz in Automation, Medizintechnik, Industrie 4.0, Digital Signage, Vending, öffentlichem Verkehr, hochwertigen Lifestyle-Produkten, Heimautomation und Luftfahrt.

Die schlanken Touch-Displays bieten eine Smartphone-ähnliche Frontseite für optisch ansprechende Eingabesysteme und sind mit blickwinkelunabhängigen IPS- oder VA-Displays ausgestattet. Mit teilweise sehr hohen Helligkeiten von bis zu echten 1.300 cd/m<sup>2</sup> nach Touch und herausragender Brillanz lassen sie sich auch bei direkter Sonneneinstrahlung perfekt ablesen. Im Programm sind auch besonders hochauflösende Modelle mit 4K-UHD-Auflösung.

## Einfache Multitouch-Bedienung

Distecs CE-zertifizierte POS-PRO-Monitorserien sind anschlussfertige TFT-Komplettlösungen mit projiziert kapazitivem 10-Finger-Multitouch der neuesten Generation und 120 Hz Abtastrate. Rückseitig sind die Monitore in ein lasergeschweißtes Edelstahlgehäuse verbaut. Die Front ist ein aus dem Vollen gefräster Aluminiumrahmen mit robuster Pulverlackierung, die für bessere Haltbarkeit mit erhöhter Temperatur eingebrannt wird. Alle Modelle bieten frontseitig einen zertifizierten IP65-Schutz. Dadurch sind die 7 bis 17,3 Zoll großen Monitore besonders leicht zu reinigen und perfekt für den anspruchsvollen Einsatz zum Beispiel im industriellen und medizinischen Bereich bestens gerüstet.

Alle Touch-Screens lassen sich unter Wassereinfluss oder mit dicken Handschuhen bedienen. Eine Handballenerkennung ist ebenso integriert wie die Unterstützung von passiven Stiften und die Geräte bestehen mühelos anspruchsvolle EMV-Prüfungen. Distec passt die Touch-Screens optimal auf die jeweilige Anwendung an und erstellt bis zu 3 Parametersätze, die gleichzeitig in den Controller geladen und dann per GUI im laufenden Betrieb abgerufen werden können. So lassen sich beispielsweise ein dedizierter Handschuhmodus für sehr dicke Handschuhe, ein Normalmodus und ein spezieller Wassermodus implementieren. Das bietet maximale Flexibilität und Sicherheit.

## Vielseitigkeit und Schnittstellen

Sowohl Plug&Play-Anwender als auch Entwickler wissen die Vorteile der POS-PRO-Serien POS-RP-PRO, POS-IQ-PRO und POS-4K-PRO schnell zu schätzen. Das „RP“ der POS-RP-PRO-Serie steht für RaspberryPi. Hier kommt das langzeitverfügbare Compute-Module (CM3+) zum Einsatz. Es wird auf ein von Distec entwickeltes Baseboard gesteckt und passiv gekühlt. Damit wird garantiert, dass das SoC 24/7 über den gesamten Temperaturbereich mit maximaler Leistung arbeiten kann. Das Baseboard erweitert den RaspberryPi um unter anderem eine Echtzeituhr mit Pufferbatterie, Ethernet und einen Scaler mit zusätzlichem HDMI-Eingang, LVDS-Ausgang für ein Display, ein OSD-Keypad und Sensoren für zum Beispiel eine automatische Helligkeitsregelung in Abhängig-



keit des  
Umgebungs-  
lichts. Neben der Vielfalt an

direkt lauffähigen Community-Projekten für die RaspberryPi-Plattform, bietet das Unternehmen auch eigenentwickelte Lösungen an: Das VideoPoster ist ein robuster Video-Player mit diversen Komfortfunktionen und das WebPoster zeigt Webseiten in HTML 5 im Chromium Browser an. Viele der Projekte sind bereits OpenSource und als Quellcode verfügbar, so dass Kunden auch eigene Anpassungen vornehmen können. Neben Raspbian stehen auch andere Betriebssysteme wie Yocto Linux, Android (emteria.OS), Info-Beamer oder die Codesys-Plattform zur Verfügung. Grafisch ansprechende Bedienoberflächen lassen sich schnell und einfach mit Qt über Distecs Board Support Packages erstellen.

Wem die Leistung des RaspberryPi nicht ausreicht, der nutzt die POS-IQ-PRO-Serie. Hier kommt mit dem starken Pentium-N4200-Prozessor ein moderner x86-Chip von Intel zum Einsatz, der ein perfektes Preis-Leistungs-Verhältnis bietet. Distec stimmt auch bei dieser Plattform Firm-, Hard- und Software perfekt aufeinander ab. Ein BIOS mit optimal gesetzten Default-Werten, ein individuell abgestimmtes Betriebssystem und alle nötigen Treiber lassen nicht vermuten, dass ein PC im Einsatz ist. Die Monitore vermitteln das Bedingefühl eines modernen Smartphones oder Tablets. Für die Cybersicherheit sind Features wie Secure Boot, ein TPM2.0-Modul für eine Laufwerksverschlüsselung beispielsweise mit BitLocker und regelmäßige Sicherheitsupdates

Standard. Für eine noch detailliertere Bild Darstellung gibt es die POS-4K-PRO-Serie, die mit einer Auflösung von 3840 auf 2160 Pixeln daherkommt und den Inhalt von vier Full-HD Displays verlustfrei anzeigen kann.

## Antibakterielle Oberfläche

Auf berührungintensiven Oberflächen sammeln sich oft Bakterien, die ein Hygiene- und Gesundheitsrisiko darstellen können. Auf Projektbasis gibt es alle Displays der POS-PRO-Serien mit antibakteriell wirksamem Glas, das Bakterien selbst auf trockenen Oberflächen effizient und schnell abtötet. Dabei widersteht das Glas sowohl mechanischen als auch chemischen Einflüssen, ohne Einbußen bei den optischen Werten. Gerade in kritischen Bereichen wie bei Geld- und Ticketautomaten, Liftsteuerungen oder natürlich in Krankenhäusern lässt sich das Hygierisiko von Touch-Anwendung dadurch einfach und effektiv verringern.

## Reparierbarkeit und Langlebigkeit

Zum 1. März 2021 wird die neue EU-Ökodesign-Richtlinie in Kraft treten, die europaweit eine umweltgerechte Gestaltung „energieverbrauchsrelevanter Produkte“ festlegt. Die POS-PRO-Serien sind dafür bereits jetzt bestens gerüstet und bieten eine sehr gute Langzeitverfügbarkeit von Ersatzteilen sowie eine hohe Reparaturfreundlichkeit. Distec fertigt in Deutschland und legt großen Wert auf die ökologische Verträglichkeit der Produkte und der in der Produktion verwendeten Materialien. □

HOLOGRAFISCHE EINGABE MIT INFRAROT-TOUCH-TECHNOLOGIE

# Bitte nicht berühren!

Kennen Sie das Theremin? Das ist ein fast vergessenes Musikinstrument mit einer besonderen Eigenschaft: Man kann es ohne Berührung spielen. Genau das, die berührungslose Bedienung von Geräten und Maschinen, ermöglicht die hier vorgestellte Lösung.

TEXT: Rudolf Sosnowsky, Hy-Line BILDER: Hy-Line; iStock, ricochet64

Die aktuelle Situation lenkt das Interesse auf eine Bedienung von Geräten, die keinen direkten körperlichen Kontakt fordert. Einer Studie von UltraLeap, einem Hersteller berührungsloser Interfaces, zufolge hat die Akzeptanz von Touchscreens nachgelassen. Einen gewissen Komplexitätsgrad vorausgesetzt, also nicht dem des Näherungssensors eines Seifenspenders, bieten sich verschiedene Möglichkeiten hierfür an. Die holografische Eingabe arbeitet mit einem projizierten Hologramm und einem Infrarot-Touchscreen.

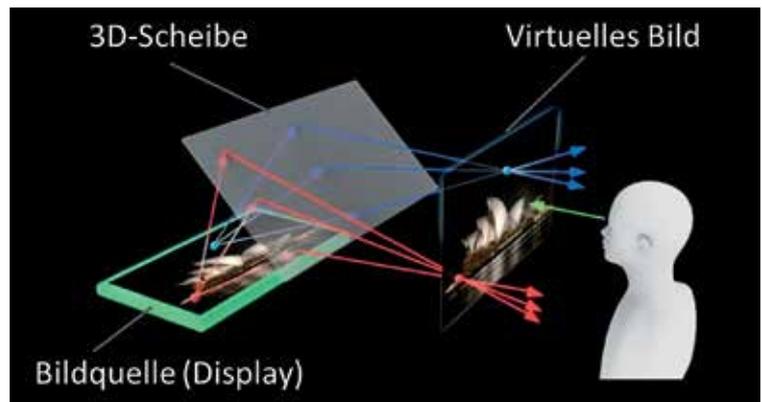
## Aufbau

Das System besteht aus zwei Teilen: einem Infrarot-Touchscreen neuer Technologie, der mit einem unsichtbaren IR-Vorhang Touchereignisse und Gesten erfasst, und einem Bild, das holografisch in die Luft projiziert wird. Im physikalischen Sinne handelt es sich bei der Darstellung des virtuellen Bildes nicht um ein Hologramm, da hier weder monochromatisches, kohärentes Licht verwendet wird, noch sich das Bild in Abhängigkeit vom Betrachtungswinkel präsentiert. Hier wird vielmehr eine spezielle Materialeigenschaft ausgenutzt, die die diffus ausgehenden Lichtstrahlen konvergent am Ort des virtuellen Bildes bündelt und so den Eindruck einer frei schwebenden Darstellung erzeugt. Dafür soll der Begriff "Holografie" verwendet werden.

## Infrarot-Touch-Technologie

Ein Infrarot-Sensor eignet sich hervorragend für die berührungslose Bedienung. Sie kann mit jedem Gegenstand erfolgen, der Licht reflektiert, also auch mit Schutzhandschuhen, Kreditkarten und Stiften. Selbst mit nassen oder schmutzigen





Funktionsprinzip des holografischen Displays.

Händen oder langen Fingernägeln ist eine Bedienung einfach. Zwischen Finger und Display befindet sich im Gegensatz zu anderen Touch-Technologien keine Schicht, die die Bildqualität optisch beeinträchtigt. Umgekehrt kann er auch, wenn das Display vor widrigen Umgebungsbedingungen und Vandalismus geschützt werden soll, mit entsprechendem Abstand zum Display montiert werden. Der Infrarot-Touchscreen neuer Technologie nutzt die Reflexion an in den Strahlengang eingebrachten Gegenständen, um mehrere Ereignisse gleichzeitig oder Gesten zu erkennen.

### 3D-Projektion

Das holografische Bild erscheint frei in der Luft stehend. Schlüsselement ist eine optische Platte, die das von der Quelle erzeugte Bild umlenkt und nach den Gesetzen der Optik projiziert. Ähnlich einem Head-up-Display im Auto sieht der Fahrer durch die Frontscheibe hindurch ein Bild, das ihm in Augmented Reality zusätzliche Informationen wie Geschwindigkeit, Verkehrszeichen und Navigationshinweise anzeigt. Die Aufmerksamkeit des Fahrers bleibt nach vorne auf die Straße und das virtuelle Bild gerichtet. Durch die entfernte Darstellung werden die Augen des Fahrers entlastet, die nicht zwischen nah – dem Blick auf die Instrumententafel – und fern – dem Blick auf die Straße – akkomodieren müssen. Das Bild selber wird von einem Display oder Projektor im Fußraum erzeugt und durch eine Linseneinheit auf die Frontscheibe projiziert, die in diesem Bereich teilreflektierend beschichtet ist.

Im vorliegenden System sieht der Aufbau ganz ähnlich aus. Durch die 3D-Platte entsteht ein virtuelles Bild, das

dem Anwender „greifbar“ nahe ist. Das virtuelle Bild entsteht an der Stelle, die den gleichen Abstand vom Spiegel hat wie das Display selbst. Montiert man nun an die Stelle der Bildebene einen Infrarotsensor, der die Bildfläche überblickt, kann man Touchereignisse und Gesten, die „in die Luft“ gezeichnet werden, erkennen und auswerten, ohne dass dazu eine Berührung von Teilen erforderlich ist.

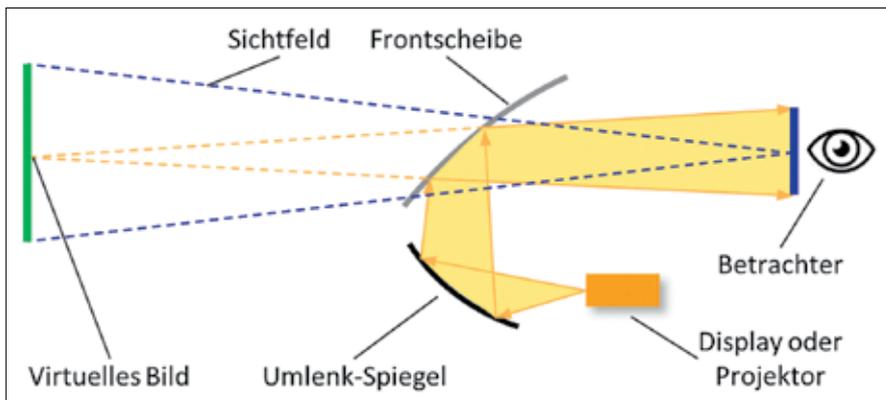
### Die holografische Projektion

Die Bildprojektion in der Luft, die auch als holografisches Display bezeichnet wird, ermöglicht es, das Bild eines

[www.display-elektronik.de](http://www.display-elektronik.de)

Display Elektronik GmbH · Am Rauner Graben 15 · D-63667 Nidda  
Tel. 060 43 - 98888-0 · Fax 060 43 - 98888-11

NEWSLETTER: [www.display-elektronik.de/newsletter.html](http://www.display-elektronik.de/newsletter.html)



Prinzipielle Funktionsweise des Head-up-Displays im Auto.

LCD-Bildschirms um 90 Grad vom Bildschirm weg zu projizieren. Das resultierende Bild scheint frei im Raum stehend auf einem unsichtbaren Bildschirm zu schweben. Das vom Display ausgehende Licht wird durch eine spezielle Holografieplatte, die aus mehreren Schichten von Mikrosiegeln besteht, umgelenkt. Die Platte steht in einem Winkel von 45 Grad im Strahlengang und lenkt das von der Anzeige ausgehende Licht um weitere 45 Grad um. Die divergenten Lichtstrahlen konvergieren dabei an einem Ort, wodurch das schwebende Bild erzeugt wird. Die Größe der Platte bestimmt dabei den maximalen Abstand und die Größe des Bildes.

Da es eine feste Winkelbeziehung zwischen dem Display, der Projektionsplatte und dem Endbild gibt, bestimmt die Installationsgeometrie von Display und Projektionsplatte die Ausrichtung des virtuellen Bildes. In der Praxis gibt es zwei gebräuchliche Einbausituationen eines Projektionssystems. Ein vertikales Bild wird von einem horizontal montiertem Display und einer 45-Grad-Platte abgebildet, während eine horizontale Projektionsplatte ein um 45 Grad geneigtes Bild erzeugt.

## Der holografische Bildschirm als User Interface

Das Graphische User Interface (GUI) sollte wie bei allen Touch-Anwendungen ergonomisch auf die Umstände der Bedienung angepasst werden. Während mit der Maus feinfühligere Bewegungen durchgeführt werden können, da sie auf einer Oberfläche bewegt wird, ist ein Stift bis zur Berührung der Oberfläche in drei Dimensionen beweglich. Bei der holografischen Bedienung fehlt jedoch die Haptik einer Oberfläche völlig, so dass auch nach Berühren einer Schaltfläche die Hand völlig frei geführt werden muss. Filigrane Strukturen lassen sich daher speziell von ungeübten Gelegenheitsanwendern schlecht bedienen. Auch der Einsatz von Gesten sollte mit Bedacht gewählt werden, um nicht versehentlich während des Zugriffs auf ein Element durch seitlichen Versatz eine Bedingeste auszulösen. Zudem erleichtern die Infrarot-Sensoren durch Parametrierbarkeit die holografischen Eingaben.

## Anwendungen

Wo möchte man gerade nicht unbedingt in Körperkontakt mit einem Gerät treten! Prädestiniert für kontaktlose Anwendungen sind Orte und Geräte, die von vielen Menschen verwendet werden. In der Öffentlichkeit sind dies Aufzugsteuerungen. Diese sind zwar häufig in Edelstahl ausgeführt, um leicht zu reinigen und resistent gegenüber Vandalismus zu sein, erlauben aber doch die Ansammlung von Bakterien und Keimen. Ein anderes Beispiel ist das Bedienterminal in einem Self-Service-Restaurant. Die den Speisen und Getränken zugeordneten Nummern können auf einer virtuellen Tastatur eingegeben werden. Die virtuelle Darstellung auf einem Display ermöglicht auch eine Änderungen des Inhalts oder sogar Staffellung in mehrere Menüebenen – Hauptspeisen, Nachspeisen, Getränke. Im medizinischen Umfeld kann die Technologie dort ihre Stärken ausspielen, wo Aktionen von Personen durchgeführt werden müssen, die ansonsten steril arbeiten.

## Fazit

Die Kombination eines in die Luft projizierten, virtuellen Bildes mit einem berührungslos arbeitenden Touch-Sensor bietet ein großes Potential, wenn es um die Vermeidung der Übertragung von Viren und Bakterien durch direkten Kontakt geht. Bedienelemente an öffentlichen Plätzen wie Aufzugsteuerungen und Automaten fallen damit als Multiplikatoren weg. Mit überschaubarem technischem Aufwand lässt sich ein System erstellen, das sicher in der Funktion und einfach zu bedienen ist und dabei optimale Hygienebedingungen gewährleistet. Konstrukteur und Designer gewinnen Freiheitsgrade, weil die Touchfunktion unabhängig von der Bildquelle ist. Dem Anwender erschließt sich die Bedienung unmittelbar, da er wie gewohnt Icons und Eingabefelder „anfassen“. Hinzu kommt, dass die Bedienung mit jedem Gegenstand, der den Strahlengang unterbricht, möglich ist. Herausforderungen stellen Vandalismus und Verschmutzung der holografischen Platte dar und auch eine gewisse Bautiefe muss berücksichtigt werden. □



WAS BEDEUTET DAS EIGENTLICH?

# Direct-LED, QLED oder OLED?

Die Displaytechnik entwickelt sich stetig weiter. Technologien wie Direct-LED, QLED und OLED sind aktuell auf dem Markt, andere wie Plasma- oder LCD gehören der Vergangenheit. 3D- und Curved-Displays haben den Durchbruch nie geschafft. Deshalb haben wir für Sie zusammengetragen, was sich hinter den Begriffen Direct-LED, QLED und OLED verbirgt.

TEXT: Bernhard Haluschak, E&E

Standard

## Direct-LED

Einfache LED-Displays werden in der Regel vom Bildschirmrand (Edge-LED) her beleuchtet und bietet deshalb nicht deutlich mehr Kontrast wie ein LCD. Mehr Kontrastfähigkeit schafft die Direct-LED-Technologie. Dabei sind die Leuchtdioden über das gesamte rückwärtige Panel gleichmäßig verteilt. Sie sorgen auf diese Art für eine konstante Ausleuchtung mit hohen Helligkeitswerten. In Verbindung mit der Local-Dimming-Technologie, lassen sich sogar separate Bildschirmbereiche unterschiedlich hell beleuchtet. Das hat zur Folge, dass zwischen dunklen und hellen Bildpartien ein besserer Kontrast möglich ist, als bei normalen LED-Panels. Die Schwarzwerte sind deutlich intensiver und dadurch erhält das Displaybild viel mehr realistische Tiefe.

Nano-Technik

## QLED

Ein QLED-Display ist mit einer sogenannten Quantum Dot Hintergrundbeleuchtung ausgestattet. Bei dieser Technologie verbergen sich hinter dem LCD-Panel eine Schicht kleiner Nano-Kristalle - die Quantum Dots. Jeder dieser kleinen Kristall-Dots emittiert entweder rotes, grünes oder blaues Licht, wenn es von der Hintergrundbeleuchtung angestrahlt wird. Dieses Licht wird dann zu den gleichfarbigen Bildschirmpixel des Panels weitergeleitet. Ein QLED-Display kann den gesamten Farbraum nahezu korrekt, linear und mit hoher Brillanz wiedergeben. Durch das große Farbvolumen kann die Quantum-Dot-Technik auch bei sehr hellen Bildern noch satte Farben und einen ordentlichen Schwarzwert bei einem guten Betrachtungswinkel liefern.

High-End-Technologie

## OLED

Die Technik eines OLED-Displays beruht auf selbstleuchtende Dioden. Dagegen benötigen LED- und QLED-Displays sogenannte Backlights als Lichtquelle. Die Organischen Leuchtdioden lassen sich über eine Schaltmatrix einzeln ansteuern. Dies ermöglicht bei der Bilddarstellung echte Schwarzwerte, da die OLEDs einzeln abgeschaltet werden können. Darüber hinaus liefern diese Displays sehr hohe Farbreinheit und Bildqualität bei einem breiten Betrachtungswinkel. Durch die schnellen Reaktionszeiten lassen sich scharfe Bewegtbilder in sehr guter Bildqualität problemlos wiedergeben. Zudem sind OLED-Displays besonders schlank und energieeffizient. Sie lassen einfach entsorgen und sie hinterlassen weniger Schadstoffe als die LCD-Panels.



IN FÜNF SCHRITTEN ZUM OPTIMALEN PCB-DESIGN

# Auf die Plätze, fertig, los

Früher waren Leiterplatten nur ein Mittel, um Bauteile zu befestigen und elektrisch zu verbinden. Daher kommt auch der heute noch verwendete Begriff Aufbau und Verbindungstechnik. Aber mit steigender Innovation in der Elektronik hat sich die Leiterplatte vom Schaltungsträger zu einem komplexen, technologisch anspruchsvollen Bauteil gewandelt. Um heute den vielseitigen physikalischen Anforderungen wie Signalintegrität, stabile Stromversorgung, thermische Belastbarkeit und Zuverlässigkeit der Baugruppe gerecht zu werden, gehört umfassendes Wissen aus unterschiedlichen Disziplinen zum Alltag eines Leiterplatten-Designers.

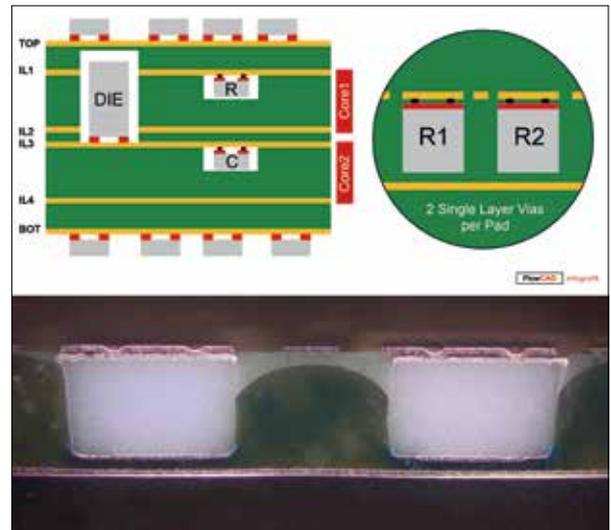
TEXT: FlowCAD BILDER: FlowCAD; iStock, helen\_tosh

Es gibt mehrere Schritte, die dabei helfen, zielgerichtet das Herzstück einer elektrischen Baugruppe – die Leiterplatte – zu gestalten. Fünf Schritte lohnen sich besonders hervorgehoben zu werden, da sie den größten Unterschied zu vergangenen Methoden bei der Entwicklung von gedruckten Schaltungen darstellen. Diese Schritte werden im Folgenden genauer beschrieben.

## Lagenaufbau

Mit dem richtigen Lagenaufbau steht und fällt der Erfolg des Designs. Der Lagenaufbau beschreibt, aus welchen Materialien die einzelnen Schichten einer Multilayer Leiterplatte aufgebaut sind. Die Lagen bestehen aus Kupferfolien und FR-4 Isolationsmaterial jeweils mit einer unterschiedlichen Höhe und elektrischen

Eigenschaften. Sollen beispielsweise Kabelverbindungen zwischen zwei Platinen ersetzt werden, so kann dies über starr-flexible Leiterplatten erfolgen, bei denen die flexiblen Bereiche die Kabel ersetzen. Bauteile lassen sich als Embedded Components in die Leiterplatte vergraben, und so wird der Platzbedarf reduziert und die Zuverlässigkeit gesteigert. Über die Oberflächenbeschaffen-



Lagenaufbau und Schliff eines Embedded-Widerstands mit zwei Single Layer Vias pro Pad.

heit der Kupferlagen und die Abstände zwischen den einzelnen Lagen lassen sich Impedanzen für High-Speed Datenübertragung einstellen und für Hochstromanwendungen kann Kupfer in größeren Dicken in der Leiterplatte verlegt werden.

All diese Aspekte können nicht losgelöst voneinander betrachtet werden. Nicht alle Materialien sind miteinander kombinierbar und nicht jeder Leiterplattenhersteller hat alle Materialien auf Lager. Hier empfiehlt sich vor Beginn des Projekts ein technologischer Austausch mit dem Leiterplattenhersteller, der die Platine später fertigt. Auch bei besonderen Anforderungen oder hohen Stückzahlen lohnt sich ein Gespräch direkt mit dem Leiterplattenhersteller über Optimierungspotential bei der Materialauswahl oder Nutzenaufteilung. Es können Lagenaufbauten für die technischen Anforderungen hinsichtlich Kosten und Fertigungstechnologien optimiert werden.

Für Kleinserien und mittlere Ansprüche gibt es von Leiterplattenherstellern, wie z. B. Würth Elektronik, auf deren Webseiten kostenfrei etliche Vorlagen (Stackup-Templates) für einen Lagenaufbau aus Standardmaterialien zum Download, beispielsweise für das OrCAD Datenformat. In diesen Tem-

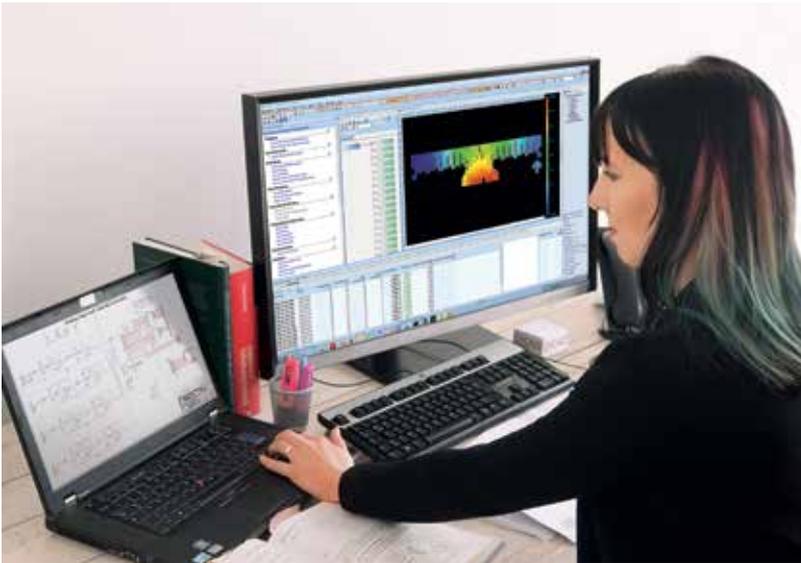
plates sind die Materialeigenschaften und Schichthöhen bereits spezifiziert, und die Standardisierung reduziert die technischen Rückfragen und ermöglicht kurze Lieferzeiten. Wenn die Leiterplatten für Impedanzen ausgelegt werden, nutzen Leiterplattenhersteller häufig Messgeräte von Polar Instruments, um die Platinen später zu testen. Die Lagenaufbauten werden mit den dazugehörigen Leiterbahnbreiten mit einer Software von Polar berechnet, die auch nicht öffentliche, anlagenspezifische Parameter, wie beispielsweise Unterätzung, berücksichtigt. Über das neutrale Austauschformat IPC-2581 können Leiterplattenhersteller dem Designer die Vorgaben für das Layout elektronisch übermitteln, so dass die Regeln mit Materialeigenschaften einfach in das PCB Layout Tool eingelesen werden können.

## Bibliothek

Früher wurde eine Bibliothek von Symbolen und Footprints angelegt, um die Schaltpläne und Kupferstrukturen für wiederkehrende Bauteile schneller zu zeichnen. Heute sollten diese geometrischen Elemente auch mit einem 3D Modell des Bauteils und den Metadaten in einer Datenbank miteinander verknüpft sein. Mit 3D-Informationen können moderne Layouttools eine 3D-Ansicht

erzeugen und mögliche Kollisionen mit Gehäuseteilen oder anderen Leiterplatten bereits virtuell erkannt werden.

Über diese Datenbank kann der Entwickler schnell seine Bauteile für die Schaltung selektieren und dabei nach Parametern filtern, wie zum Beispiel elektrischen Eigenschaften, Kosten, Lagerbestand, Freigaben (UL, RoHS, REACH) und potentiellen Risiken für eine Bauteilabkündigung oder verlängerte Lieferzeiten und Allokation. Bauteildatenbanken sind heute bereits häufig mit den kaufmännischen Warenwirtschaftssystemen, aber auch mit externen Informationsplattformen verknüpft. So können die Änderungsmitteilungen (PCN, Product Change Notification), die Bauteilhersteller bei jeder Änderung veröffentlichen, elektronisch ausgewertet werden. Gravierende Änderungen führen dann zu einer neuen Sachnummer für das Bauteil. Über die Stücklisten kann auch zugeordnet werden, welches Bibliotheksbauteil in welchem Produkt verbaut wurde, und wo es zu einer Rückrufaktion oder zu einem Redesign kommen muss. Über die verschiedenen Workflows lassen sich neue Bauteile, Freigabeprozesse und Änderungen auf mehrere Personen kontrolliert verteilen und mit ERP, PLM oder einer Warenwirtschaftssoftware integrieren.



Gerade bei den steigenden Anforderungen wie Bauraum, EMV, Leistung und Zuverlässigkeit helfen Simulationen weiter und ermöglichen bessere Lösungen.

## Schaltplan erfassen und kritische Bereiche simulieren

Der Zeitaufwand und die Kosten, einen Prototyp zu erstellen und mit bemusterten Bauteilen zu messen, erfordern auch hier geänderte Entwicklungsmethoden. So wie im mechanischen Design komplexe Crashtests von Automobilen virtuell simuliert werden können, ist es möglich, Teilaspekte der elektrischen Baugruppe bereits im Entwicklungsstadium zu simulieren. Analoge Schaltungselemente und parasitäre Eigenschaften wie Induktivitäten, Kopplungen und Kapazitäten lassen sich mit der Software PSpice simulieren.

Der Sonderfall der Datenübertragung von Signalen mit sehr steilen Flanken stellt hohe Ansprüche an die Signalintegrität. Durch Modelle oder Extraktionen des Layouts lassen sich Impedanzsprünge und Übersprechen sehr genau simulieren. Hier kommen spezielle Solver zum Einsatz, die für die Schnittstellen wie PCI Express oder DDR4-Speicher alle Parameter berücksichtigen, die in einer Compliance-Messung erforderlich sind.

Niedrigere Versorgungsspannungen ermöglichen eine längere Batterielebensdauer, machen aber die Stabilität von Stromversorgungen auf der Leiterplatte sehr schwierig. Mit einem Power Tree können alle Elemente in einem Versorgungssystem bereits im Stromlaufplan erfasst und die Leistung für Zweige des Systems richtig dimensioniert werden. Sobald das Layout erstellt wird, lassen sich physikalische Eigenschaften und die Platzierung von Verbrauchern und Abblockkondensatoren in einer Power-Integritätssimulation analysieren und optimieren. In der Simulation können sowohl die Wechselwirkung der Stromdichte und Eigenerwärmung bis zum eingeschwungenen Zustand, aber auch unterschiedliche Umgebungstemperaturen und maximal zulässige Temperaturen innerhalb von Bauteilen berücksichtigt werden. Designs, die robust für Signalintegrität und Power-Integrität ausgelegt wurden, sind auch deutlich weniger anfällig für elektromagnetische Störungen. Durch die virtuelle Kontrolle und Optimierung kommt es zu weniger Versuchen im EMV-Labor und zu weniger Redesigns.

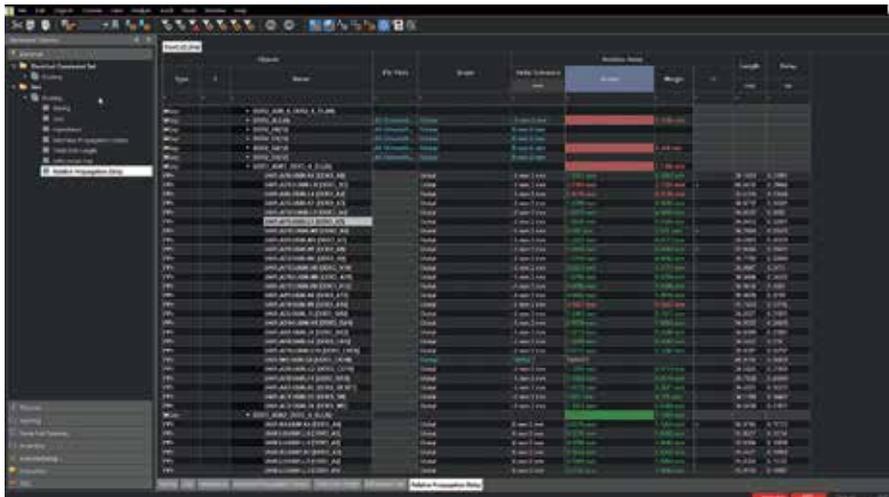
den zu beachtenden Regeln sind heute keine Seltenheit und können ohne Softwareunterstützung nicht mehr effizient umgesetzt werden. Moderne Layout-Systeme verfügen über einen Constraint Manager mit integriertem Design Rule Check. Designregeln lassen sich den Elementen einer Baugruppe, wie Bauteile, Verbindungsnetze oder Kupferflächen, zuweisen. Wichtig ist hier die Granularität des Constraint Managers, um gezielt Spezialfälle und Ausnahmen von generellen Regeln zu spezifizieren und beim Design-Review zu verifizieren.

## Constraint Manager

Darüber hinaus können komplexe Regelsätze, z. B. für eine DDR3-Speichertopologie, in der Bibliothek gespeichert werden. Wenn eine solche Topologie verwendet werden soll, dann kann der Regelsatz mit hunderten von Details zugewiesen werden und es werden alle Regeln wie Impedanzen, minimale und maximale Leitungslängen, die Anzahl von Durchkontaktierungen oder die maximale Anzahl von Lagenwechseln zugeordnet. Durch die Zuordnung weiß der PCB Editor von den Regeln und kann diese während des Routens mit dem Layout abgleichen. Verstößt der Designer gegen eine Regel, wird er durch eine Fehlermarkierung ähnlich der Rechtschreibkorrektur in der Text-

Die Zahl der zu beachtenden Designregeln steigt kontinuierlich in rasantem Tempo. Leiterplattendesigns mit tausenden

46  
INDUSTR.com



Constraint Manager mit unterschiedlichen Kategorien für Regeln und DRC Verletzungen (rot)

verarbeitung in Echtzeit auf den Verstoß hingewiesen. Der Designer kann sofort reagieren und den Fehler beheben, oder erst seinen Gedanken zu Ende routen und im Anschluss die Fehler gezielt abarbeiten.

### DFM Checks, Bestücker und Testverfahren

Früher war es üblich, dass ein PCB Layout als Gerber Filme ausgegeben und anschließend beim Leiterplattenhersteller in der CAM-Abteilung die Daten auf Fertigbarkeit geprüft wurden. Womöglich hat der Leiterplattenhersteller das Design dann geringfügig verändert, damit er es ätzen konnte. Das war soweit in Ordnung, wie es nur um Aufbau und Verbindungstechnik ging. Bei miniaturisierten oder Impedanz kontrollierten Baugruppen sind die Toleranzen bereits vom Layouter ausgeschöpft, so dass in der CAM-Abteilung ohne Kenntnis der Funktion das Layout nicht mehr geändert werden darf.

Um kostspielige und zeitaufwendige Iterationen zu vermeiden sind heute CAM-Checks im OrCAD und Allegro PCB Editor möglich. Über ein kostenfreies DFM-Portal von Cadence können Leiterplattendesigner bei Herstellern

die maschinenspezifischen DFM-Regeln abhängig von ihren Anforderungen erfragen. Die Leiterplattenhersteller haben in ihrer Ansicht des Portals die Möglichkeit, die Maschinenparameter einzugeben und einen elektronischen Regelsatz als Technologiefiler für den PCB Editor zu exportieren. Als Antwort bekommt der Layouter einen DFM-Regelsatz, der in den PCB Editor importiert werden kann. Jetzt können ähnlich dem Constraint Manager auch die Regeln für die Fertigung, wie z. B. minimaler Abstand von Bauteilen zur Board-Kontur, in Echtzeit beim Layouten geprüft werden. Durch das Einlesen eines zweiten Regelsatzes kann sichergestellt werden, dass diese Leiterplatte auch bei einem zweiten Lieferanten als Second Source gefertigt werden kann.

Die Entwicklung von Leiterplatten ist im Wandel von der Entflechtung von bedrahteten Schaltungen zu hochkomplexen, gedruckten Schaltungen. Durch die Miniaturisierung, Leistungssteigerung und höhere Übertragungsraten spielen die parasitären Effekte eine immer größere Rolle. Die Leiterplatte wandelt sich vom Verbindungsträger zu einem elektrischen Bauteil mit geplanter Kapazität, Impedanz und HF-Strukturen als IoT-Antenne. □



# PCB SPECIALS

**Plangenaun  
Punktgenau  
Innovativ**

## → Exklusivität

Kompetenz  
in exotischen Materialien

## → Leistungsstärke

Leiterplatten und Kupfer-  
schichten in extremen Stärken

## → Präzision

Minimalste  
mechanische Toleranzen

**Spezialisten für  
bahnbrechende  
Leiterplatten**



**Becker & Müller  
Schaltungsdruck GmbH**

Tel.: +49 (0)7832 9180-0

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

# Die etwas andere Kommunikation

Im Verlauf der vergangenen Jahrzehnte ist die Infrastruktur unserer Kommunikationsnetzwerke in zunehmendem Maße von einem IP-basierten Ansatz abhängig geworden, und das hat die unterschiedlichsten Vorteile mit sich gebracht. In jüngster Zeit sind allerdings neue Faktoren hinzugekommen und das bedeutet, dass dieser Ansatz bei der zukünftigen Entwicklung nicht mehr uneingeschränkt weiterverfolgt werden kann.

**TEXT:** John Grant, Vorsitzender von ISG NIN, ETSI **BILDER:** iStock, arthobbit; iStock, fatesun

Die Einführung der TCP/IP-Protokollfamilie in den 70ern hat die Grundlage für den Aufbau des Internets geschaffen. Damals wurde das TCP für die Datenübertragung und damit die Zerlegung der Nachrichten in einzelne Pakete, die Übertragung zum Empfänger und die erneute Zusammensetzung genutzt. Das IP wiederum sorgte für die Weiterleitung und die Adressierung der Nachrichten. Bei der ursprünglichen Konzeption dieser Protokollfamilie sowie bei den meisten der in den vergangenen Jahren vorgenommenen Iterationen gingen die Entwickler davon aus, dass Endpunkte einen festen Standort haben und Verbindungen unverändert bestehen bleiben. Das ist allerdings kaum mehr der Fall. Heute sind Endpunkte mobil und Verbindungen können (mithilfe unterschiedlicher Zugangstechnologien für einzelne Sitzungen und entsprechenden Handover-Verfahren) unterbrochen und wiederhergestellt werden. Die unglaublich hohe Anzahl an Netzwerkverbindungen, die derzeit eingerichtet werden, sowie die begrenzten Ressourcen zahlreicher Endpunkte haben ebenfalls erhebliche Auswirkungen.

Die Prognosen in Bezug auf die Größe des Internet of Things (IoT) weisen verständlicherweise starke Schwankungen auf, doch sind sich Branchenexperten einig, dass dieses Netz mehrere Milliarden Knoten umfassen wird. Das Analysenunternehmen IDC erwartet beispielsweise, dass bis 2025 rund 42 Milliarden Knoten genutzt und diese bis zu 80 Zettabyte an Daten generieren werden. Außerdem führt das Streaming von Videoinhalten und die Verwendung von AR/VR-Apps für eine erweiterte und virtuelle Realität zu einem drastischen Anstieg der Datenvolumen, die von Verbrauchern und privaten Nutzern abgerufen werden. Bei der Übertragung darf es unter keinen Umständen zu Verzögerungen kommen, um eine

Beeinträchtigung des Nutzererlebnisses zu vermeiden. Anwendungsfälle aus dem Industry-4.0-Bereich an die Telemedizin oder aus dem Bereich der intelligenten Landwirtschaft auf autonome Fahrzeuge beanspruchen jeweils spezifische Formen der Mobilität, Kapazität, Latenz, Sicherheit, Leistungsaufnahme und Servicequalität (QoS), die allesamt den TCP/IP-basierten Netzwerkansatz in Frage stellen. Dieses Protokoll wurde nicht für derartige Anforderungen entwickelt und der Versuch einer Nachbesserung wird die grundlegenden Probleme kaum beheben.

## Das Problem mit TCP/IP

Die moderne Kommunikation hat eine Reihe von Mängeln zutage gefördert, die mit der Einführung der neuen 5G-Online Dienste nicht mehr zu übersehen sind. Für das 4G-Netz war das Ende-zu-Ende-IP durchaus eine geeignete Strategie (zur Abdeckung des Zugangs und des Kernnetzes), doch lässt sich diese Strategie einfach nicht auf das 5G-Zeitalter übertragen. Aufgrund der strengen Auflagen, die für verschiedene Typen von Netzwerk-Hardware gelten in Bezug auf Stückkosten, Leistungsbudget usw. wird die Einbindung der TCP/IP-Stacks und die damit einhergehende komplexe Verwaltung nur schwer zu rechtfertigen sein. Dies gilt insbesondere in einem mobilfunkbasierten IoT-Kontext, in dem die Integration einer solchen Funktion in alle bestehenden Knoten eine deutliche



Zunahme der Komplexität des gesamten Netzwerks darstellt und erhebliche Auswirkungen auf die wirtschaftliche Lebensfähigkeit des Systems haben wird. Bei anderen Anwendungsszenarien werden Bedenken hinsichtlich einer Verwendung des TCP/IP mit Bezug auf die Mobilität und die Latenz geltend gemacht. Die taktile Rückmeldung bei Industrierobotern und bei ferngesteuerter Chirurgie sowie die hohe Reaktionsgeschwindigkeit fahrerloser Fahrzeuge erfordert deterministische und äußerst zuverlässige Datenströme. Außerdem darf die Anfälligkeit von TCP/IP gegenüber DoS-Angriffen (Denial of Service) nicht übersehen werden. Die Überarbeitung der Protokollfamilie hat zwar zu einer Verbesserung der Sicherheitsfunktionen geführt, doch gleichzeitig die entsprechenden Kosten erhöht.

Für eine optimale Bereitstellung der neuen Datendienste und die gleichzeitige Reduzierung der projizierten Kapitalinvestitionen und der Ausgaben für den laufenden Betrieb, ohne dabei das Problem der Latenz und der Sicherheit aus dem Blick zu verlieren, bedarf es eines anderen, rationelleren Ansatzes. Aus diesem Grund steigt das Interesse an NIN-Technologien

(Non-IP Networking) in ganz erheblichem Maße. Es gibt bereits alternative Protokolle, die bei einer Verwendung anstelle von TCP/IP zu einer Steigerung der Netzwerkleistung führen und die Verwaltung des Datenverkehrs verbessern könnten, von der Aussicht auf eine automatisierte Netzwerkkonfiguration und -optimierung einmal ganz abgesehen. Diese Protokolle stützen sich nicht auf die Nutzerebene, wie dies bei TCP/IP der Fall war, sondern verlagern wichtige Prozesse auf die Steuerungsebene, darunter die Verwaltung der Informationen über den Paketempfänger, die die Adressen in den Paket-Headern überflüssig machen. Funktionen, wie die Adressübersetzung und die Header-Komprimierung werden nicht länger Pflicht sein auch wenn sie in einigen Szenarien immer noch aufgerufen werden und das erleichtert die Mobilität. In einem IoT-Szenario führt dies dazu, dass der Verarbeitungsaufwand entsprechend sinkt. Das wiederum bewirkt eine erhebliche Verringerung der Energieressourcenbeanspruchung, sodass die Akkus an den Knoten länger halten. Ein weiterer Vorteil ergibt sich aus sicherheitstechnischer Sicht, da der Verzicht auf TCP/IP die Bedrohung durch Cyberangriffe stark mindert.

### Mögliche Protokolle

Jedes potenzielle NIN-Protokoll hat seine eigenen relativen Vorteile und inhärenten Beschränkungen. Im Folgenden möchten wir einige dieser Vorteile und Beschränkungen benennen. Wie bereits in LTE-Netzwerken können NAS-Protokolle (Non-Access Stratum) auch in 5G-Netzwerken für die



Non-IP Networking ermöglicht die Einführung neuer Formen des Paket routings und wird einem umfangreichen Querschnitt unterschiedlichster Industriezweige Vorteile bringen.

Non-IP-basierte Datenübertragung verwendet werden, insbesondere bei der Übertragung kleinerer Datenmengen. Außerdem können die Datenpakete bestehende Verschlüsselungsmechanismen nutzen und damit die Netzwerksicherheit erhöhen. Bei dem derzeit in der Entwicklung befindlichen Flexi-link-Protokoll enthält der Paket-Header ein Label, das in der Routingtabelle als Index fungiert. Das macht die Weiterleitung von Datenpaketen erheblich einfacher. Alle anderen Informationen entsprechen somit Steuerungsmeldungen, die nur noch ein einziges Mal für den gesamten Datenfluss und nicht mehr für jedes einzelne Paket gesendet werden müssen. Auf diese Weise ist bei gleichzeitiger Aufrechterhaltung eines deterministischen Betriebs viel weniger Bandbreite erforderlich. Des Weiteren arbeiten derzeit eine Reihe akademischer Institute an RINA-Projekten (Recursive Inter-Network Architecture). Im Vergleich zu TCP/IP verringert dieses Protokoll den Routingaufwand und weckt im Zusammenhang mit Servicequalität (QoS), Sicherheit und Mobilität besonderes Interesse.

### Regelwerk für die Normung

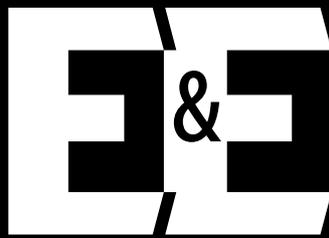
Die industrieweite Konsistenz ist für Non-IP Networking von ausschlaggebender Bedeutung; nur so kann eine Abhängigkeit von proprietären Lösungen vermieden und eine anbieterübergreifende Interoperabilität gefördert werden. Außerdem muss die Möglichkeit einer Arbeit mit bestehenden Infrastrukturen gewährleistet sein. All dies verlangt eine detaillierte und sorgfältig definierte Normierung. Ende 2019 hat ETSI die Industry Specification Group (ISG) ins Leben gerufen, die sich ganz der kontinuierlichen Entwicklung von NIN-Normen und der Untersuchung von Protokollen widmet, die als effektive Alternativen für die lange Zeit genutzte TCP/IP-Protokollfamilie eingesetzt werden könnten. Die ISG hat sich zum Ziel gesetzt, in den kommenden 12-14 Monaten ein Testbed bereitzu-

stellen. Anschließend werden die ISG Spezifikationen für diese Protokolle definiert, die den oben erwähnten Anforderungen in Bezug auf Latenz, Mobilität, Sicherheit und Datenvolumen Rechnung tragen und gleichzeitig die volle Abwärtskompatibilität gewährleisten. Eines der wichtigsten Ziele im Hinblick auf diesen letzten Punkt ist die Formulierung eines flexiblen Adressierungsmodells, das sowohl für IP- als auch für Non-IP-Knoten geeignet ist. Auf Flexi-link aufsetzende Prototypen sind bereits in Betrieb und haben ihre Interoperabilität mit bestehenden TCP/IP-Infrastrukturen unter Beweis gestellt. Die Arbeit der ISG NIN wird zunächst in privaten Mobilfunknetzen für die Fabrikautomatisierung und Prozesssteuerungsaufgaben zur Anwendung kommen, wobei langfristig die Ausweitung auf andere Bereiche geplant ist.

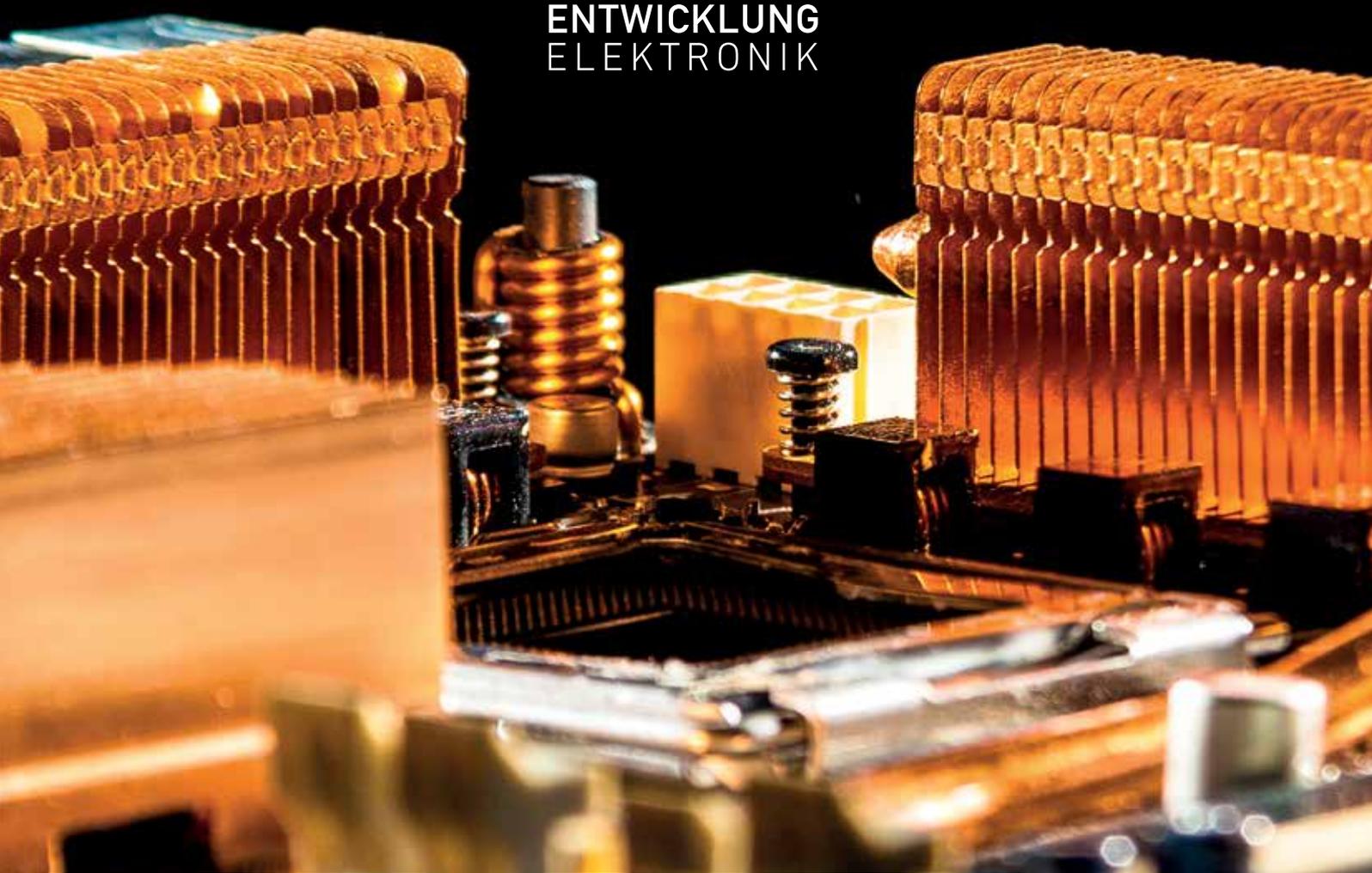
### Fazit

Die Einsatzregeln haben sich geändert und es ist offensichtlich, dass TCP/IP aufgrund der hohen Ressourcenbeanspruchung keine Lösung für die Zukunft ist. Die immer weiter steigende Anzahl von Anwendungsfällen erfordert andere Methoden. TCP/IP wurde in einer Zeit entwickelt, in der die Techniker von einem festen Standort für jeden Netzwerk-Endpunkt ausgingen und die übertragenen Daten weniger zeitkritisch und von geringerem Umfang waren.

Non-IP Networking ermöglicht die Einführung neuer Formen des Paket routings und wird einem umfangreichen Querschnitt unterschiedlichster Industriezweige mit Sicherheit zahlreiche Vorteile bringen, während gleichzeitig die erforderlichen Kapazitäten für die Verwaltung des TCP/IP-Datenverkehrs für bestehende Anwendungen bereitstehen müssen. Der Übergang zur neuen Technologie wird also nur marginale Auswirkungen haben. □



ENTWICKLUNG  
ELEKTRONIK



# LEISTUNGSELEKTRONIK-GUIDE

BILD: ISTOCK, CALYPTE

## COOLE ELEKTRONIK

Leistungselektronik  
richtig kühlen ..... S. 52

## ZUVERLÄSSIGE ENERGIEQUELLE

Stromversorgung  
in Deutschland ..... S. 56

## STABILE LEISTUNGSELEKTRONIK

Störungsfreie Energieversorgung  
für mobile Geräte ..... S. 58

## FIRMENPROFIL

Hy-Line ..... S. 62

## FIRMENPROFIL

Mitsubishi Electric ..... S. 63

## FIRMENPROFIL

Rogers Germany ..... S. 64

## FIRMENPROFIL

Semikron International ..... S. 65

**publish  
industry  
verlag**

DAS RICHTIGE KÜHLKONZEPT FÜR DIE LEISTUNGSELEKTRONIK FINDEN

# AKTIVE KÜHLUNG

Die Lebensdauer und eine langlebige Zuverlässigkeit von elektronischen Bauteilen oder einer kompletten Funktionseinheit, ist im Wesentlichen von deren Wärmemanagement abhängig, da jede elektronische Komponente einen Teil der elektrischen Leistung in Wärmeleistung umwandelt. Aufgrund der ständig zunehmenden Bauteilminiaturisierung, der Größe und des damit verbundenen Anstieges der Verlustleistungsdichte, gewinnt das thermische Management elektronischer Bauteile mehr und mehr an Bedeutung.

TEXT: Dipl. Physik Ing. Jürgen Harpain, Fischer Elektronik BILDER: Fischer Elektronik; iStock, no\_limit\_pictures

Elektronische Halbleitersbauelemente, wie etwa Leistungshalbleiter und Prozessoren, reagieren bekanntermaßen sehr empfindlich auf zu hohe Betriebstemperaturen. Die Temperaturkontrolle der Elektronikbausteine in einem vom Hersteller vorgegebenen Temperaturfenster, ist zwingend erforderlich, um Fehlfunktionen der Bauteile oder einer gesamten Baugruppe, im Worst-Case-Szenario einen thermisch verursachten Totschaden, zu vermeiden. In den meisten elektrischen Anlagen bzw. beim Einsatz von Elektronik, werden die gewünschten Funktionen

durch Steuerung des Stromflusses in den Bauelementen erreicht. Fließt der Strom durch ein Bauteil, so entsteht aufgrund der Ladungsbewegungen ein elektrischer Widerstand und somit Wärme. Nimmt der Strom zu, so wird mehr Wärme produziert, fließt der Strom permanent, so wird gleichfalls die Wärme andauernd erzeugt. Um diesem Wärmeaufkommen entgegen zu wirken, muss ein effizienter Weg zur Wärmeabfuhr gefunden werden. Dieses ist allerdings angesichts steigender Leistungsdichten bei gleichzeitiger Bauteilgrößenreduzierung nicht immer ganz einfach und stellt die Anwender häufig

vor das Problem ein passendes Entwärmungskonzept auszuwählen. Grundsätzlich existieren hierfür verschiedenartige Systeme, welche gemäß physikalischen Wirkprinzipien anhand der natürlichen und erzwungenen Konvektion, aber auch mittels Flüssigkeiten, funktionieren. Die Auswahl eines für die



Applikation  
passenden Ent-  
wärmungskon-  
zepts, sollte an Hand  
verschiedener Parameter abgewogen  
und ausgewählt werden. Neben den  
thermischen Erfordernissen zur benö-  
tigten Wärmeabfuhr, sollten gleichfalls  
auch besondere Anforderungen zum  
Verfügung stehenden Einbauraum und  
den damit verbunden Platzverhältnis-  
sen eine Berücksichtigung finden. In  
der Praxis ermöglicht die überschlags-  
mäßige Berechnung des thermischen  
Widerstandes, eine einfache und grobe

Vorauswahl geeigneter Entwärmungs-  
lösungen. Der thermische Widerstand  
(Wärmewiderstand) berechnet sich aus  
der Temperaturdifferenz zwischen der  
maximalen Bauteiltemperatur und der  
Applikationsumgebung sowie der ma-  
ximalen abzuführenden Verlustleistung  
des elektronischen Bauteils gemäß Da-  
tenblatt. Anhand des so berechneten  
Wertes besteht für den Anwender die  
Möglichkeit, in den Herstellerkatalogen  
für Entwärmungskomponenten eine  
grobe Vorauswahl zu treffen. Wichtiger  
ist allerdings für den Anwender anhand  
des errechneten Wärmewiderstandes  
die Erkenntnis, ob er zur Lösung seines  
Wärmeproblems eine passive, eine akti-  
ve oder eine Entwärmung mittels Flüs-  
sigkeiten einsetzen muss.

### Entwärmung per Luftströmung

Etliche kundenspezifische Entwär-  
mungsaufgaben werden durch die be-

kannten Strangkühlkörper aus Alumi-  
nium gelöst. Strangkühlkörper, auch als  
Extrusionskühlkörper bezeichnet, sind  
in der Praxis die am häufigsten eingesetz-  
te Methode zur Bauteilentwärmung und  
basieren auf dem Wirkprinzip der freien  
Konvektion. Steigen allerdings die abzu-  
führenden Verlustleistungen, so steigen  
gleichfalls die geometrischen Abmes-  
sungen sowie das Gewicht des notwen-  
digen Kühlkörpers. Ab einem gewissen  
Punkt, welcher durch die thermischen  
Randbedingungen hervorgerufen wird,  
treten allerdings die Strangkühlkörper  
und das damit verbundene Wirkprin-  
zip an die Leistungsgrenze des mach-  
baren. Sicherlich könnte nun in diesem  
Fall einfach ein Kühlkörper mit einem  
Lüftermotor versehen werden, was si-  
cherlich die Wärmeableitung je nach  
Luftgeschwindigkeit und Luftvolumen  
steigert, letztendlich aber nur ein Behelf  
darstellt, da die zur Verfügung stehende  
Luftmenge nicht gerichtet ist und somit



Effiziente Hohlrippenlüfteraggregate sind überaus sinnvoll einzusetzen, wenn es darum geht größere Wärmemengen an die Umgebung abzuleiten.

nur eine geringe Oberfläche als effektive Wärmetauschfläche zur Verfügung steht. Für die Wärmeableitung größerer Verlustleistungen, bei denen die freie Konvektion nicht ausreichend, die geometrischen Abmessungen oder das Gewicht eines Kühlkörpers unpassend für die jeweilige Applikation erscheint, ist der Einsatz einer erzwungenen Konvektion mittels Lüftermotoren oftmals erforderlich und notwendig.

Sogenannte Lüfteraggregate sind in der Leistungselektronik erprobt und liefern sehr effiziente Entwärmungslösungen auf Basis der erzwungenen Konvektion. Grundsätzlich wird bei allen Lüfteraggregaten eine durch Lüftermotoren erzeugte starke Luftströmung durch eine Wärmetauschstruktur in gerichteter Form geleitet. Die eingesetzten Lüftermotoren sind jeweils auf das Basisprofil und dessen geometrischen Aufbau der Wärmetauschflächen in puncto Leistungsdaten, wie Luftgeschwindigkeit und -volumen, abgestimmt und dadurch sehr wirkungsvoll. Die Produktgruppe der Lüfteraggregate beinhaltet neben Segment-, Kühlkörper-, Hohlrippen- und Hochleistungslüfteraggregaten die erwähnenswerten Miniaturlüfteragg-

gregate. Diese werden per Strangpressverfahren hergestellt und bestehen aus einem als Rohr ausgeformten Basisprofil mit innenliegenden Rippen.

Der umlaufende Basisrahmen dient als Halbleitermontagefläche, worüber die Verlustwärme des Bauteils aufgenommen und diese an die innen liegende Kühlrippenstruktur bzw. an die innere Luft der Kammerstruktur abgeleitet wird. Der verwendete axiale Lüftermotor saugt die kältere Luft aus der Umgebung an und drückt diese in Richtung der innen liegenden Rippen durch die Kanalstruktur. Nach diesem Wirkprinzip ist in Summe eine deutlich größere Wärmemenge auf kleinstem Raum an die Umgebung abzuführen. Der kompakte Aufbau von Miniaturlüfteraggregaten ermöglicht ebenfalls eine direkte Montage beziehungsweise Entwärmung von elektronischen Bauteilen auf der Leiterkarte. Eine schnelle und sichere Montage der Halbleiter erfolgt mittels eingebrachter Befestigungsgewinde oder einem speziellen Nutsystem mit dazugehörigen Einrasttransistorhaltefedern.

Für weitere Performancesteigerungen der Wärmeabfuhr größerer Wärmemengen,

sind die noch effizienteren Hohlrippenlüfteraggregate zu nennen. Diese besitzen ein- oder doppelseitige optimal angepasste Halbleitermontageflächen, welche für eine gute Wärmespreizung innerhalb des Grundaufbaus sorgen, aber auch gleichzeitig als Montagefläche für die zu entwärmenden elektronischen Komponenten dienen. Der Grundaufbau wird durch ein stranggepresstes U-förmiges Basisprofil gebildet, welche auf der Innenseite eine spezielle ausgeformte Einpressgeometrie beinhaltet. In diese Geometrie werden zur Erzeugung einer Kanalstruktur besondere Hohlrippen aus Aluminium mit Hilfe von speziellen Werkzeugen, formschlüssig, mechanisch und wärmeleitend eingepresst.

Die Hohlrippen sind aus fertigungstechnischen Gesichtspunkten mit einer glatten oder gewellten Oberflächenstruktur erhältlich. Die gewellten, kannelierten Hohlrippen, bewirken allerdings eine bessere Wirkungsgradverbesserung, da im Luftkanal des Aggregates eine mehr turbulente Luftströmung bzw. Luftverwirbelung erzielt wird. Hierdurch ist ein deutlich besserer Wärmeübergang von den einzelnen Rippen zur vorbeiströmenden Luft gegeben. In Summe lie-



Elektro-Automatik



Gelötete Hochleistungslamellenlüfteraggregate liefern aufgrund ihrer Herstellungsweise eine kompakte Bauweise und dichter Wärmetauschstruktur in Wabenform.

fern Hohlrippenlüfteraggregate mit ihren unterschiedlichen Features eine sehr gute thermische Performance.

Hochleistungslamellenlüfteraggregate bilden eine weitere Untergruppe der Lüfteraggregate und zeichnen sich durch ihre kompakte und sehr wirkungsvolle Wärmetauschstruktur als Besonderheit aus. Zusammengesetzte Einzelteile aus Aluminium, welche einen geschlossenen Tubus formen, bilden den mechanischen Aufbau der Lamellenaggregate. Die im inneren Luftkanal liegenden Stegplatten werden mit einer wabenförmigen Wärmetauschstruktur bestückt und massive Aluminiumblöcke werden zu Montageplatten zusammengefügt. Die so entstandene Gesamtkonstruktion wird nun in einem weiteren speziellen Arbeitsschritt hartgelötet und ist somit mechanisch, als auch wärmetechnisch, bestens miteinander verbunden. Innerhalb des Gesamtsystems wird die Verlustwärme über die Montageplatten aufgenommen und über die einzelnen Zwischenstege an die innenliegende Wabenstruktur weitergeleitet sowie letztendlich an die durchströmende Luft abgegeben. Hochleistungslamellenlüfteraggregate besitzen aufgrund deren Herstellungsverfahren eine deut-

lich dichtere und damit größere Wärmetauschfläche, was oft in Verbindung mit Diagonallüftermotoren zu einer Performancesteigerung gegenüber anderen aktiven Systemen führt.

Eine weitere Besonderheit aus dem Bereich der Lüfteraggregate ist durch die sogenannten Segmentlüfteraggregate gegeben. Bei diesem Aggregataufbau werden sowohl geviertelte Kreissegmente (Strangpressprofile), als auch abschnittsweise Längselemente mit innenliegenden Rippen so zusammengebaut, dass die vom angeschraubten Lüftermotor erzeugte Luftströmung, gerichtet durch diesen Rippentunnel führt. Die eigentliche Bauteilmontage erfolgt auf den jeweiligen Abschnittsegmenten, die in ihrer Länge variabel, je nach Bauteilgröße und Kundenwunsch, angepasst werden können. Darüber hinaus sind die einzelnen zusammengestellten Abschnitte voneinander elektrisch und thermisch zu isolieren. Die mechanische Stabilität der zusammengesetzten Einzelsegmente erfolgt durch zwei Endplatten, welche gleichfalls eine dedizierte Befestigung der Lüftermotoren ermöglichen, die über isolierte Gewindestangen miteinander gehalten und gespannt werden. □



ZEITSPAREND  
EFFIZIENT



EA-PSB 10060-1000 4U 30kW

## LÖSUNGEN VON EA BRINGEN SIE AUF DIE ÜBERHOLSPUR

Produkt-Highlight EA-PSB 10000: bidirektional, regenerativ und Autoranging-Funktion. 30kW Leistung auf 4 HE, erweiterbar im Parallelbetrieb auf bis zu 2 MW.

Unsere Features für schnelleres Testen:

- Höchste Leistungsdichte im Markt
- Netzurückspeisung mit bis zu 95 % Wirkungsgrad
- Übergangloser Wechsel zwischen Quelle- und Senkenbetrieb
- Vollständig steuer- und regelbar, digital und manuell
- Geeignet für echte Batteriesimulation mittels Software EA Battery Simulator

THE **BATTERY** SHOW

EUROPE 2020

Besuchen Sie uns!

Stand 1-1060

14.-16.10.2020

## ZUVERLÄSSIGE STROMVERSORGUNG

# Konstante Energiequelle

Die Stromversorgung in Deutschland wird nachhaltiger und klimaschonender und ist dabei sehr zuverlässig. Vor allem Netzbetreiber engagieren sich dafür rund um die Uhr.

TEXT: VDE FNN BILDER: VDE FNN; iStock, deepblue4you



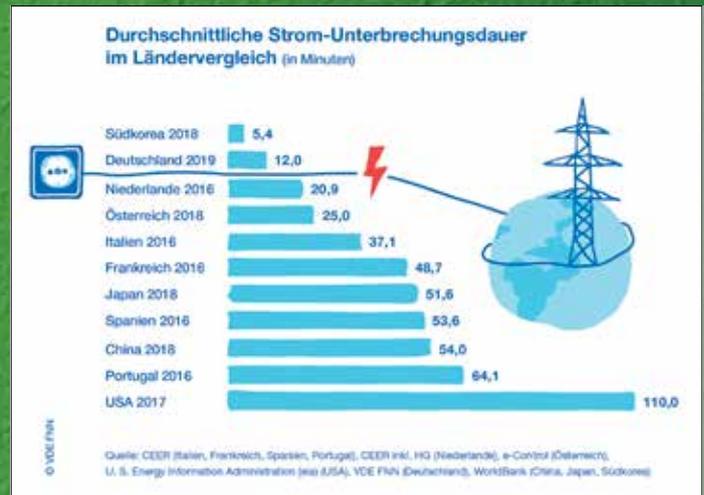
Dass sich der hohe Aufwand im Netzbetrieb lohnt und erfolgreich ist, belegt die neue VDE FNN Störungs- und Verfügbarkeitsstatistik 2019: Über ganz Deutschland gerechnet, musste ein Stromkunde im Jahr 2019 nur 12,0 Minuten ohne Strom auskommen (2018: 13,3 Minuten). Damit war jeder Haushalt zu über 99,997 Prozent versorgt. Von einem Stromausfall betroffen zu sein, war vergleichsweise gering: Drei von vier Kunden haben im gesamten Jahr 2019 keine Unterbrechung erfahren.

Besonders wichtig für Industrie und Gewerbe: Im Jahr 2019 haben die Ereignisse, die zu Spannungseinbrüchen führten, nicht zugenommen. Zu solchen Störungen zählen etwa Kurzschlüsse. Zum Hintergrund: Die eingesetzten Geräte und Anlagen

reagieren teilweise sensibel auf kleinste Spannungsschwankungen, da immer mehr empfindliche Bauteile und Steuerungen bei den Stromempfängern eingesetzt werden.

Hohe Versorgungszuverlässigkeit durch großen Aufwand der Netzbetreiber: Netzbetreiber leisten einen enormen Aufwand, um die Netze in den zulässigen Grenzen von Frequenz, Spannung und Leitungsbelastung zu betreiben. Die Anforderungen dabei steigen durch den Umbau auf erneuerbare Energien und unter anderem dem dadurch notwendigen Stromtransport über weite Strecken: Da der Netzausbau nicht so schnell möglich ist, entstehen vermehrt Engpässe im Netzbetrieb, die die Netzbetreiber beheben

Ein deutscher Stromkunde war 2019 durchschnittlich nur 12 Minuten ohne Strom. Um diese hohe Versorgungszuverlässigkeit sicherzustellen, müssen Netzbetreiber mit enormem Aufwand netzstabilisierende Maßnahmen ergreifen.



müssen. Heike Kerber, Geschäftsführerin Forum Netztechnik/Netzbetrieb (VDE FNN), sagt: „Ziel ist eine gleichbleibend hohe Zuverlässigkeit der Stromversorgung. Bisher kann sich diese sehen lassen. Allerdings dürfen wir uns darauf nicht ausruhen. Deshalb leisten Netzbetreiber großen Aufwand, um dieses Gut aufrechtzuerhalten.“ Beispielsweise nutzen Betreiber die Mög-

lichkeiten im Betrieb, etwa die höhere Auslastung von Freileitungen bei entsprechenden Wetterbedingungen. 2018 konnten Netzbetreiber durch Engpässe rund 3,5 Prozent des Jahres-Bruttostromverbrauchs nicht wie geplant einspeisen lassen. Die Entschädigungen, die Netzbetreiber an die Anlagenbetreiber zahlten, lagen 2018 im hohen dreistelligen Millionenbereich. □

# TRACO POWER

Reliable. Available. Now.

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

## Wert neu definiert Neue DC/DC Wandler Tiefer Preis + Zuverlässigkeit

Traco Power führt Low-Power-Serie mit kostenoptimiertem Design ein. Entwickelt für kostenkritische und hochvolumige Anwendungen.



- TSR 1E: 1 A**
- Nicht isoliert (POL)
  - Geregelt



- TEA & TBA: 1 – 2 W**
- Isoliert
  - Ungeregelt



- TEC: 2 – 3 W**
- Isoliert
  - Geregelt
  - Weiter Eingang



OPTIMIERUNG HOCHEFFIZIENTER LEISTUNGSELEKTRONIK

# Störungsfreie Energieversorgung bitte

Für Entwickler, die ein batteriebetriebenes oder verteiltes Stromversorgungssystem implementieren, stellt sich oft die Frage, ob ein Low-Drop-Out (LDO)-Regler oder ein Schaltregler verwendet werden soll.

TEXT: Digi-Key BILDER: Analog Devices; iStock, StudioM1

## Schaltregler

bieten einen höheren Wirkungsgrad, der vor allem bei batteriebetriebenen Produkten immer gut ist. Der wichtigste Kompromiss ist die EMI durch die schnellen Schalttransistoren der Stromversorgung - ein Problem, das bei hoch integrierten und kompakten Designs zunehmend problematisch sein kann.

Eingangs- und Ausgangsfilterschaltungen mildern die Auswirkungen von EMI, aber sie erhöhen enorm die Kosten, den Platzbedarf und die Komplexität der Schaltung. Diese vielen Probleme werden durch eine neue Generation von integrierten, modularen Schaltreglern gelöst, die verschiedenen eingebauten Technologien zur Begrenzung beziehungsweise Reduzierung der EMI bieten, ohne die Leistung oder Effizienz des Reglers zu beeinträchtigen.

## Dieser Artikel

beschreibt kurz die Vorteile von Schaltreglern in tragbaren Designs und die Bedeutung von Filterschaltungen. Anschließend werden Beispiele von Schaltreglern mit integrierten EMI-Filtern von Allegro Microsystems, Analog Devices und Maxim Integrated vorgestellt, und wie sie zur Vereinfachung der Leistungsversorgung eingesetzt werden können.

## Warum Schaltregler in tragbaren Designs verwenden?

Hoher Wirkungsgrad, geringe Verlustleistung, welche das Wärmemanagement erleichtert und hohe Leistungsdichte sind die Hauptgründe für die Wahl eines Schaltreglers anstelle eines LDOs. Der Wirkungsgrad kommerzieller Schaltreglermodule, d.h. die Ausgangsleistung/Eingangsleistung x 100,

liegt über den größten Teil des Lastbereichs typischerweise bei 90 bis 95 Prozent; weit besser als der eines entsprechenden LDOs. Darüber hinaus sind Schaltregler flexibler als LDOs, da sie in der Lage sind, Spannungen zu erhöhen, abzusenken "Buck" und zu invertieren.

Das Herzstück eines Schaltreglers ist ein PWM-Schaltelement, das aus einem oder zwei Metalloxid-Halbleiter-Feldeffekttransistoren (MOSFETs) besteht, die mit einer oder zwei Induktivitäten zur Energiespeicherung gepaart sind. Die Betriebs-

## Forcierte Entwärmung

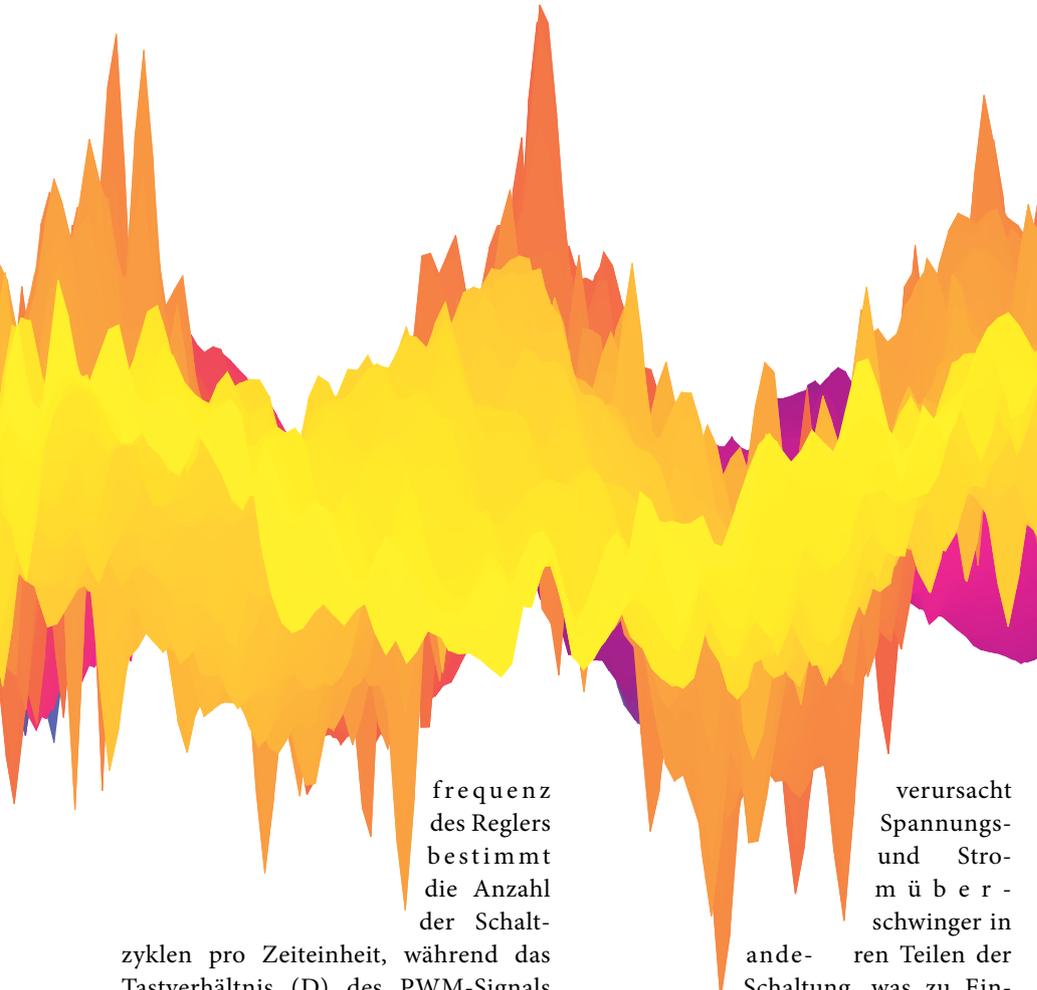
- verschiedenartige Lüfteraggregate zur Abfuhr hoher Verlustleistungen
- kompakter Aufbau und homogene Wärmeverteilung
- exakt plangefräste Halbleitermontageflächen
- Sonderlösungen nach Ihren Vorgaben



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

Fischer Elektronik GmbH & Co. KG

Nottebohmstraße 28  
 58511 Lüdenscheid  
 DEUTSCHLAND  
 Telefon +49 2351 435-0  
 Telefax +49 2351 45754  
 E-mail [info@fischerelektronik.de](mailto:info@fischerelektronik.de)



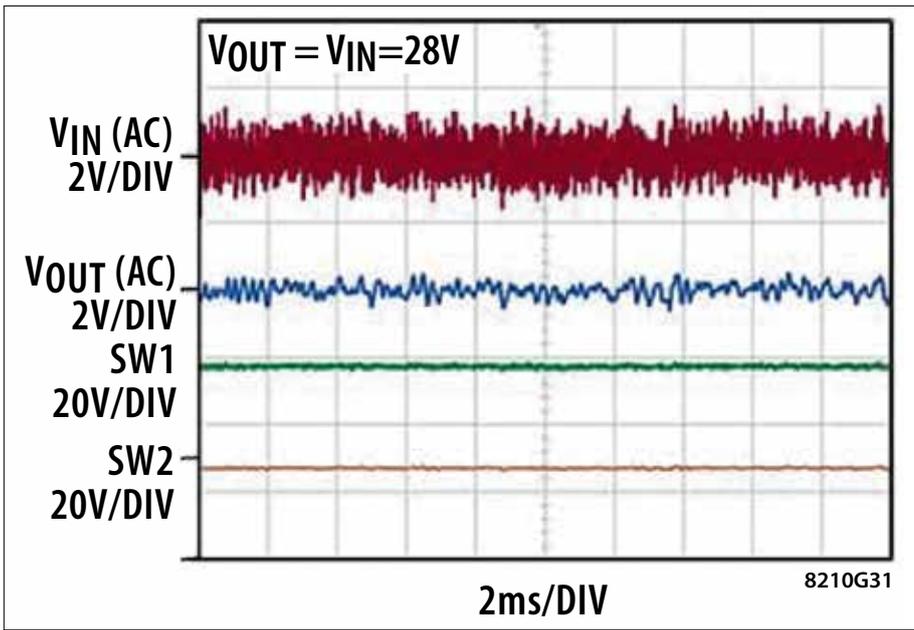
Die Schaltfrequenz des Reglers bestimmt die Anzahl der Schaltzyklen pro Zeiteinheit, während das Tastverhältnis (D) des PWM-Signals die Ausgangsspannung bestimmt (von  $V_{OUT} = D \times V_{IN}$ ).

Während ihre hohe Effizienz bei tragbaren Designs ein Vorteil ist, weisen Schaltregler eine Reihe von Kompromissen auf; dazu gehören Kosten, Komplexität, Größe, langsames Ansprechen auf Lasttransienten und schlechter Wirkungsgrad bei niedrigen Lasten, wobei sich letzterer jedoch verbessert. Die andere große Herausforderung für das Design ist der Umgang mit der EMI, die durch das Schalten der Leistungstransistoren erzeugt wird. Das Schalten

verursacht Spannungs- und Stromüberschwinger in anderen Teilen der Schaltung, was zu Eingangsspannungs- und Stromwelligkeit und zu transienten Energiespitzen bei der Schaltfrequenz und Vielfachen davon führt.

### Reduzierung der EMI

Eine bewährte Methode zur Reduzierung der durch das Schalten von Leistungstransistoren in einem Regler verursachten EMI ist die Hinzufügung von Widerstands-Kondensator-(R-C)-Snubber-Schaltungen zu den Ein- und Ausgängen. Diese Schaltungen helfen,



Im bestimmten Modus liefern Spannungsregler eine reduzierte Ausgangsspannungswelligkeit (blaue Kurve) von einer verrauschten Eingangsquelle (rote Kurve).

Energiespitzen zu filtern und die Spannungs- und Stromwelligkeit und damit die EMI zu dämpfen. Ein gutes Ziel für ein gut konzipiertes Schaltnetzteil mit einer Ausgangsspannung von 2 bis 5 Volt ist eine Spitze-Spitze-Spannungswelligkeit zwischen 10 und 50 mV und minimale transiente Spikes.

Die Auswahl der Komponenten für die Filterschaltungen, insbesondere der Eingangs- und Ausgangs-Massenkondensatoren, ist eine heikle Angelegenheit, bei der die Größe und die Kosten der Komponenten (und die Auswirkungen auf das Einschwingverhalten und die Kompensation der Regelschleife) gegen die Spitze-Spitze-Spannungswelligkeit und die EMI-Minderung abgewogen werden müssen.

### Optionen für Regler mit sehr niedriger EMI

Während die Eingangs- und Ausgangsfilterung die Spannungs- und Stromwelligkeit abschwächen kann, ist

es eine gute Konstruktionspraxis, einen Schaltregler zu wählen, der die Spezifikation erfüllt und gleichzeitig die Welligkeitsspitzenhöhe minimiert. Dadurch kann die Belastung der Filterkondensatoren durch die Verlustleistung gesenkt werden, was den Einsatz kleinerer und preiswerterer Geräte ermöglicht.

Eine Technik zur Minimierung der Spannungs- und Stromwelligkeit ist die Anwendung eines Spannungsmodus-Steuerschemas. Bei diesem Schema wird das PWM-Signal durch Anlegen einer Steuerspannung an einen Komparatoreingang und einer taktgenerierten Sägezahnspannung oder "PWM-Rampe" mit fester Frequenz an den anderen Eingang erzeugt.

Die Technik ist besser geeignet, um die EMI zu minimieren als das alternative Strommodus-Regelverfahren, das dazu neigt, die EMI zu verschlimmern, da das Rauschen der Leistungsstufe typischerweise immer den schnellen Weg in den Regelkreis findet.

Zusätzlich zur Berücksichtigung der Spannungssteuerung bieten mehrere Siliziumhersteller eine Reihe von Ansätzen an, um die Größe der Spannungs- und Stromwelligkeit intern zu verringern. Ein Beispiel ist der synchrone Abwärtsregler A8660 von Allegro Microsystems. Dies ist ein High-End-Gerät mit der AEC-Q100-Qualifikation für die Automobilindustrie.

Der Regler arbeitet mit einem breiten Eingang ( $V_{IN}$ ) von 0,3 bis 50 Volt und bietet einen einstellbaren und stabilen Ausgangsspannungsbereich von 3 bis 45 Volt. Der Baustein verfügt über eine programmierbare Grundfrequenz ( $f_{OSC}$ ) von 200 Kilohertz (kHz) bis 2,2 Megahertz (MHz).

Der Spannungsregler A8660 bietet auch eine ganze Reihe von Schutzfunktionen, einschließlich einer weichen Erholung nach einem Ausfall des Bausteins, um ein Überschwingen des  $V_{OUT}$  und eine unerwünschte Spannungsspitze zu eliminieren.

FIRMEN UND ORGANISATIONEN IN DIESER AUSGABE

Firma	Seite	Firma	Seite
ASAP Electronics .....	17	MES Electronic Connect .....	29
Becker & Müller Schaltungsdruck .....	47	Mesago Messe Frankfurt .....	U2
Berkeley Lab .....	8	Messe München .....	8
Conrad Electronic .....	10, 11	Microchip .....	34
DataTec .....	27	Mitsubishi Electric .....	63
Digi-Key .....	58	NXP Semiconductors .....	14
Display Elektronik .....	41	Pfeiffer Vacuum .....	U4
Distec .....	37, 38	Rochester Electronics .....	28
EA Elektro-Automatik .....	55	Rogers Germany .....	64
ETSI .....	48	Rohm .....	8
Ferdinand-Braun-Institut .....	8	RS Components .....	36
Fischer Elektronik .....	52, 59	Rutronik .....	25
FlowCAD .....	44	Schurter .....	5, 20
Forschungszentrum Jülich .....	6	Semikron International .....	65
FTCAP .....	24	Socionext Europe .....	31, 32
Harting .....	3	Traco Electronic .....	57
Hy-Line .....	40, 62	TU Berlin .....	8
Ineltek .....	9	Turck Duotec .....	15
Kyburz .....	8	VDE FNN .....	56
Lacon Electronic .....	21	Yamaichi .....	8

Fazit

Modulare Schaltregler sind eine gute Option für die Spannungsregelung, wenn ein hoher Wirkungsgrad im Vordergrund steht. Zu den Kompromissen im Vergleich zu alternativen Lösungen wie LDOs gehören jedoch Spannungs- und Stromwelligkeit sowie transiente Spannungsspitzen, die von den Schaltelementen im Regler erzeugt werden. Ungefiltert kann dieses Rauschen zu EMI führen, das empfindliche Chips in der Nähe des Reglers stören kann.

Etablierte Designtechniken wie die Verwendung von Eingangs- und Ausgangsfilterschaltungen können EMI dämpfen, erfordern aber große Kondensatoren, um mit großen transienten Spitzen und Welligkeiten fertig zu werden. Diese können auch viel Strom ableiten, was zu einer Überhitzung der Komponenten führen kann.

Stattdessen haben die Ingenieure jetzt Zugang zu einer neuen Generation modularer Schaltregler mit eingebauten Funktionen zur Reduzierung der Spannungs- und Stromwelligkeit sowie von transienten Spitzen zur Begrenzung der EMI, noch bevor Filterschaltungen hinzugefügt wurden. Durch die Verwendung dieser Regler in ihren Designs können die Ingenieure die Abmessungen von Eingangs- und Ausgangs-Massenkondensatoren reduzieren und die Größe und Kosten von Filterschaltungen verringern. □

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), Julia Papp (-916)

Newsdesk newsdesk@publish-industry.net

Head of Sales Andy Korn

Anzeigen Saskia Albert (Director Sales/verantwortlich/-918), Leopold Bochtler (-922), Beatrice Decker (-913), Carolin Dittich (-899), Caroline Häfner (-914), Mirjam Holzer (-917); Anzeigenpreisliste: vom 01.01.2020

Sales Services Florian Arnold (-924), Isabell Diedenhofen (-938), Ilka Gärtner (-921); sales@publish-industry.net

Marketing & Vertrieb Anja Müller (Head of Marketing)

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@vuservice.de

Abonnement Das Abonnement enthält die regelmäßige Lieferung der E&E (derzeit 8 Ausgaben pro Jahr inkl. redaktioneller Sonderhefte und Messe-Taschenbücher) sowie als Gratiszugabe das jährliche, als Sondernummer erscheinende E&E-Kompendum.

Jährlicher Abonnementpreis

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

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

Druck 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 CO<sub>2</sub>-neutral.

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





### Anschrift

HY-LINE Power Components Vertriebs GmbH  
 Inselkammerstraße 10  
 82008 Unterhaching, Germany  
 T +49/89/614503-10  
 F +49/89/614503-20  
 power@hy-line.de  
 www.hy-line.de/power

### Gründungsjahr

1988

### HY-LINE Power Components – Ihr Partner für Leistungselektronik

HY-LINE Power Components liefert Ihnen Kernbauteile und -komponenten der Leistungselektronik und kann Sie damit in allen relevanten Fragen beratend unterstützen. Sie finden bei HY-LINE Power Components hochwertige IGBT-Module mit innovativem Gehäuseaufbau, kompakte IGBT-Treiber mit vielen integrierten Funktionen, Gleichrichter und Diodenmodule in robusten Industrie Mehrfachpacks, AC/DC- und DC/DC-Wandlermodule, GaN-HEMTs, Einzelhalbleiter sowie passive Bauelemente. Von der SMD-Miniatordrossel über Ansteuerübertrager bis zu Hochleistungs-drosseln und Leistungs-Transformatoren für Schaltfrequenzen im kHz-Bereich bieten wir die gesamte Palette der Induktivitäten. Super- und Hochvolt-Folien-Kondensatoren ergänzen unser Programm. Hier können wir von der Einzelzelle über Module bis hin zur kompletten Lösung für Energiespeicher alles anbieten. Auch für die Bus-Kommunikation der Leistungselektronik haben wir passende Bauteile wie z. Bsp. isolierende Datenkoppler. Im Portfolio sind unter anderem Bauelemente und Module der Hersteller Mitsubishi, Power Integrations, Powersem, TDK-Lambda, SynQor, ABB, PHI-CON, Transphorm, Eaton, Sirio, Electronicon und Maxwell. In unserem Online Showroom können Sie sich über unser gesamtes Angebot informieren: [hy-line.de/power-showroom](http://hy-line.de/power-showroom).



HY-LINE.de/Power-Showroom

### Zielmärkte

Alle Bereiche industrieller Elektronik mit Schwerpunkten in Leistungselektronik, Stromversorgungstechnik, Energiespeicher, Bahntechnik, Luft- und Raumfahrt, Medizintechnik, Steuerungstechnik und Automatisierung.

### Dienstleistungen

Als hoch spezialisierter Vertriebspartner und Herstellerrepräsentant verfügt die HY-LINE Power Components über ein umfassendes anwendungsspezifisches Know-how. Unsere Applikationsingenieure können Ihre Entwicklerteams bereits in der Designphase bei der Bauteileauswahl und der Konfiguration aufeinander abgestimmter Subsysteme unterstützen. Sie profitieren durch umfassend geschulte Produktspezialisten, aktuelle Datenblätter, Application Notes und Trainings / Workshops zu Spezialthemen, Entwicklungskits und Designtools. Von der Bestellung von Mustern in der Design-In Phase bis zur Belieferung Ihrer Serienbedarfe bieten wir auf Ihre Anforderungen angepasste Lager- und Logistikkonzepte und sichern damit eine reibungslose Versorgung.

### Präsenz

Zentrale in Unterhaching bei München, Vertriebsbüros im gesamten Bundesgebiet und eigene Niederlassung in der Schweiz.

### Lagerstandort

Unterhaching bei München

### Qualitätsmanagement

ISO 9001-zertifiziert

### Firmenphilosophie

HY-LINE setzt auf innovative Technologien zu wettbewerbsfähigen Preisen. Der Kunde erhält individuelle Beratung, Applikationsunterstützung und Produkte von Herstellern, die sich durch neue technische Lösungen von anderen abheben.

Seit der Gründung vor über 30 Jahren verfolgt HY-LINE ein kundenorientiertes Unternehmenskonzept, das die hohe Innovationsrate der Elektronik und die damit verbundenen Anforderungen an applikationsspezifischem Know-how berücksichtigt.

Die Entwicklungsunterstützung geht deutlich über die reine Produktvorstellung hinaus. Oft erschließt sich der Vorteil eines Bauteiles erst dann, wenn man die Auswirkung auf die Gesamtschaltung betrachtet. Dazu ist ein Know-How für die Anwendung nötig, welches Sie bei uns finden.

HY-LINE Power Components ist spezialisiert auf alle Fragen und Produkte rund um Leistungselektronik, Stromversorgung und Energiespeicher. Wir sind Vertragsdistributor und Repräsentant von renommierten Elektronikherstellern.

Bei der Auswahl der Hersteller achten wir darauf, dass jeder in seinem Fachgebiet als Spezialist mit einzigartigem Know-how gilt. Von dieser hohen Lösungskompetenz können Sie bei Ihren Anwendungen profitieren. Zudem wählen wir unsere Hersteller und deren Produkte auch nach der Nutzung von Synergien aus. Dadurch können wir Ihnen für viele Anwendungen komplette Lösungen anbieten. □



for a greener tomorrow



### Anschrift

Mitsubishi Electric Europe B.V.  
Semiconductor European  
Business Group  
Mitsubishi-Electric-Platz 1  
40882 Ratingen, Germany  
T +49/2102/486-0  
F +49/2102/486-4140  
semis.info@meg.mee.com  
www.mitsubishichips.eu

### Qualitätsmanagement

- Deutsche Niederlassung: ISO 9001, 14001
- ISO/TS22163 (Leistungselektronik)

### Mitsubishi Electric Europe B.V. – Semiconductor European Business Group

Mitsubishi Electric gehört zu den weltweit führenden Unternehmen in Herstellung und Vertrieb von elektrischen und elektronischen Produkten für die vielfältigsten industriellen Anwendungen und Alltagsbereiche. Seit 1978 ist Mitsubishi Electric in Deutschland vertreten. Die deutsche Niederlassung in Ratingen, Nordrhein-Westfalen, ist für die Durchführung der technischen Service-, Vertriebs- und Marketingaktivitäten in Deutschland verantwortlich. Für den Geschäftsbereich Semiconductor werden von Ratingen aus auch die Exportaktivitäten für EMEA gesteuert.

Im Bereich der Halbleiter nimmt Mitsubishi Electric weltweit eine führende Rolle ein. Innovatives Denken, Investitionen in moderne Produktionsstätten und leistungsfähige Entwicklungsabteilungen sichern diese Spitzenposition. Unsere Kunden profitieren von umfassenden technischen Serviceleistungen sowie einem breiten Vertriebs- und Distributionsnetz. Unser Erfolg in der Halbleitertechnologie basiert auf den drei Produktbereichen Hochfrequenz, Optoelektronik und Leistungselektronik.

### Leistungselektronik / Technologien

Mitsubishi Electric verfügt über eine mehr als 60-jährige Erfahrung in der Entwicklung und Produktion von Leistungshalbleitern. Als weltweit erstes Unternehmen, das alle erforderlichen Technologien beherrschte, entwickelte Mitsubishi Electric das Konzept der Intelligenten Power Module (IPMs). In diesem Bereich wie auch in der IGBT Technologie (Insulated Gate Bipolar Transistor) ist Mitsubishi Electric seither führend und stellt für jede Leistungsklasse die passenden Module zur Verfügung, etwa zur Motorsteuerung, Bahntechnik oder Automotive.

Zudem hat Mitsubishi Electric als erstes japanisches Unternehmen die Zertifizierung nach IRIS (International Railway Industry Standard) erhalten. Die Nutzung und Entwicklung neuer Materialien und neuer Prozesse sind auch zukünftig die Ziele von Mitsubishi Electric, wie z. B. der Einsatz von SiC als Beitrag zu höherer Effizienz und zur System-Kostenoptimierung auf Kunden-seite.

### Produktportfolio

Power Modules

- SiC Modules
- SiC Schottky Diodes
- IGBT Modules
- Intelligent Power Modules (IPMs, DIPIPM+, DIP-/Mini-DIP-IPMs, DIPPPFC, SLIMDIP, SOPIPM)
- Automotive Modules (6in1 Pin-fin Power Modules)
- MOSFET Modules
- Diode Modules
- HV Integrated Circuits

High Power Semiconductors

- HVIGBT Modules (up to 1000A/6.5kV, 1500A/4.5kV, 1800A/3.3kV, 2400A/1.7kV)
- HV Diode Modules

### Zielmärkte

Bahntechnik, USV, HGÜ, SVC, Lademanagement, Automotive, Regenerative Energien, Motorsteuerung, Medizintechnik, Aufzüge, Weiße Ware, Schweißtechnik, Automatisierung, Pumpen, Gabelstapler.





### Anschrift

Rogers Germany GmbH  
 Marc Stolpe  
 Am Stadtwald 2  
 92676 Eschenbach, Germany  
 T +49/9645/9222-580  
 F +49/9645/9222-22  
 info@rogerscorp.com  
 www.rogerscorp.com/pes

Rogers Corporation (NYSE:ROG) ist ein weltweit führender Anbieter im Bereich von Hochleistungsmaterialien, die unsere Welt mit Energie versorgen, schützen und vernetzen. Mit mehr als 180 Jahren Erfahrung liefert Rogers leistungsstarke Lösungen, die saubere Energie, Internetkonnektivität, Sicherheits- und Schutzanwendungen sowie andere Technologien ermöglichen, bei denen es auf Zuverlässigkeit ankommt. Rogers lie-

fert Leistungselektronik-Lösungen für energieeffiziente Motorantriebe, Fahrzeugelektrifizierung und alternative Energien, Elastomer-Material-Lösungen für Abdichtung, Schwingungsmanagement und Aufprallschutz in mobilen Geräten, Transporteinrichtungen, Industrieausrüstung und Leistungsbekleidung sowie Advanced Connectivity-Lösungen für drahtlose Infrastruktur, Fahrzeugsicherheit und Radarsysteme. Mit

Hauptsitz in Arizona (USA) betreibt Rogers Produktionsstätten in den Vereinigten Staaten, China, Deutschland, Belgien, Ungarn und Südkorea, mit Joint Ventures und Vertriebsbüros weltweit.

In Eschenbach (Oberpfalz) ist das Unternehmen als Rogers Germany GmbH auf keramische Substrate (DCB & AMB) aus Keramik und Kupfer sowie Mikrokanalkühler spezialisiert und zusammen mit ROLINX® Busbars (Rogers BV in Evergem, Belgien) ist man ein Teil der Power Electronics Solutions Gruppe (PES) im weltweiten Rogers Konzern. Der Geschäftsbereich PES bietet ausgereifte Materialtechnologien zur merklichen Steigerung der Effizienz, Wärmeregulierung und Gewährleistung der Qualität und Zuverlässigkeit leistungs- und optoelektronischer Geräte. Die hochentwickelten Materialtechnologien bieten eine Vielzahl an Einsatzmöglichkeiten rund um die Themen Automotive, Industrie oder erneuerbare Energien. Unter dem Markennamen curamik® werden High-Tech-Lösungen in Eschenbach gefertigt und Kunden in der ganzen Welt beliefert. ROLINX® Stromschienen sind konstruierte und gefertigte laminierte Stromschienen, die den strengsten Anforderungen für E-Mobilität, Eisenbahnantriebswandler, Netz-, Wind- und Solarwandler sowie Antriebe für Industrieanwendungen entsprechen. □

### TICKER SYMBOL

NYSE:ROG

### HAUPTSITZ

Chandler, AZ, USA

### GRÜNDUNGSJAHR

1832

### UMSATZ

898 Mio. USD (2019)

### MITARBEITER

>3600 weltweit

### NIEDERLASSUNG / PRODUKTIONSSTÄTTE

USA, China, Deutschland, Belgien, Ungarn und Südkorea. Joint Ventures und Vertriebsbüros weltweit.

### ZERTIFIZIERUNG (PES)

- ISO 9001
- ISO TS 16949
- ISO 14001
- IRIS Certification
- UL-94 V-0

### PRODUKTE

- curamik keramische Substrate (curamik Power, Power Plus, Thermal & Performance)
- curamik Mikrokanalkühler (curamik CoolPower, CoolPower Plus, CoolPerformance & CoolPerformance Plus)
- ROLINX Stromschienen (ROLINX Easy, Performance, Thermal, Hybrid, PowerCircuit Solutions, Compact, Housing Solutions, Flex & CapLink Solutions)



**Anschrift**

SEMIKRON INTERNATIONAL GmbH  
 Sigmundstraße 200  
 90431 Nürnberg, Germany  
 T +49/911/6559-0  
 sales@semikron.com  
 www.semikron.com



**Ansprechpartner**

Werner Dorbath  
 Marketing Communication International  
 T +49/911/6559-217  
 werner.dorbath@semikron.com

**Firmenprofil**

SEMIKRON ist ein im Jahr 1951 gegründetes Familienunternehmen mit Sitz in Nürnberg. Heute hat das Unternehmen weltweit über 3.000 Beschäftigte in 25 Niederlassungen. Dieses internationale Netzwerk mit Produktionsstandorten in Deutschland, Brasilien, China, Frankreich, Indien, Italien, der Slowakei und den USA garantiert eine schnelle und umfassende Betreuung der Kunden vor Ort.

**Leistungselektronik der neuesten Generation für Elektrofahrzeuge**

SEMIKRON ist einer der weltweit führenden Hersteller für Leistungselektronikkomponenten und -systeme. Die Produkte des Unternehmens sind das Herz moderner, energieeffizienter Motorantriebe und industrieller Automatisierungssysteme. Weitere Anwendungen umfassen Stromversorgungen sowie

erneuerbare Energien. Das spezifische Automotive-Portfolio von SEMIKRON beinhaltet Leistungsmodul und integrierte Wandler-/Wechselrichtersysteme.

SEMIKRON Module sind seit Jahren auch in Elektrofahrzeugen im Einsatz. Die SEMiX Bodenplattenmodule werden von führenden asiatischen PKW-Herstellern eingesetzt. Für höhere Leistungsdichten in Elektro- und Plug-in-Hybridfahrzeugen ist das bewährte Modul SKiM 63/93 das passende Produkt. Dieses Modul wird weltweit in PKWs, Lastwagen und Bussen verwendet. Auch für Nicht-Traktionsanwendungen wie DC/DC-Wandler oder Pumpen, wie sie für Brennstoffzellen benötigt werden, eignen sich die SEMIKRON Leistungsmodul. Außer in Personalfahrzeugen werden SEMIKRON Module auch in Motorrädern, Baufahrzeugen und Nutzfahrzeugen aller Art eingesetzt.

Das Umrichtersystem SKAI 2 HV für bis zu 850V<sub>DC</sub> vereint in sich die typische Leistung der SEMIKRON Module mit dem passenden Controller und Software-System. Es wird als Traktionsumrichter in verschiedenen Bus- und LKW-Serien sowie in Land-

wirtschafts- und Baufahrzeugen weltweit eingesetzt.

Das SKAI 3 LV Umrichtersystem bedient die Anwendungen am unteren Ende des Leistungsbereichs der Automotivlösungen von SEMIKRON. Dank seiner kompakten Abmessungen eignet es sich für industrielle Gabelstapler, LKWs und leichte Nutzfahrzeuge. Der SKAI 3 LV bildet auch die geeignete Basis für kundenspezifische Lösungen in Mild-Hybrid-Fahrzeugen mit 48V<sub>DC</sub>-Bus System.

**Ausblick**

Mit dem neuen Leistungsmodulkonzept eMPack durchbricht SEMIKRON die bisherigen Grenzen der Modultechnologien und bietet für Elektrofahrzeuge mehr Leistung, größere Flexibilität bei geringem Platzbedarf. Die eMPack Modulplattform deckt einen Leistungsbereich von rund 50 kW bis rund 750 kW ab. Moderne Siliziumkarbid-Halbleiter in Kombination mit SEMIKRONs gesinterter Direct-Pressed-Die-Technologie (DPD) ermöglichen eine bisher unübertroffene Leistungsdichte bei höchster Zuverlässigkeit. □



# 180,5

QUELLE: CHEMIE.DE

Grad Celsius beträgt der Schmelzpunkt von Lithium. Es dient als wichtiges Basismaterial für Akkus in Elektrofahrzeugen.

Lithium ist ein Leichtmetall. Es reagiert bei Berührung bereits mit der Hautfeuchtigkeit und führt so zu schweren Verätzungen und Verbrennungen. Mehr über Akkus und Elektromobilität erfahren Sie unter anderem in unseren Fokusbeiträgen ab Seite 12.



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



**INDUSTR.com/EuE:** Das E&E-Web-Magazin liefert relevante News, Artikel, Videos, Bildergalerien sowie Whitepaper und macht die Faszination von Entwicklung & Elektronik lebendig.

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



# Vakuumlösungen für die Batterieherstellung

Pfeiffer Vacuum liefert trockene und ölgedichtete Standard- und ATEX-Pumpen für Trocknungsprozesse (Spulen) unter Vakuum oder Vorevakuierung vor der Elektrolytfüllung. Unser Angebot umfasst auch Dichtheitsprüfsysteme mit Luft und Prüfgas für Bauteile (z. B. Zellendeckel), Zellen, Module, Batteriepackungen und Kühlkreisläufe.

Pfeiffer Vacuum bietet Lösungen für folgende Verfahrensstufen:

- Trocknung
- Befüllung unter Vakuum
- Lecksuche in verschiedenen Prozessen

Sie suchen eine perfekte Vakuumlösung? Sprechen Sie uns an:

**Pfeiffer Vacuum GmbH** · Germany · T +49 6441 802-0 · [www.pfeiffer-vacuum.com](http://www.pfeiffer-vacuum.com)

