



**ENTWICKLUNG  
ELEKTRONIK**



Lapp Mobility

**FLEXIBLE  
LADELÖSUNGEN  
GESUCHT**

Zuverlässig und effizient  
mobil laden ...mehr ab Seite 8

**ELEKTROMOBILITÄT**

So meistern Entwickler die  
E-Mobility-Aufgaben ab S. 14

**LEISTUNGSELEKTRONIK-GUIDE**

Optimales Kühl-Design  
für Leistungselektronik ab S. 45

**DISPLAYS & HMI**

Ideales PCAP Touchpanel  
entwickeln S. 38



# Erfolg beginnt mit den richtigen elektronischen Bauelementen

Als autorisierter Distributor von Anbietern wie Molex, Omron oder Phoenix Contact bieten wir ein breites Sortiment an elektronischen Bauelementen – zu fairen Staffelpreisen.

[conrad.de/elektronische-bauelemente](https://conrad.de/elektronische-bauelemente)

Alle Teile des Erfolgs

**CONRAD**



**Bernhard Haluschak, Chefredakteur E&E:** Die Elektronikbranche muss sich ständig mit vielen neuen Technologien und Trends auseinandersetzen. So stehen die Entwicklungsabteilungen ständig unter Druck, um den Herausforderungen und Wünschen der Auftraggeber gerecht zu werden. Um aus diesem Dilemma herauszukommen, hilft oft die Fokussierung auf das Wesentliche. Deshalb stelle ich heute die folgende Frage:

## WELCHE THEMEN SIND AKTUELL FÜR DIE ELEKTRONIKENTWICKLER WICHTIG?

Die Elektronikbranche hat eine ständige Nachfrage nach kleineren und gleichzeitig leistungsstärkeren Geräten. Dies erfordert innovative Lösungen, um Komponenten und Schaltungen in immer kleineren Formfaktoren zu integrieren. Bei der Miniaturisierung sind deshalb Technologien wie 3D-Integration und fortschrittliche Packaging-Methoden ein Muss. Gleichzeitig ist die Entwicklung energieeffizienter Elektronik von essenzieller Bedeutung, um der begrenzten Verfügbarkeit von Energieressourcen entgegenzuwirken. Dies umfasst sowohl die Optimierung von Hardwarekomponenten als auch die Entwicklung von energieeffizienten Softwarealgorithmen.

Mit der Einführung von 5G stehen der Elektronikwelt neue Herausforderungen und Möglichkeiten in Bezug auf drahtlose

Kommunikation und Konnektivität bevor. Elektronikentwickler müssen in der Lage sein, 5G-Funktionalitäten in ihre Geräte zu integrieren und die damit verbundenen Anforderungen zu erfüllen. Zudem schreitet die Vernetzung von Alltagsgeräten und -systemen weiter voran. Hier müssen die Elektronikentwickler Lösungen für das Internet der Dinge (IoT) entwickeln, die nicht nur sicher und zuverlässig sind, sondern auch kostengünstig hergestellt werden können.

Künstliche Intelligenz (KI) und maschinelles Lernen sind in vielen Anwendungen gesetzt. Elektronikentwickler müssen daher spezielle Hardware für KI entwickeln und gleichzeitig Algorithmen für dieses Umfeld optimieren, um der wachsenden Nachfrage nach intelligenten Systemen zu befriedigen. □

# TRACO POWER

Reliable. Available. Now.

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

## Gekapselte AC/DC-Netzteile

### Ultrakompakte Leiterplatten- und Gehäusevarianten

- Vier Leistungsstufen: 5, 10, 25 und 50 Watt
- Weiter Eingangsspannungsbereich: 90–305 V AC
- Drei verschiedene Anschlussarten (Durchsteckmontage, JST und Schraubklemme)
- Vorbereitet für Schutzklasse II (keine Sicherheitserdung)
- Integrierter Filter gemäß EN 55032, Klasse B
- Zertifiziert nach EN 60335-1 und IEC/EN/UL 62368-1
- 3 Jahre Produktgarantie



Neue Modelle mit Schraubklemme

	TMPW 5	TMPW 10	TMPW 25	TMPW 50
<b>Leistung</b>	5W	10W	25W	50W
<b>Leiterplattenvariante</b>	1.46 × 1.08 × 0.69"	1.46 × 1.08 × 0.69"	2.07 × 1.08 × 0.93"	2.92 × 1.85 × 0.91"
<b>Gehäusevariante (JST, Schraubklemme)</b>	2.17 × 1.70 × 0.91"	2.17 × 1.70 × 0.91"	3.48 × 1.50 × 0.95"	3.82 × 1.90 × 1.00"



Für den Einsatz in Industrie und Haushalt

# INHALT

## AUFTAKT

- 06 Im Rampenlicht
- 08 Titelstory: E-Mobility – auf die richtige Ladelösung kommt es an
- 09 Titelinterview: „Jederzeit und überall zuverlässig laden“
- 12 Highlights der Branche

## FOKUS: ELEKTROMOBILITÄT & AUTOMOTIVE

- 14 Umfrage: E-Mobility und die Herausforderungen für Elektronikentwickler
- 16 Batterielebensdauer in E-Fahrzeugen vorhersagen
- 20 Ladeinfrastruktur nach Baukastenprinzip bedarfsgerecht aufbauen
- 23 Das Software Defined Vehicle (SDV) kommt

## VERBINDUNGSTECHNIK & WIRELESS

- 26 Echtzeitanwendungen mit 5G realisieren
- 28 Infotainment und High-Speed-WLAN im Bahnbetrieb

## EMV/ESD & MESSTECHNIK

- 32 Robust und langlebig durch Umweltsimulationen

## SOFTWARE & SECURITY

- 36 Verbesserter Zufallszahlengenerator für mehr Cybersicherheit

## OPTOELEKTRONIK, DISPLAYS & HMI

- 38 Das perfekte HMI PCAP Touchpanel finden
- 42 Ideale Eingabesysteme: Sprechen statt tippen

## RUBRIKEN

- 03 Editorial
- 35 Promotion: Storyboard Siglent
- 44 Impressum & Firmenverzeichnis
- 66 Die Zahl



AB SEITE **08**

### TITELSTORY

Mobile Ladelösung für die E-Mobility gesucht



**46**

### LEISTUNGSELEKTRONIK KÜHLEN

Kühlkörper aus der Strangpresse



# 14

AB SEITE

## FOKUSTHEMA

So verändert Elektromobilität die  
Elektronikentwicklung



# 38

## DISPLAYS & HMI

Das perfekte HMI PCAP  
Touchpanel finden



### SPEZIAL: LEISTUNGSELEKTRONIK-GUIDE AB SEITE 45

- 46 Leistungsfähige Kühlkörper aus der Strangpresse
- 50 Business-Profil Heiden Power
- 51 Business-Profil Mersen
- 52 Wärmeleitmaterial als Schlüsselkomponente
- 55 Business-Profil Mitsubishi Electric
- 56 Business-Profil Semikron Danfoss
- 57 Power satt: Vielfältige Energieversorgung für leistungshungrige Systeme

### DISTRIBUTION & DIENSTLEISTUNG

- 60 SiC-Technologie im Aufwind: Bedarfsgerechte Versorgung mit SiC-Bauteilen sicherstellen

### BAUELEMENTE & ELEKTROMECHANIK

- 63 Präzision bei jeder Umdrehung: Magnetauslegung für einen GMR-Multiturn-Positionssensor

## Wärmeleitfolien **DETAKTA**



### Silikon Soft Pads

SBC-7 violettgrau	7 W/mK
SBC-5 grau	5 W/mK
SBC-3 grau	3 W/mK
SBC rosa	1,5 W/mK

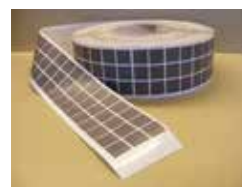
Weiche, gelartige Pads. 2 - 10° Shore A beidseitig haftend. Stärken 0,5 - 5,0 mm



### Silikon Soft Pads mit Gewebe

SB-V0-7	7 W/mK
SB-V0-3	3 W/mK
SB-V0YF	0,9 W/mK
SB-V0	1,3 W/mK

Glasgewebe Deckfolie und weiche, gelförmige Unterseite. Shorehärte 2 - 20°. Einseitig haftend. Stärken 0,5 - 5,0 mm



### Silikon Glasgewebe Folie

SB-HIS-5	5 W/mK
SB-HIS-4	4 W/mK
SB-HIS-3	3 W/mK
SB-HIS-2	2 W/mK
SB-HIS	1 W/mK

**Folie auch einseitig haftend - ohne zusätzlichen Kleber.**  
Stärken 0,15 mm, 0,23 mm, 0,30 mm, 0,45 mm und 0,8 mm

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

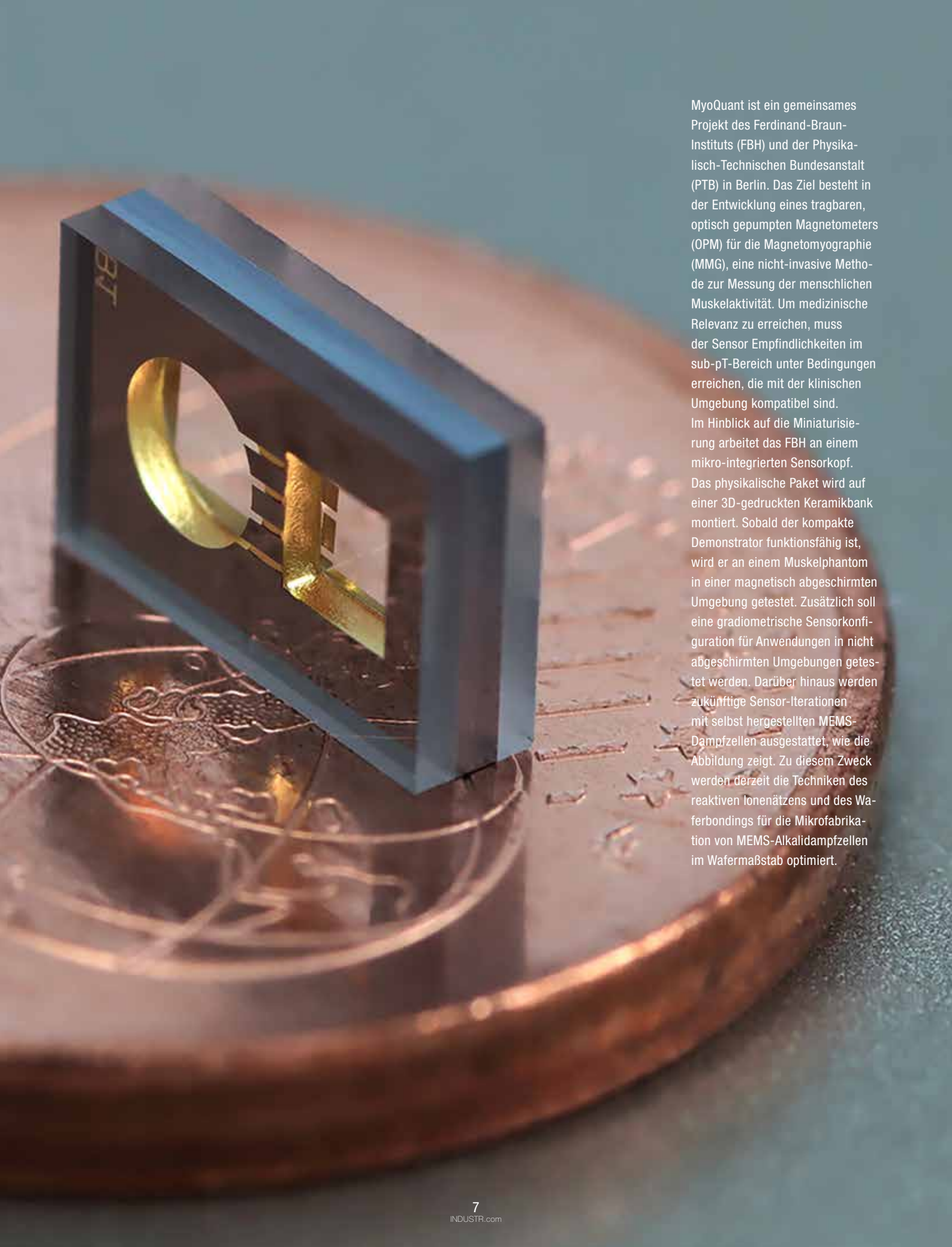
Fax: 040 529 547-11  
E-Mail: [info@detakta.de](mailto:info@detakta.de)  
Web: [www.detakta.de](http://www.detakta.de)

SENSOREN MIT MEMS-DAMPFZELLE

# DIE QUANTENSENSOREN KOMMEN

Atomare Quantensensoren basieren auf den Grundsätzen der Quantenmechanik und bieten eine unvergleichliche Präzision und Empfindlichkeit bei der Messung physikalischer Größen. Diese Sensoren finden vielfältige Anwendung in der Navigation, bei Zeit- und Temperaturmessungen sowie bei der Detektion von Gravitations- und elektromagnetischen Feldern.

TEXT: mit Material von FBH BILD: Ferdinand-Braun-Institut



MyoQuant ist ein gemeinsames Projekt des Ferdinand-Braun-Instituts (FBH) und der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) in Berlin. Das Ziel besteht in der Entwicklung eines tragbaren, optisch gepumpten Magnetometers (OPM) für die Magnetomyographie (MMG), eine nicht-invasive Methode zur Messung der menschlichen Muskelaktivität. Um medizinische Relevanz zu erreichen, muss der Sensor Empfindlichkeiten im sub-pT-Bereich unter Bedingungen erreichen, die mit der klinischen Umgebung kompatibel sind. Im Hinblick auf die Miniaturisierung arbeitet das FBH an einem mikro-integrierten Sensorkopf. Das physikalische Paket wird auf einer 3D-gedruckten Keramikbank montiert. Sobald der kompakte Demonstrator funktionsfähig ist, wird er an einem Muskelphantom in einer magnetisch abgeschirmten Umgebung getestet. Zusätzlich soll eine gradiometrische Sensorkonfiguration für Anwendungen in nicht abgeschirmten Umgebungen getestet werden. Darüber hinaus werden zukünftige Sensor-Iterationen mit selbst hergestellten MEMS-Dampfzellen ausgestattet, wie die Abbildung zeigt. Zu diesem Zweck werden derzeit die Techniken des reaktiven Ionenätzens und des Waferbondings für die Mikrofabrikation von MEMS-Alkalidampfzellen im Wafermaßstab optimiert.

ZUVERLÄSSIG UND EFFIZIENT MOBIL LADEN

# E-MOBILITY - AUF DIE RICHTIGE LADELÖSUNG KOMMT ES AN

Bei der Elektromobilität sorgen die Reichweite der Fahrzeuge und die Ladeinfrastruktur für reichlich Diskussionsstoff. Doch auch das mitgelieferte Ladezubehör in E-Fahrzeugen ist für die Kundenzufriedenheit wichtig. Lapp Mobility liefert deshalb Ladesysteme, die zuverlässig, langlebig und effizient arbeiten. Produkte wie die Helix, ein selbstaufrollendes Ladekabel, können die Kundenzufriedenheit erhöhen und die Ladestation Mobility Dock zudem noch mit einem schicken Design punkten.

TEXT: Bernhard Haluschak, E&E, Lapp BILD: Lapp Mobility

Für angehende Besitzer von Elektrofahrzeugen stehen Fragen zur Reichweite und zur Ladeinfrastruktur oft im Mittelpunkt der Investition. Aber es gibt noch ein weiteres entscheidendes Element, das die Kundenentscheidung in diesem Umfeld beeinflusst: das mitgelieferte Onboard-Ladezubehör. Hier kommt Lapp Mobility ins Spiel, ein Unternehmen, das sich auf die Entwicklung und Herstellung von hochwertigem Ladezubehör spezialisiert hat.

Das Unternehmen liefert nicht nur die Erstausrüstung für zahlreiche Elektrofahrzeuge bekannter Automobilhersteller, sondern bietet seine Ladekabel, mobile Ladestationen und Wallboxen inklusive Zubehör als OEM-Produkt an sondern verkauft diese auch europaweit über den Einzelhandel.

In der Regel gehört ein 5m langes Mode-3-Ladekabel vom Typ 2 zum Standardzubehör eines Elektrofahrzeugs, und hin und wieder ist auch eine mobile Ladestation für das Laden an der Haushaltssteckdose im Lieferumfang enthalten. Doch was ist, wenn das mitgelieferte Kabel zu kurz ist, die mobile Ladestation fehlt, oder man ein alternatives Ladekabel benötigt? Dann ist Lapp Mobility sicherlich ein geeigneter Ansprechpartner, um das Problem zu lösen.

Das Unternehmen bietet für einen flexiblen und sicheren Anschluss an Ladestationen Ladekabel in den Längen 3 bis 10 Meter oder in Sondervarianten auch länger für unterschiedliche Lastbereiche an. Besonders nennenswert ist dabei das

selbstaufrollende Ladekabel Helix. Es zeichnet sich nicht nur durch seine praktische Handhabung aus, sondern auch durch ein außergewöhnliches Design. Das Kabel rollt sich nach der Verwendung automatisch schneckenförmig auf, was lästiges Kabelchaos im Kofferraum verhindert.

Um jederzeit und überall an Standardsteckdosen mobil laden zu können, sind transportable Ladestationen ein Muss. Auch hier bietet Lapp Mobility zahlreiche Lösungen an. Allerdings sticht der Mobility Dock aus dem Angebot hervor: Das leichte, handliche Ladegerät für die Haushaltssteckdose benötigt kaum Platz im Kofferraum und kann mit jedem Typ 2-Ladekabel verwendet werden. Mehr Informationen über die Lösungen von Lapp Mobility erfahren Sie in unserem anschließenden Interview oder auf: <https://lappmobility.lappgroup.com/>. □





INTERVIEW ÜBER LADELÖSUNGEN FÜR DIE ELEKTROMOBILITÄT MIT LAPP MOBILITY

## „Jederzeit und überall zuverlässig laden“

Die Begeisterung für Elektrofahrzeuge in Deutschland wächst. Umso wichtiger sind zuverlässige Ladepunkte. Doch auch die Ladekabel und die oft in Fahrzeugen mitgelieferten mobilen Ladestationen rücken in den Fokus der Anwender. Hier sind Infrastrukturbetreiber, Ladesäulen- und Fahrzeughersteller gefragt, auf die richtige Lösung zu setzen. Wie Lapp Mobility dabei helfen kann, erklären Dr. Simon Alig und Miroslav Ivankovic, beide Geschäftsführer beim Spezialisten für Ladelösungen Lapp Mobility, im E&E-Interview.

DAS INTERVIEW FÜHRTE: Bernhard Haluschak, E&E BILDER: vstudio.photos für Lapp Mobility

**Lapp Mobility gehört zur Lapp Gruppe und ist noch ein relativ junges Unternehmen. Was waren 2019 die Gründe, ein solches Corporate Startup ins Leben zu rufen?**

Dr. Simon Alig: Das Geschäft in diesem Marktsegment der Elektromobilität ist ein Wachstumsmarkt, der zunächst Investitionen und maximale Flexibilität erfordert. Daher ist es wichtig zu verstehen, dass es deutliche Unterschiede zwischen Anwendungen, Prozessen und Kundenzirkeln, wie etwa OEMs oder Ladeinfrastrukturkunden, im Vergleich zu unserem Hauptgeschäft gibt. Diese Unterschiede könnten wir nur mit einem spezialisierten Unternehmen wie Lapp Mobility, das über dedizierte Ressourcen für die Entwicklung verfügt, ideal abdecken. Unsere Hauptkunden sind Automobilhersteller, die spezifische Anforderungen haben. So weichen die Logistikanforderungen, beispielsweise in Bezug auf Zeitfenster, Produktfreigabeprozesse und Projektmanagement, vom Industriegeschäft ab. Das beinhaltet ganz andere Ansprechpartner und Prozesse als das reguläre Lapp-Geschäft. Wenn wir kontinuierlich an diese Kunden liefern möchten, müssen wir spezielle Teams dafür einsetzen, um sicherzustellen, dass ihre Anforderungen priorisiert werden. Dadurch vermeiden wir Konkurrenz um Ressourcen auf der Arbeitsebene, wie es bei Integration in das normale Geschäft der Fall wäre.

Wir möchten auch die Freiheit haben, in einigen Bereichen anders zu arbeiten. Zum Beispiel ist es uns gelungen, unsere Produkte über Amazon auch an Endkunden zu verkaufen. Zudem sind wir nach wie vor begeistert darüber, bei Media Markt präsent zu sein. Solche Experimente und Erfahrungen können in einer eigenständigen Einheit besser durchgeführt beziehungsweise gesammelt werden als im Kontext unseres Hauptunternehmens.

**Welche Ladelösungen bieten Sie zurzeit an? Und wozu dienen sie?**

Miroslav Ivankovic: Unser Portfolio umfasst derzeit AC-Ladelösungen, also Lösungen mit Wechselstrom bis zu 22 kW. Zu den Bestsellern gehört derzeit unser Mode-3-Kabel, und hier zeichnet uns insbesondere das patentierte Helix-Kabel aus. Es ermöglicht das einfache, schneckenförmige Aufrollen und verhindert lästiges Kabelgewirr. Zudem bieten wir Ladelösungen für die Schuko-Steckdose an, wie den Mobility Dock mit 2,4 kW. Wenn man beides kombiniert, hat man im Kofferraum keinen Kabelsalat mehr, und alles ist ordentlich aufgeräumt. Außerdem haben wir mobile Mode-2-Wallboxen im Angebot, die Ladeleistungen von 2,4 bis 22 kW unterstützen. Zwischendurch haben wir auch herkömmliche Wallboxen angeboten, jedoch war der Markt nach dem Auslaufen der KfW-Förderung schwierig. Daher haben

wir uns aktuell auf die flexiblen AC-Ladelösungen spezialisiert. Diese richten sich an Automobilisten, Infrastrukturanbieter und Endkunden, die unsere Produkte entweder über den Handel oder direkt in unserem Webshop erwerben können. Für Infrastrukturanbieter bieten wir auch Lösungen zur Integration in deren Ökosystem an. Das bedeutet, wir können auch Komponenten mit unterschiedlichen Standards für Ladesäulen oder Wallboxen liefern. Hierbei handelt es sich um weniger spezifische Produkte wie etwa Kabel, die auch in Verpackungsanlagen verwendet werden können. Unser Mehrwert liegt hier in unserer Fachkompetenz und unserem Kundensupport, in dem wir maßgeschneiderte Lösungen entwickeln.

**Neben dem Standard-Ladekabel haben Sie auch Helix-Ladekabel im Portfolio. Was ist der Unterschied zwischen diesen beiden Typen?**

Miroslav Ivankovic: Ein herkömmliches Kabel ist einfach nur ein normales Kabel, bei dem der Benutzer selbst darauf achten muss, wie es aufgerollt wird. Unser Helix-Kabel hingegen verfügt über einen Memory-Effekt, der dafür sorgt, dass das Kabel selbstständig in eine einzigartige, liegende Schneckenform sich zurücklegt. Dies hat den Vorteil, dass der Benutzer es nicht mühsam aufrollen muss und damit Kabelsalat oder Verdrehungen des Kabels vermeidet. Darüber hinaus hat die Helix-Form den



*„Wir decken einen großen Bereich von Aufgaben ab, angefangen bei der Entwicklung über die Produktion bis hin zum Vertrieb von Kabeln und Ladelösungen.“*

Dr. Simon Alig, Geschäftsführer bei Lapp Mobility

Vorteil, dass sie beim Aufrollen nur punktuell oder sogar überhaupt nicht den Boden berührt. Dadurch bleibt das Kabel wesentlich sauberer und wird weniger schmutzig.

**Sie bieten zusätzlich mobile Ladegeräte an. Warum? Ist nicht jedes E-Fahrzeug bereits serienmäßig mit einem mobilen Ladesystem ausgestattet?**

Dr. Simon Alig: Einerseits bieten wir unsere Produkte als Erstausrüstung für Automobilhersteller an. Aber darüber hinaus liefern wir über den Endkundenkanal auch Ersatzprodukte. Denn in der Regel sind in vielen Fahrzeugen, aber nicht allen, Mode-2-Ladelösungen enthalten, die nur als Notladelösung bis zu 2,4 kW dienen und viel Stauraum benötigen. Unser Mobility Dock dagegen benötigt weitaus weniger Platz und ist komfortabler zu handhaben. Zudem bieten wir mit unserer vielseitigen Ladelösung Mode 2 Universal eine kabelgebundene Notladevariante an, die von 2,4 bis 22 kW eingesetzt werden kann. Solche leistungsstarken und zudem robusten Systeme sind normalerweise in Fahrzeugen nicht zu finden und werden von unseren Kunden bevorzugt eingesetzt. Ein wichtiger Aspekt, der bisher noch nicht erwähnt wurde, betrifft die Ladekabel, die in Elektroautos mitgeliefert werden. Viele dieser Kabel sind standardmäßig 5 Meter lang. Allerdings gibt es Kunden, die inzwischen auch 7 Meter lange Kabel verwenden. Zusätzlich werden auch 10 Meter und 3 Meter Varianten als Ersatz- oder Zweitkabel nachgefragt. Warum ist das so? Nun,

die Wahl der Kabellänge hängt oft davon ab, wie die Wallbox zu Hause installiert ist.

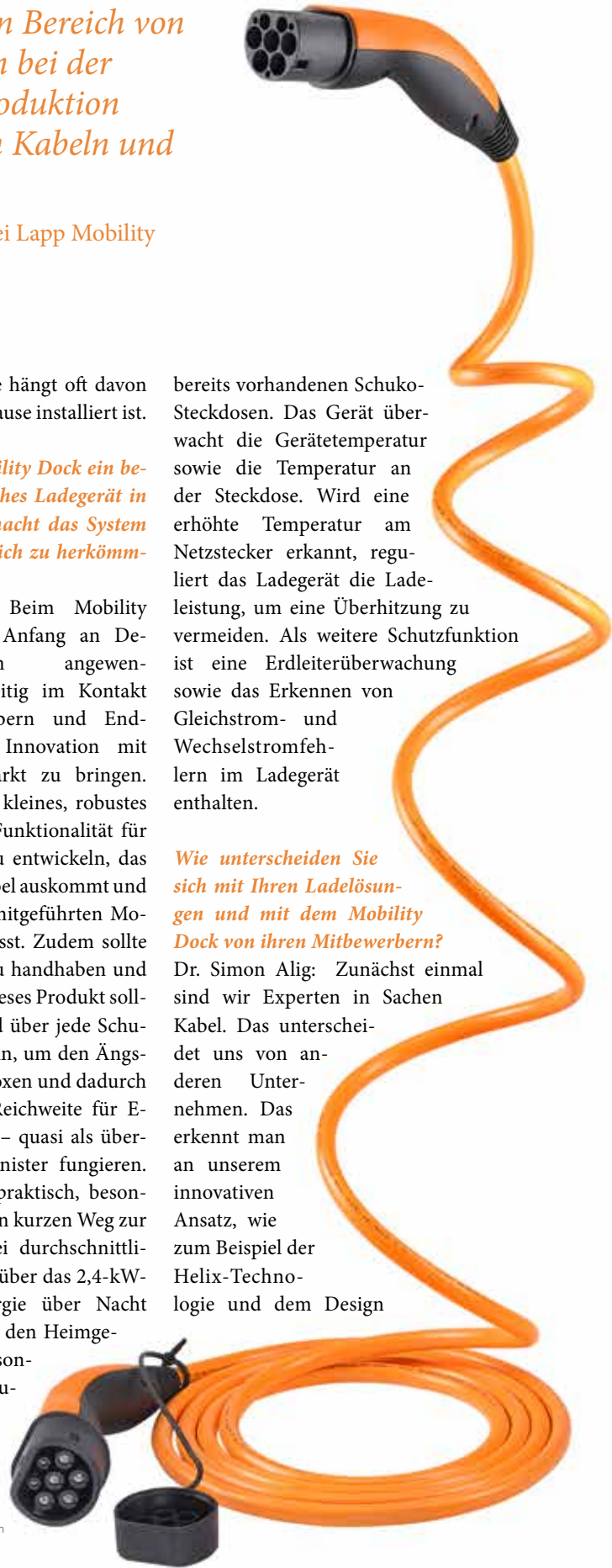
**Sie haben mit dem Mobility Dock ein besonders außergewöhnliches Ladegerät in Ihrem Portfolio. Was macht das System so einzigartig im Vergleich zu herkömmlichen Ladegeräten?**

Miroslav Ivankovic: Beim Mobility Dock haben wir von Anfang an Design-Thinking-Methoden angewendet. Wir waren frühzeitig im Kontakt mit E-Auto-Ladebetreibern und Endanwendern, um eine Innovation mit Mehrwert auf den Markt zu bringen. Unsere Idee war es, ein kleines, robustes Ladegerät mit Mode-2-Funktionalität für die Schuko-Steckdose zu entwickeln, das ohne angeschlagenes Kabel auskommt und sich mit dem im Auto mitgeführten Mode-3-Kabel verbinden lässt. Zudem sollte es platzsparend, leicht zu handhaben und besonders sicher sein. Dieses Produkt sollte mit 2,4 kW laden und über jede Schuko-Steckdose nutzbar sein, um den Ängsten vor fehlenden Wallboxen und dadurch bedingter zu geringer Reichweite für E-Fahrzeuge vorzubeugen – quasi als überall nutzbarer Reservekanister fungieren. Der Mobility Dock ist praktisch, besonders für Pendler, die einen kurzen Weg zur Arbeit haben. Selbst bei durchschnittlichen Fahrten kann man über das 2,4-kW-System genügend Energie über Nacht aufladen. Es ist auch für den Heimgebrauch geeignet, insbesondere für Mehrfamilienhäuser und Tiefgaragen mit

bereits vorhandenen Schuko-Steckdosen. Das Gerät überwacht die Gerätetemperatur sowie die Temperatur an der Steckdose. Wird eine erhöhte Temperatur am Netzstecker erkannt, reguliert das Ladegerät die Ladeleistung, um eine Überhitzung zu vermeiden. Als weitere Schutzfunktion ist eine Erdleiterüberwachung sowie das Erkennen von Gleichstrom- und Wechselstromfehlern im Ladegerät enthalten.

**Wie unterscheiden Sie sich mit Ihren Ladelösungen und mit dem Mobility Dock von ihren Mitbewerbern?**

Dr. Simon Alig: Zunächst einmal sind wir Experten in Sachen Kabel. Das unterscheidet uns von anderen Unternehmen. Das erkennt man an unserem innovativen Ansatz, wie zum Beispiel der Helix-Technologie und dem Design



*„Für Infrastrukturanbieter bieten wir ein umfangreiches Portfolio zur Integration in ihr Ökosystem an.“*

Miroslav Ivankovic, Geschäftsführer bei Lapp Mobility



unserer Stecker. Unser Hauptaugenmerk liegt auf dem Kabel selbst, denn es ist das wichtigste Element. Unsere Mission ist es, das Laden von Elektrofahrzeugen einfacher und bequemer zu gestalten. Wir entwickeln nicht nur aufgrund von Vorgaben, sondern denken ganzheitlich über das Thema nach, wie etwa bei unserer mobilen Ladelösung Mobility Dock. Im Gegensatz zu anderen Unternehmen, die sich ausschließlich auf die Autohersteller konzentrieren, sind wir spezialisiert auf die Ladeinfrastruktur rund ums Automobil und bieten auch Lösungen an, um Elektrofahrzeuge zu Hause oder an öffentlichen Ladestationen aufzuladen. Zudem kennen wir die geforderten Prozesse und die Elektrotechnik sehr genau. Unser Know-how erstreckt sich über die gesamte Branche, von der Autoverkabelung bis zur Ladeinfrastruktur im öffentlichen Raum. Wir bieten für unsere Großkunden individualisierte Lösungen nach deren Corporate Identity an, wie das Logo auf Steckern, die Farbe des Steckers oder Kabels, individuelle Logistiklösungen und mehr. Wir sind auch Ansprechpartner für Aufgaben, die zum Beispiel bei Kabeldurchführungen beginnen und bis zu hitzebeständigen Kabeln reichen, und das unterscheidet uns besonders von anderen Unternehmen.

*Sie produzieren nicht nur Ladelösungen, sondern entwickeln auch selbst. Können Sie darauf etwas detaillierter eingehen?*

Dr. Simon Alig: Wir decken einen großen Bereich von Aufgaben ab, angefangen bei

der Entwicklung über die Produktion bis zum Vertrieb von Kabeln. Unser Unternehmen verfügt über ein eigenes Entwicklungsteam, das sich auf die Neu- und Weiterentwicklung von Kernprodukten im Bereich der Elektromobilität spezialisiert hat. Unser Fokus liegt dabei auf dem Mehrwert für den Kunden, wie zum Beispiel Design, Langlebigkeit oder optimiertes Handling. Dies ist wichtig, da die Marktanforderungen für Kabel in der Elektromobilität sich deutlich von unserem herkömmlichen Geschäft unterscheiden. So arbeiten wir derzeit an neuen Anwendungsfeldern im DC-Umfeld. Hier geht es in erster Linie um die Robustheit und die Leistungsfähigkeit des Kabels für hohe Ströme, möglicherweise ohne kostenintensive Flüssigkühlung. Trotzdem soll das Kabel alle Anforderungen und Standards für das High Power Charging (HPC) erfüllen. Zusätzlich glauben wir, dass ein weniger "industriellastiges Design" die Marktchancen eines solchen Kabels erhöhen kann. Darüber hinaus widmen wir uns intensiv dem Thema Ladegeräte, insbesondere innovativen Wallboxen und anderen Ladesystemen, die im Bereich Elektromobilität eine immer größere Rolle spielen. Hierbei nutzen wir unser Know-how im Bereich der Gesamtsysteme, arbeiten jedoch eng mit Partnern zusammen, um Software und Hardware zu entwickeln, die unseren Anforderungen entsprechen.

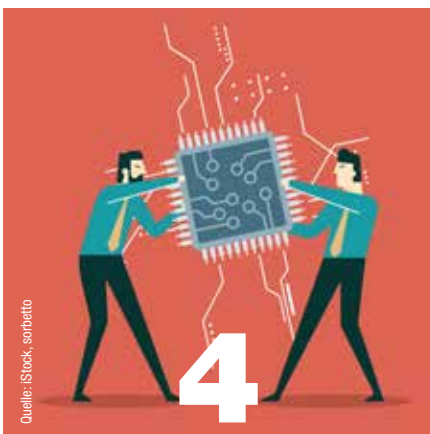
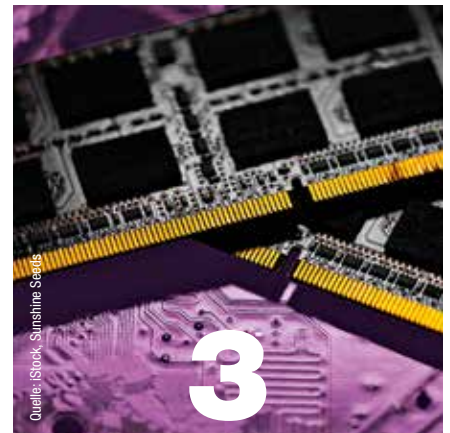
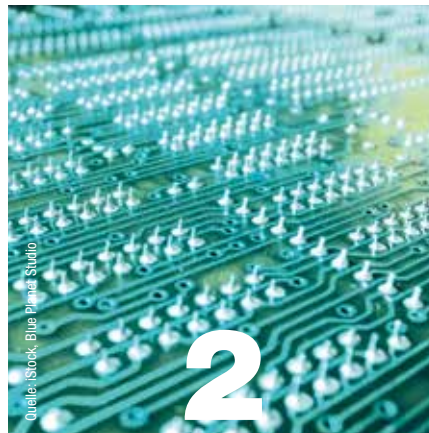
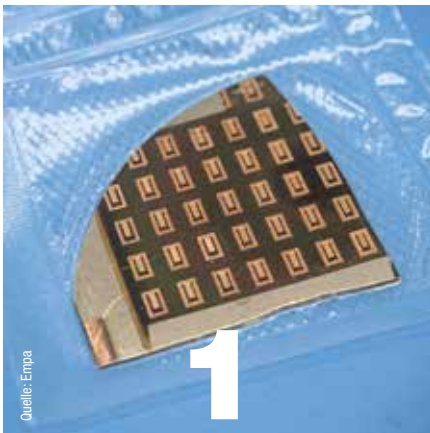
*Können Sie uns einen kleinen Ausblick geben, was Sie bei Lapp Mobility für die Zukunft planen?*

Dr. Simon Alig: Wir denken immer darüber nach, welche neuen Produkte wir entwickeln können, etwa im Bereich DC-Laden. Hier versuchen wir, die Usability der Kabel für den Nutzer weiter zu verbessern, indem wir beispielsweise die Kabel schmutzabweisender entwickeln oder Leuchtmittel nutzen. Darüber hinaus wollen wir unsere Kooperationen im Handel erweitern. Daher haben wir eine exklusive Vereinbarung mit einem Partner getroffen, um unsere Präsenz im Handel zu stärken. Denn die Prozesse im Handel sind komplex und unterscheiden sich stark vom Großkundengeschäft. Diese Zusammenarbeit wird in Zukunft noch europaweit ausgeweitet, um unsere Produkte für Endkunden online und offline zugänglich zu machen. Im Bereich der Ladeökosysteme gibt es noch viele ungenutzte Möglichkeiten, die wir in den kommenden eineinhalb Jahren erschließen möchten. Eine Idee ist, Installateuren zusätzliche Dienstleistungen anzubieten. So denken wir darüber nach, wie wir Elektrikern helfen können, die richtigen Installationsprodukte einfach zusammenzustellen, um etwa in Mehrfamilienhäusern Ladestationen erfolgreich zu installieren. Der Markt rund um die Elektromobilität befindet sich derzeit im Umbruch und in einer Konsolidierungsphase. Viele Unternehmen suchen nach Möglichkeiten, ihre Kompetenzen zu bündeln. In dieser Phase gibt es auch für uns viele Möglichkeiten zur Zusammenarbeit und zur gemeinsamen Entwicklung neuer Angebote. □

# 6

## HIGHLIGHTS

Fakten, Trends und Neues: Was hat sich in der Branche getan? Empa entwickelt Dünnschichtbatterien, Schneider Electric startet ein Partnerprogramm, um die CO<sub>2</sub>-Emissionen entlang ihrer Lieferkette zu reduzieren, die Julius-Maximilians-Universität Würzburg forscht an DNA-Chips und die Europäische Kommission will die Mikrochipsknappheit bekämpfen.

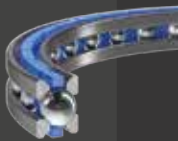




Bringen Sie Ihre Innovationen ins Rollen

Franke Drahtwälzlager für Logistik & E-Mobilität

Minimaler Einbauraum, große Mittenfreiheit & einstellbarer Drehwiderstand auch die Herstellung von Elektromotoren v



5%

Rabatt auf Ihre erste Online-Bestellung!



Sicherer und Langlebiger

## Next Level Batterie

Das Empa-Spin-off „BTRY“ will Batterien neu denken: Seine Dünnschichtbatterien sind nicht nur langlebiger als herkömmliche Lithium-Ionen-Akkus, sondern auch umweltfreundlicher in der Herstellung und lassen sich in einer Minute auf- und entladen. Noch ist die Batterie klein, aber in Zukunft soll sie vor allem in Anwendungen wie Smartphones oder Satelliten genutzt werden.

1

Erfahren Sie mehr: [industr.com/2715851](http://industr.com/2715851)

Dekarbonisierung in der Halbleiterindustrie

## Weniger CO<sub>2</sub>

Schneider Electric startet das Partnerprogramm „Catalyze“, in dem führende Halbleiterunternehmen wie Intel und Applied Materials zusammenarbeiten, um die CO<sub>2</sub>-Emissionen entlang ihrer Lieferketten zu reduzieren. Der Fokus liegt auf der verstärkten Nutzung erneuerbarer Energien und der Digitalisierung, um die Dekarbonisierung der Halbleiterindustrie voranzutreiben.

2

Erfahren Sie mehr: [industr.com/2713963](http://industr.com/2713963)

Zukunft der Datenspeicherung

## DNA-Chips

Die Natur zeigt in Form der DNA, wie sich Daten platzsparend und langfristig speichern lassen. An DNA-Chips für die Computertechnik forscht auch der Lehrstuhl Bioinformatik an der Julius-Maximilians-Universität Würzburg. Dabei gibt es verschiedene Herausforderungen zu bewältigen, wie zum Beispiel hohe Kosten pro Megabyte Speicher und zeitintensiver Datenabruf.

3

Erfahren Sie mehr: [industr.com/2715825](http://industr.com/2715825)

Knappheit von Mikrochips

## Förderung durch EU

Die weltweite Mikrochipsnachfrage soll sich bis 2030 verdoppeln. Das Problem: Mikrochips sind wesentliche Bestandteile moderner Schaltkreise. Halbleiter werden in sehr vielen Bereichen eingesetzt, von Geräten im Gesundheitswesen, PC-Daten bis hin zu industriellen Anwendungen. Die Europäische Kommission will nun mit dem EU Chips Act die Knappheit bekämpfen.

4

Erfahren Sie mehr: [industr.com/2714645](http://industr.com/2714645)

Kommunikation auf dem Mond

## Mobilfunknetze

Nokia beteiligt sich an der „Tipping-Point“-Initiative, indem es eine energieeffiziente 4G/LTE-Mikrofunkzelle für die Mondmission IM-2 entwickelt, um die Kommunikation auf dem Mond zu ermöglichen. Dieses Engagement zeigt Nokias langjährige Bemühungen, Mobilfunknetze als Schlüsselkomponenten für die Raumfahrt und die Zukunft der Weltraumwirtschaft zu etablieren.

5

Erfahren Sie mehr: [industr.com/2716548](http://industr.com/2716548)

Batterien aus nachhaltigem Lithium

## Geothermie

Wissenschaftler des KIT forschen an Methoden zur Lithiumgewinnung aus geothermischen Quellen, um den steigenden Bedarf für Batteriespeicher in Richtung Klimaneutralität zu decken. Dabei zeigen aktuelle Ergebnisse, dass Geothermie-Kraftwerke einen potenziell bedeutenden Beitrag zur Lithiumproduktion leisten könnten, ohne erhebliche Umweltauswirkungen.

6

Erfahren Sie mehr: [industr.com/2716678](http://industr.com/2716678)



Umfrage zur Elektromobilität

## E-MOBILITY UND DIE HERAUSFORDERUNGEN FÜR DIE ELEKTRONIKENTWICKLER

Die Elektromobilität wächst unaufhaltsam weiter. Doch auch sie unterliegt bestimmten marktrelevanten Gesetzmäßigkeiten. Mit welchen Herausforderungen müssen sich Elektronikentwickler auseinandersetzen, wenn sie Bauteile, Komponenten oder Systeme für die Elektromobilität entwickeln? Diese Frage haben wir einigen namhaften Unternehmen gestellt.

UMFRAGE: Bernhard Haluschak, E&E BILDER: Jauch Quartz; Kontron; Renesas Electronics; TE Connectivity; iStock, kaptnali



**TIMO  
SCHMIDT**

Elektronikentwickler, die an der Entwicklung von Lithium-Ionen-Batterien arbeiten, stehen vor verschiedenen Herausforderungen und müssen einige Aspekte berücksichtigen. Höchste Priorität hat hierbei die Batteriesicherheit. Aber auch der Temperaturbereich, die Kapazität, der Strombedarf oder die passende Zellchemie sind wichtig. Ein weiterer Punkt sind regulatorische Anforderungen, da zu Beginn bekannt sein muss, welche Normen der Batteriepack erfüllen muss ( UL2454, IEC62133, CE, BIS, UN38.3). Bereits bei der Entwicklung des Packs ist sicherzustellen, dass alle Vorgaben eingehalten werden, zum Beispiel die Verwendung von UL-Komponenten oder eine doppelte Absicherung durch MOSFETs oder PTCs.

Chief Operating Officer, Jauch Quartz



**BERND EDER**

Für uns kommt hier eine ganze Reihe wichtiger Aspekte zusammen. Erstens die Energieeffizienz, um ausreichende Reichweiten von Elektrofahrzeugen zu gewährleisten. Dies erfordert die Entwicklung äußerst effizienter Komponenten, die den Energieverbrauch minimieren. Sicherheit und Zuverlässigkeit elektronischer Systeme ist ein kritischer Aspekt: Bei Elektrofahrzeugen können Ausfälle schwerwiegende Folgen haben; daher ist es unerlässlich, hochsichere Lösungen zu entwickeln, um Unfälle und Systemausfälle zu verhindern. Die Integration verschiedener Kommunikationsprotokolle und Sensoren ist ebenfalls herausfordernd, da Elektrofahrzeuge stark vernetzt sind und eine reibungslose Kommunikation zwischen den Komponenten erfordern. Die Miniaturisierung spielt eine Rolle, da Elektrofahrzeuge leicht und kompakt sein sollen, was ebenso platzsparende wie leistungsstarke Elektronikkomponenten erfordert. Und schließlich ist die Kostenoptimierung für eine erschwingliche Elektromobilität von großer Bedeutung.

EVP Transportation, Kontron Group



**SAM GOLD**

Heutige EVs verwenden zunehmend modulare E-Axle-Konzepte, die Motor, Inverter und Getriebe enthalten. Um Leistung, Effizienz und Größe weiter zu verbessern, gibt es den Trend, darüber hinaus auch Leistungselektronik wie DC-DC-Wandler und On-Board-Charger zu integrieren. Ein solcher X-in-1-Ansatz erhöht die Komplexität und erfordert ein hohes Maß an Qualität. Dies stellt eine Herausforderung für die Entwicklung und das Lifecycle-Management dar. Daher werden präventive Technologien für die Sicherheit wie Diagnosefunktionen und Fehlervorhersage entscheidend sein, um die Sicherheit und Verfügbarkeit von Fahrzeugen zu gewährleisten. Hier spielt die kluge Auswahl anwendungsspezifischer MCUs eine entscheidende Rolle.

High Performance Computer  
Solution Group, Renesas Electronics



**MARCO  
SCHADACH**

Die Entwicklung einer Ladeinfrastruktur erfordert sichere und intelligente Ladelösungen, die vielfältige Anforderungen erfüllen sollten. Dabei spielen Energieeffizienz, Umweltfreundlichkeit und eine verbesserte Nachhaltigkeit eine Rolle. Und nicht zuletzt kommt es auch auf die Kosten an, die möglichst niedrig sein sollten. Technisch betrachtet ist ein schneller Ladevorgang und das langfristige Halten der Ladung für größere Reichweiten unverzichtbar. Hochleistungsrelais und -schütze sollten ein zuverlässiges und hochwertiges Schaltungsdesign aufweisen, so dass die Produkte stabil arbeiten, weniger ausfallen und auch im Notfall zuverlässig funktionieren. Die elektrischen Schaltungen sollten die Forderungen nach einer langen Lebensdauer erfüllen.

EMEA Application Field Engineering,  
BESS & EVI, TE Connectivity

Verbesserte Leistung und Lebensdauer  
von Elektrofahrzeugen

## Batterielebensdauer vorhersagen

Neue Technologien verändern Elektrofahrzeuge (Electric Vehicles, EVs) und verbessern das Fahrerlebnis. Sie haben aber auch erhebliche Auswirkungen auf die Lieferkette und verändern die Produktionsabläufe der Fahrzeughersteller. Die gesamten Systeme der Fahrzeuge werden neu erfunden, einschließlich Displays, Antriebsstränge, Infotainment und Telemetrie. Die Vision des softwaredefinierten Fahrzeugs (SDV) mit komplexer Software auf vernetzten, leistungsstarken Systemen, rückt für die Branche in greifbare Nähe.

TEXT: Dr. Andreas Both, Antonio Leone, Curt Hillier, NXP; Brian Glassman, Electra Vehicles

BILDER: NXP; Electra Vehicles; iStock, mgstudyo







**CLEVER & EINZIGARTIG**  
**OPTA - PROGRAMMIERBARE**  
**LOGIKRELAIS**  
 Serie 8A



**OPTA**

Mit über 4.000 Programmen aus der Arduino Bibliothek perfekt für nahezu jede Anwendung in der industriellen Automatisierung, OEM und Gebäudeautomation.

- EIGENSCHAFTEN**
- Versorgungsspannung 12...24 V DC
  - 8 digitale/analogue (0-10 V) Eingänge
  - 4 Relaisausgänge 10 A
  - USB (Typ C) Highspeed-Anschluss für:
    - Ethernet und/oder Modbus

**Vergleich der SoC-Schätzmethoden: Coulomb-Zählung und Kalman-Filter vs. Electras Adaptive Battery Digital Twin**

SOC-MESSVERFAHREN	NEUWAGEN		3 JAHRE ALTES FAHRZEUG		5 JAHRE ALTES FAHRZEUG	
	CC & KF	ELECTRA DIGITALER ZWILLING	CC & KF	ELECTRA DIGITALER ZWILLING	CC & KF	ELECTRA DIGITALER ZWILLING
LANGSAMES, GLEICHMÄßIGES TEMPO	HOCH	HOCH	MITTEL	HOCH	MITTEL	HOCH
HOHE, KONSTANTE GESCHWINDIGKEIT	HOCH	HOCH	GERING	HOCH	GERING	HOCH
HÄUFIGES BESCHLEUNIGEN UND BREMSEN	HOCH	HOCH	MITTEL	HOCH	GERING	HOCH

HOCH = Hohe SoC-Genauigkeit   
 MITTEL = Mittlere SoC-Genauigkeit   
 GERING = Geringe SoC-Genauigkeit

Vergleich der SoC-Schätzmethoden: Genauigkeit von Coulomb-Zählung (CC) und Kalman-Filter (KF) im Vergleich zu Electras Adaptive Battery Digital Twin im Zeitverlauf.

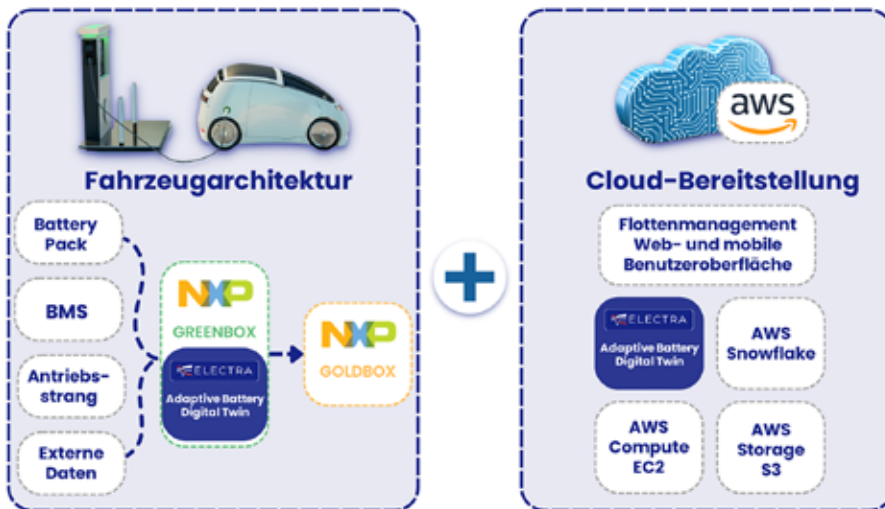
Dank der integrierten Software und 5G-Konnektivität, einschließlich der Verbindung zur Cloud, ist die Kommunikation mittels Vehicle-to-Everything (V2X)-Technologie möglich. Und im Familien-einsatz lassen sich softwarebasierte EVs umfassend an Komfort- und Sicherheitspräferenzen von Einzelpersonen inklusive deren Fahrvorlieben anpassen. Kommerzielle EV-Flotten können wiederum ihre Effizienz durch den Einsatz intelligenter Routing- und Ladealgorithmen optimieren.

Eine große Sorge von EV-Fahrern ist die Reichweite. Die Standardmethoden zur Schätzung des Ladezustands (State-of-Charge, SoC) der Batterie sind die Coulomb-Zählung und der Kalman-Filter. Ähnlich wie eine Tankanzeige liefern sie die dem Fahrer eine genauere Reichweitschätzung. Allerdings berücksichtigt keine der beiden Methoden das Alter der Batterie, wodurch die SoC-Schätzungen im Laufe der Lebensdauer des Fahrzeugs immer ungenauer werden. Da die Genauigkeit der SoC-Schätzung die Grundlage für alle Funktionsentscheidungen des Batteriemanagementsystems bildet, ist eine effektivere Methode erforderlich.

### Digitaler Zwilling für Batterien

Das Unternehmen Electra Vehicles gilt als Vorreiter bei der Technologie des digitalen Zwillings für Batterien und hat den Adaptive Battery Digital Twin entwickelt. Dieser Ansatz für Batterien basiert auf einer strategischen Zusammenarbeit mit NXP. Die Batterietechnologie spielt eine zentrale Rolle in Elektrofahrzeugen, weshalb hohe Investitionen in ihre Entwicklung getätigt werden. Der „Adaptive Battery Digital Twin“ ist ein digitales Modell, das künstliche Intelligenz (KI) im Fahrzeug und maschinelles Lernen (ML) in der Cloud kombiniert. Der digitale Zwilling erfasst über Sensoren die Batterie- und Fahrzeugdaten über die gesamte Lebensdauer des Systems und kann so den aktuellen SoC der Batterie genau ermitteln und mithilfe seiner KI- und ML-Funktionen den zukünftigen SoC vorhersagen. Dabei wird der digitale Zwilling sowohl im Fahrzeug selbst als auch in der Cloud eingesetzt, um die Batterieleistung zu optimieren und das Fahrerlebnis zu verbessern.

Um zu veranschaulichen, wie der Adaptive Battery Digital Twin von Electra im



Electra Vehicles und NXP: Software- und Hardware-Einsatz des adaptiven digitalen Zwillings der Batterie.

Zeitverlauf die Batteriebensdauer einschätzt, wurde ein Vergleich mit der Standardmethode der Coulomb-Zählung und der Kalman-Filter-SoC-Schätzung vorgenommen.

Aggressives oder unberechenbares Fahrverhalten kann die Batterie eines Elektrofahrzeugs stark beanspruchen, was häufig zu einer Verschlechterung der Batterieleistung führt. Mit zunehmendem Alter des Fahrzeugs werden die eingesetzten Standardmethoden zur Schätzung des Ladezustands (SoC) je nach Fahrstil weniger genau. Durch den Einsatz von speziellen modifizierten KI/ML-Modellen lernt die Batterie kontinuierlich aus den individuellen Fahrmustern und berücksichtigt dabei verschiedene Faktoren wie die Batterietemperaturen bei unterschiedlichen Witterungsbedingungen, Fahrlasten und Ladezuständen. Dadurch kann das Batteriemanagementsystem (BMS) die spezifischen Ladebedingungen und die Fahrgrenzen optimieren, um dadurch die Reichweite der Batterie zu erhöhen.

Der digitale Zwilling kann aber nicht nur den SoC der Batterie genau einschätzen, sondern auch andere Metriken überwachen, die Einblicke in den Gesundheitszustand der Batterie geben, ohne dass eine physische Inspektion erforderlich ist. Anomalien und kritische Ausfälle der Batterie können dadurch früher erkannt und so Empfehlungen für wichtige Wartungsmaßnahmen gegeben werden. Darüber hinaus kann er Fahr- und Ladetipps bereitstellen, die ein für die Batterie negatives Fahrverhalten verhindern helfen. Das vermeidet Batterieschäden und verlängert die Lebensdauer der Batterie. Das führt zu einer Senkung der Wartungskosten für die Batterie und die Garantie. Darüber hinaus wird OEMs, die gesunde Batterien identifizieren können, so die Möglichkeit zur Garantieverlängerung für Batterien mit geringem Risiko geboten.

## Einsatz Digitaler Zwillinge

Im Einsatz in einem BMS empfängt der Adaptive Battery Digital Twin präzise Spannungs-, Temperatur-, Strom- und andere relevante Daten. Die Daten werden synchronisiert und verarbeitet, um den SoC mithilfe eines KI-Algorithmus zu berechnen. Die berechneten SoC-Messungen werden dann über das Controller Area Network (CAN) an die Batteriesystemkomponenten übertragen, die genaue und aktuelle SoC-Informationen benötigen. Die Messungen werden weiterverarbeitet, komprimiert und gespeichert, bis eine sichere Verbindung zur Cloud hergestellt werden kann – entweder über eine kostengünstige Internetverbindung oder durch eine Over-the-Air-Übertragung (OTA). Nach Abschluss des umfassenden maschinellen Lernens in der Cloud wird eine kompakte Konfigurationsdatei in Form eines verschlüsselten OTA-Updates zurück an das Fahrzeug gesendet und dann im Batteriemanagementsystem (HVBMS) aktualisiert. Dadurch bleibt der fahrzeuginterne Adaptive Battery Digital Twin von Electra immer auf dem neuesten Stand und ist mit den aktuellen Fahrzeug- und Flottenkenntnissen trainiert. Das ermöglicht kontinuierlich verbesserte Schätzungen des Ladezustands (SoC) und des Batteriezustands (State of Health, SoH).

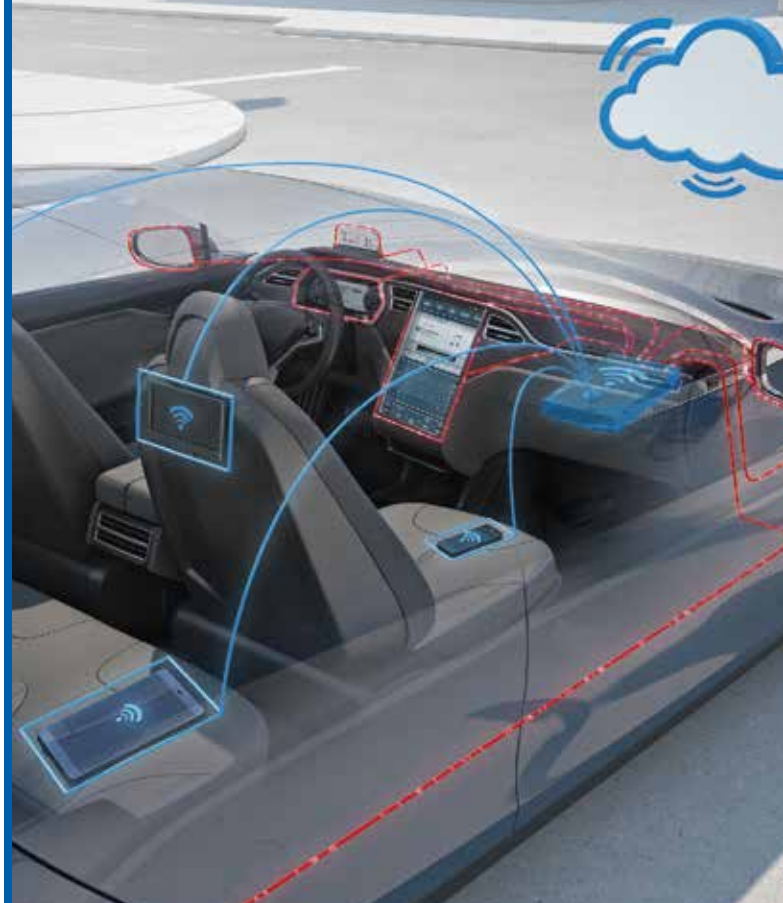
Das Hochspannungs-BMS (HVBMS) von NXP fungiert als zuverlässige und sichere Datenquelle für den Adaptive Battery Digital Twin von Electra, der für ein effizientes EV-Batteriemangement sorgt. Die S32K3-MCU ist das Herzstück des HVBMS und die S32G-GoldBox übernimmt die Datenverarbeitung, den Onboard-Speicher und die sichere Cloud-Konnektivität. Gemeinsam erstellen sie SoC- und SoH-Messungen der Fahrzeugbatterie, basierend auf den Erkenntnissen des Cloud-basierten Adaptive Battery Digital Twin.

Auf der Embedded World 2023 wurde die Zusammenarbeit von Electra's Adaptive Battery Digital Twin und die NXP-Lösung live demonstriert. Anhand von simulierten Batterie- und Umgebungsdaten auf einer HVBMS-Referenzdesignplatine, die den Adaptive Battery Digital Twin und den S32K3-Chipsatz mit Strom versorgte, wurde eine Steigerung des SoH-Wertes um 12 Prozent im 11. Jahr der Fahrzeuglebensdauer im Vergleich zu einem Standardfahrzeug nachgewiesen.

## Wie sieht die Zukunft aus?

In Zukunft könnten private E-Fahrzeugbesitzer, Flottenbetreiber und OEMs von diesen Entwicklungen profitieren. Vorstellbar sind E-Fahrzeuge, die Ladezeiten und -geschwindigkeiten zugunsten einer längeren Batterielebensdauer vorhersehen und gleichzeitig unvorhergesehene Fahrten und saisonale Wetteränderungen berücksichtigen. Wir gehen davon aus, dass E-Fahrzeuge durch die Integration von Fahrerassistenzsystemen und Technologien für autonomes Fahren einen umweltfreundlicheren Fahrstil fördern, den Batterieverschleiß verringern und die Reichweite optimieren könnte. Neben dem Kilometerstand sollte das Armaturenbrett auch der SoH-Wert und die verbleibende Lebensdauer der Batterie anzeigen, um den Wiederverkaufswert eines E-Fahrzeugs zu erhöhen.

Flottenbesitzer könnten von einer vernetzten intelligenten Fahrzeugflotte profitieren, die bestimmte Fahrzeuge für tägliche Fahrten vorschlägt, um den Batterieverschleiß gleichmäßig über die gesamte Flotte zu verteilen. Sie würden täglich vorbeugende Wartungspläne erhalten, die auf den individuellen Anforderungen und der prognostizierten Restlebensdauer der einzelnen Fahrzeuge in der Flotte basieren. Schließlich hätten OEMs in Zukunft die Möglichkeit, softwaredefinierte E-Fahrzeuge dynamisch an die individuellen Fahr- und Ladegewohnheiten jedes Besitzers anzupassen, wodurch auch ihre Garantiepläne automatisch angepasst werden könnten. Basierend auf intelligenter KI-Modellierung sind neue Dienstleistungen denkbar, die den Umsatz steigern, wie zum Beispiel verlängerte Garantien für Fahrer, bei denen das Risiko von Garantieansprüchen auf die Batterie als gering eingestuft wird. □



AUTOMOTIVE

## Steckverbinder

Rosenberger steht für innovative Steckverbinder-Systeme, die in modernen Fahrzeugen unverzichtbar sind – heute und in Zukunft:

Ob FAKRA- oder High-Speed-FAKRA-Mini-Steckverbinder, High-Power- oder High-Speed-Daten-Steckverbinder, Hochvolt- oder Magnetsteckverbinder – Qualität und Zuverlässigkeit unserer Automotive-Systeme sind konzipiert für vielfältige Anwendungen:

- Fahrerassistenzsysteme
- Autonomes Fahren
- Navigation und Telematik
- Infotainment und Fond-Entertainment
- Internet und Mobilkommunikation
- Batterielade-Applikationen und Stromversorgung in Elektro- und Hybridfahrzeugen.

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

**Rosenberger**

Ladeinfrastruktur individuell aufbauen

## Infrastruktur-Ladedosen nach Baukastenprinzip

Ladeinfrastruktur nach Baukastenprinzip bedarfsgerecht aufbauen – klingt einfach? Inzwischen ist es das auch: mit den individuell anpassbaren AC-Ladesteckdosen Charx connect modular.

TEXT: Antje Berit Meier, Phoenix Contact E-Mobility BILDER: Phoenix Contact; iStock, Otherwise

Ob runder oder eckiger Deckel, mit oder ohne Temperatursensor, mit 3- oder 4-poligem Aktuator: Mit modularen AC-Ladedosen sind Ladestationen und Wallboxen frei und nach Wunsch konfigurierbar. Selbst das Kabelset lässt sich hinsichtlich Leistungsklasse und Kabellänge einzeln auswählen. So kann eine flexibel gestaltete Ladedose dazu beitragen, Ladeinfrastruktur individuell und anwendungsorientiert aufzubauen.

### Anwenderorientierte Ladeinfrastruktur

AC-Ladestationen mit Ladesteckdose können das Laden zuhause, bei der Arbeit oder unterwegs abdecken. Schließlich führt

jeder E-Auto-Fahrer ohnehin ein passendes mobiles Ladekabel im Kofferraum mit sich. Fahrer von Elektrofahrzeugen können damit problemlos überall ihre Fahrzeuge laden, dennoch: Zusätzlichen Komfort für Anwender erreichen Hersteller von AC-Ladestationen und -Wallboxen durch eine größere Zahl Features. Ihr Einsatz sollte immer bedarfsgerecht und im Interesse des Kunden erfolgen. Denn je nach Installationsort variieren die Anforderungen und damit auch die Kosten.

Zielanwendungen sind alle Situationen, die sich aufgrund der typischen mehrstündigen Parkdauer für das AC-Laden eignen. Dazu zählt im privaten Bereich das Laden des eigenen Autos im

Ladeinfrastruktur nach dem Baukastenprinzip umsetzen: Mit modularen AC-Ladesteckdosen ist das jetzt problemlos möglich.



Carport oder in der Garage mit Netzstrom. Im halböffentlichen Bereich zählen dazu das Laden von Mitarbeiter-PKW oder der Firmenwagenflotte oder das Laden in Parkhäusern. Welche Rolle spielt in diesen verschiedenen Szenarien die AC-Ladesteckdose?

### Modularität für mehr Effizienz

Das modulare Konzept der Ladedose Charx connect modular erhöht die Möglichkeiten, auf Zielanwendungen und Bedarfe zu reagieren. Aufgrund der Modularität müssen Hersteller nicht unzählige Varianten zuvor konfektionierter Ladedosen bevorraten. Das ermöglicht eine transparente und kostenreduzierte Lagerhaltung. Ebenso sorgt die Modularität für eine Zeiterparnis während der Montage beim Kunden sowie bei Wartungsarbeiten im Falle eines notwendigen Austausches der Ladedose.

Das Dichtkonzept von Charx connect modular mit voll umspritzten Kontakten erhöht die Robustheit (Schutzklasse >IP55), Langlebigkeit und Verfügbarkeit der Ladestation im Outdoor-Einsatz. Für eine weitere Vereinfachung bei der Montage der Ladedose ist die Direktkontaktierung beim Schutzdeckel mit LED-Statusanzeige verantwortlich. Dabei wird die Leistung nicht durch Kabel, sondern durch Schrauben nach vorne zu den LEDs gebracht. Es stehen zwei Ansteuerungsvarianten (gemeinsame Anode beziehungsweise Kathode) zur Verfügung.

### Ausgeklügeltes Design

Für Hersteller von Ladeinfrastruktur ist es wichtig und von großem Mehrwert, wenn sich eine Ladesteckdose harmonisch in das Zieldesign einer Ladestation beziehungsweise einer Wallbox

# Industrial Ethernet

Cat 5  
Cat 6  
Cat 7

Anwendungen für Roboter und Schleppketten

“Auch als kundenspezifische Hybridleitungen”

sps smart production solutions

14.-16.11.2023 / Nürnberg  
Halle 2 / Stand 2-330

SAB CATLine



+49/2162/898-0



www.sab-kabel.de



Charx connect modular lässt sich nach dem Baukastenprinzip individuell zusammenstellen: Dabei wählt man zwischen rundem und eckigem Schutzdeckel. Optionale LED-Statusanzeige, Temperatursensorik und Shutter lassen sich ebenfalls ergänzen.

einfügt. Charx connect modular wurde mit dem German Design Award 2023 in der Kategorie „Special Mention“ ausgezeichnet. Dieser Premiumpreis des Rats für Formgebung wird für bemerkenswerte Designleistungen verliehen. In die Bewertung floss maßgeblich das Baukastenprinzip dieser AC-Ladesteckdose ein. Denn sie ermöglicht Entwicklern und Designern hohe Flexibilität in der Ausprägung und Gestaltung von Ladestationen. Hersteller können zwischen einem runden und eckigen Produktdesign wählen und auf dem Schutzdeckel ein dediziertes Logo aufbringen – ob für ein durchgängiges Branding oder auch für eine individuelle Gestaltung.

Zudem lässt sich die optionale LED-Statusanzeige im Schutzdeckel der Ladesteckdose frei ansteuern: Funktionen wie Leuchten, Blinken und Pulsieren sind möglich – und das in allen RGB-Farben. So können Hersteller individuelle, auf ihr Corporate Design abgestimmte Farbwerte konfigurieren und eine harmonische Gesamtlösung umsetzen.

### Mehr Sicherheit durch smarte Features

Charx connect modular sind die ersten Ladesteckdosen mit integrierter Temperaturmessung. So kann die Steuerung bei einer gefährlichen Überhitzung den Ladevorgang unterbrechen, um Nutzer vor Gefahren und die Ladestation vor Beschädigungen zu schützen. Zusätzliche Sicherheit erfährt der Anwender durch den Einbau eines mechanischen Berührungsschutzes, auch Shutter genannt, der international gültigen Normen entspricht. Dieser funktioniert ähnlich einer Kindersicherung in heimischen Steckdosen und verhindert eine direkte Berührung der Kontakte oder auch das unsachgemäße Einführen von Gegenständen in

die Ladesteckdose. Dies schützt zum einen den Nutzer, zum anderen dient der Shutter auch als Schutz vor Vandalismus an der Ladeinfrastruktur. Die Bedienung erfolgt dabei komfortabel und einhändig, indem durch Einstecken des Ladesteckers die Schutzblende automatisch öffnet. Dies ermöglicht ein intuitives Handling ohne Dreh- oder Schiebbewegungen. Mit einem Shutter wird die Schutzart IPXXD erreicht. Auch bei der Verriegelung punktet das modulare Konzept und ermöglicht die Wahl zwischen einem 3- und einem 4-poligen Aktuator.

### Erhöhung des Nutzerkomforts

Bei der Entwicklung der modularen Ladedose wurde neben maximaler Sicherheit für den Anwender auch auf hohen Nutzerkomfort Wert gelegt. Die farbige LED-Anzeige im Schutzdeckel ermöglicht eine schnelle und intuitive Erfassung des Ladestatus beziehungsweise der Verfügbarkeit der Ladestation. Die Möglichkeit der einhändigen Bedienung (mit und ohne Shutter) unterstreicht die Einfachheit des Produktdesigns.

### Fazit

Als Hersteller für Ladetechnik liefert das Unternehmen Phoenix Contact alle Komponenten für die Entwicklung und den Aufbau von Ladesäulen und Wallboxen. Das Charx-Portfolio von der Infrastruktur-Ladesteckdose bis zum CCS-Ladekabel bildet die Basis für ein Ladenetz für Elektroautos. Je nach Anzahl, Ladeleistung und Funktionsumfang ihrer Ladepunkte wählen Hersteller aus dem Portfolio die passende Produktkombination – Betreiber von Ladeinfrastruktur können auf diese Weise bedarfsgerecht investieren und skalieren. □



Die Zukunft der Mobilität neu gedacht

## Das SDV kommt

Software formt die Welt um uns herum neu. Das Automobil, das lange Zeit als Gipfel der mechanischen Ingenieurskunst galt, bildet hier keine Ausnahme. Dabei konzentriert sich die Diskussion über die Zukunft der Mobilität zunehmend auf das Aufkommen und die zunehmende Verbreitung von softwaredefinierten Fahrzeugen (SDV).

TEXT: Shailendra Shrivastava, L&T Technology Services BILD: iStock style-photography

Das Auto als typisches Individualverkehrsmittel spielt dabei weiterhin eine zentrale Rolle in der künftigen Mobilität, was die Zahlen der Automobilindustrie unterstreichen. Nach der Erhebung des Verbands der Automobilindustrie VDA konnte die deutsche Automobilindustrie im Jahr 2022 trotz einer wirtschaftlich angespannten Lage ihren Umsatz aus der Inlandsproduktion um 23 Prozent auf knapp 506,2 Milliarden Euro steigern. Ausschlaggebend für den erstmals seit 2018 wieder sehr deutlichen Anstieg der Autoverkäufe war jedoch das Auslandsgeschäft – mit einem Plus von 29 Prozent im Vergleich zum Vorjahr. Software ist in diesem Szenario oft das entscheidende Unterscheidungsmerkmal.

### Nutzen aus dem SDV-Ecosystem ziehen

Zwar drehen die Hersteller auch auf der betriebswirtschaftlichen Seite an der Schraube, etwa durch eine Reduktion der Modellpalette, die den Kunden zur Verfügung steht. Doch langfristig muss die Komplexität im Fahrzeug selbst grundsätzlich reduziert werden und etwa gleichzeitig auf eine Ethernet-Architektur vorbereitet werden. Der Kabelbaum eines populären Automodells ist ein Beispiel. Dieser ist in einem VW Golf der neueren Baureihe bis zu anderthalb Kilometer lang. Er wird zudem manuell vormontiert und je nach Modell individuell konfiguriert, bis er nach Anlieferung in das Auto eingebaut wird. Mögliche Fehler in der Elektrik sind so systembedingt. Dennoch steigen die Anforderungen an das Bordnetz des Autos mit der Anbindung von immer mehr Sensoren, Kameras und Lidar-Einheiten geradezu exponentiell an, die gleichzeitig eine multimediale Erfahrung gewährleisten sollen. Hier liegt ein Grund für ein verlässliche Ethernet-Architektur.

Insidern ist längst klar, wie die Revolution aussehen muss: das Auto der Zukunft benötigt eine komplett neue elektrisch-elektronische Architektur (E/E-Architektur). Zonale E/E-Architekturen werden zunehmend eine zentrale Rolle spielen, um die Vereinfachung von Steuergeräten, kontinuierliche Aktualisierungen und die Monetarisierung über den gesamten Lebenszyklus ermöglichen. Das neue Auto, das hierbei entsteht, wird nicht durch den Antriebsstrang oder sein Chassis definiert, sondern durch seine Software. Dabei darf nicht außer Acht gelassen werden, dass das Software defined Vehicle als Trend nur eine indirekte Verbindung zum Elektroauto darstellt - auch wenn es

für den Verbraucher vielleicht der offenkundig sichtbarste Ausdruck dieser neuen Art von Fahrzeug ist.

SDVs sind eine rollende Computercloud auf Rädern, die ganz nebenbei auch eine Antwort auf die drängenden Probleme der Industrie oder auch der Menschheit insgesamt sind. Für die Industrie bieten sie die Chance zur Reduktion der mechanischen Komplexität, damit der Kosten und der gesteigerten Umweltfreundlichkeit. Für die Menschen bieten sie bislang ungeahnte Nutzererfahrungen und eröffnen aber auch auf Grund ihrer Intelligenz und „Hyperconnectivität“ die Perspektive für erweiterte Nutzungsmodelle. Wenn der Besitzer es erlaubt, könnte es am Abend zuvor eine Mitfahrgelegenheit für alle anbieten, die das gleiche Nahziel haben, und die Route fertig planen. Und später die Abrechnung sowie Abbuchung der einzelnen anteiligen Kosten übernehmen.

In Zukunft könnten sogar die Musikvorlieben der einzelnen Fahrer und die Fahrgewohnheiten des Fahrers automatisch in der Fahrzeugdatenbank aktualisiert werden, indem Big Data genutzt wird. Infolgedessen könnte jede Fahrt in einem solchen Fahrzeug zum Maßstab für ein transformatives Erlebnis werden, bei dem das Infotainmentsystem des Fahrzeugs nahtlos auf die Bedürfnisse der Fahrgäste eingeht und ein personalisiertes Fahrgefühl im Cockpit vermittelt.

### Die SDV-Wertschöpfungskette erschließen

Der Markt für SDV-Entwicklungen und Anwendungen ist heute bereits groß und wird einen robusten Wachstumspfad beibehalten. Nach Angaben von Precedence Research hat der Markt für SDVs bereits ein Volumen von 35,6 Milliarden US-Dollar und soll mit einer jährlichen Steigerung von 19,47 Prozent den Wert von 210,88 Milliarden US-Dollar im Jahr 2032 erreichen. Zum Vergleich: Nach Angaben von Fortunebusiness Insights wächst der Markt von Fahrwerksystemen von 21,64 Milliarden US-Dollar im Jahr 2020 auf 24,76 Milliarden US-Dollar im Jahr 2027, bei einer CAGR von 1,9 Prozent im Zeitraum 2020-2027 – was auch Lieferkettenprobleme bedingt durch die Pandemie auf die aktuelle und kommende Postpandemie-Wirtschaft widerspiegelt.

Viele Prinzipien der Architektur eines SDVs werden aus der Informationstechnologie kommen – etwa die Ablösung einer



Stern- und Punkt-zu-Punkt-Verkabelung durch ein übergreifendes Bussystem. Aber um das SDV eine breit akzeptierte Realität werden zu lassen, sind vielfache Anstrengungen auf allen Ebenen von der Elektronik-Hardware über Middleware, dem „Auto-Betriebssystem“ bis zu Endanwendungen, den „Apps“ notwendig. Dafür braucht es nicht nur die Kooperation zwischen Autokonzernen und globalen Entwicklungsunternehmen. Es stehen heute bereits innovative „Tier 0.5“ Lieferanten aus der Elektronik und IT mit großem Knowhow und jahrelanger Erfahrung zur Verfügung. LTTS, ein indischer Engineering- und Tech-Konzern mit mehr als 23.000 Mitarbeitern arbeitet für BMW im Bereich des Infotainments für Hybridfahrzeuge zusammen. Solche Partner, die sowohl nearshore als auch offshore arbeiten, können für die großen OEMs die neutralen Helfer werden, um den Bestand an eigener Intellectual Property zügig aufzubauen.

Die Automobilindustrie geht allmählich von einem zentralisierten Hochleistungscomputer mit einer zonen- oder domänencontrollerbasierten Architektur zur Realisierung eines softwaredefinierten Fahrzeugs über, bei dem die Anwendungssoftware unabhängig in einer von der Hardware abstrahierten SDV-Umgebung als Microservices gemäß einer serviceorientierten Architektur entwickelt wird. Sie beherbergt Anwendungen und Dienste, die miteinander kommunizieren und Daten austauschen, was eine einfache Aktualisierung von Merkmalen, Funktionen oder das Hinzufügen neuer Funktionen im Fahrzeug ermöglicht. Durch die Kombination von tiefgreifender Erfahrung in der Automobilindustrie mit einer breiten Palette innovativer Mobilitätslösungen ermöglichen es Ingenieurdienstleister wie LTTS ihren Kunden, die Reise des SDV (Software Defined Vehicle) auf die Langstrecke zu heben, indem sie die anstehenden Herausforderungen angehen. Die Tätigkeitsfelder sind vielfältig und decken diese Bereiche ab:

**Modulare Software-Architektur mit robusten Hardware-Plattformen:** SDVs werden modulare Software-Architekturen verwenden, die effiziente Updates, Skalierbarkeit und Interoperabilität zwischen verschiedenen Fahrzeugsystemen und -komponenten ermöglichen. Dieser Ansatz fördert die Flexibilität für eine schnellere Integration neuer Merkmale und Funktionalitäten. Dies erfordert robuste Hardware-Plattformen, die fortschrittliche Rechenleistung, effizientes Energiemanagement

und nahtlose Integration mit einer Vielzahl von Sensoren und Kommunikationssystemen unterstützen.

**Hyper Connectivity und Künstliche Intelligenz:** SDVs werden in der Lage sein sich mit vielen anderen Clouds (etwa einer Smart-City-Infrastruktur) sowie intelligenten Endgeräten sicher zu verbinden. Die Möglichkeit der Rechenleistung on-Board aber auch off-Board werden mögliche Anwendungsfälle potenzieren. Dabei werden- SDVs zunehmend die Möglichkeiten der künstlichen Intelligenz (KI) nutzen, um ihre Fähigkeiten zu verbessern und fortschrittliche Entscheidungsfindung, vorausschauende Analysen und intelligente Automatisierung für ein sichereres und effizienteres Fahrerlebnis zu ermöglichen.

**Verbesserte Personalisierung bei hoher Sicherheit:** SDVs werden erweiterte Personalisierungsoptionen und damit ungeahnte Nutzererlebnisse bieten. Das Fahrerlebnis wird durch intuitive Schnittstellen, adaptive Einstellungen und maßgeschneiderte Funktionen, die auf die Vorlieben und Bedürfnisse der Nutzer abgestimmt sind, neu definiert werden. Gleichzeitig werden robuste Cybersicherheitsmaßnahmen den Schutz der Nutzer beziehungsweise ihrer Identitäten gewährleisten.

**Virtualisierung und Cloud-gestützte Softwareentwicklung:** Die Zukunft von SDVs wird auch von der zunehmenden Einführung von Virtualisierung und Cloud-fähigen Softwareentwicklungsparadigmen abhängen. Durch die Nutzung der Flexibilität eines Cloud-Ökosystems werden Automobilunternehmen und ihre ER&D-Partner in der Lage sein, Updates für die Fahrzeugsoftware umfangreich zu testen, zu ändern und auszurollen.

Bei der Reise zum SDV, dem neuen Typ von Auto, darf nicht vergessen werden, dass dieser Schritt in die Zukunft im Ausgleich zwischen Fortschritt, Sicherheit und Benutzerorientierung erfolgt. Während die SDV-Industrie jetzt bereits stark wächst, muss der Fokus weiterhin auf der nahtlosen Integration von Technologie, der Sicherheit des Nutzers und der Maximierung der Effizienz für den Endnutzer liegen. Die wachsende Rolle der Software im Auto – vom Fahren über die Wartung und das Infotainment bis hin zur Navigation – könnte schon bald der nächste Meilenstein in der Geschichte der Mobilität sein, ähnlich wie die Ablösung des Pferdes durch den Verbrennungsmotor. □



5G BIETET FORTSCHRITT UND PROZESSOPTIMIERUNG FÜR INDUSTRIEUNTERNEHMEN

## MEHR ALS NUR EIN MOBILFUNKSTANDARD

5G ermöglicht Echtzeitanwendungen für vernetzte Geräte. Im Vergleich zu 4G (LTE) bietet 5G höhere Geschwindigkeiten (bis zu 10 Gbit/s), geringere Latenzzeiten, mehr Kapazität und eine höhere Gerätedichte. Bis 2025 wird 5G weit verbreitet sein, was neue Möglichkeiten, jedoch auch Herausforderungen für Echtzeitanwendungen in Deutschland mit sich bringt.

TEXT: Reichelt Elektronik BILD: iStock, adrian825

Das neue 5G-Netzwerk wird insbesondere für seine geringe Latenzzeit geschätzt. Sie bezieht sich auf die Zeit, die zwischen dem Senden eines Signals von einem Gerät zum Empfangen und Verarbeiten der Daten durch ein anderes Gerät versteht. Im Vergleich zu 3G und 4G bietet 5G eine deutlich niedrigere Latenzzeit, was beispielsweise für Anwendungen im Bereich industrielle Automatisierung von Vorteil ist. Dank 5G ist ein sicherer Fernzugriff auf Maschinen und Anlagen möglich, selbst an abgelegenen Orten. Die verbesserte Datenverbindung und Reaktionsfähigkeit erleichtern die

Fernsteuerung und sorgen dafür, dass Ingenieure nahtlos eingreifen und Probleme schnell beheben können. Somit ist ein reibungsloser Betrieb gewiss.

Die schnellere Datenverbindung spart auch wertvolle Zeit – etwa, wenn bei Machine-Learning-Anwendungen Daten in Echtzeit übertragen und ausgewertet werden. So lassen sich neue Einstellungen bei Maschinen sofort testen. Auch bei der Qualitätskontrolle ist eine schnellere Reaktion auf fehlerhafte Produktion möglich. 5G ermöglicht eine höhere Kapazität des Datenvolumens und

fördert somit eine engere und schnellere globale Kommunikation. Dennoch stehen Unternehmen bei der Implementierung des neuen Mobilfunkstandards auch vor einigen Herausforderungen.

### Neue Herausforderungen

In Bezug auf die Herausforderungen ist es wichtig zu wissen, dass die tatsächliche Latenzzeit in 5G-Netzwerken von verschiedenen Faktoren abhängt, beispielsweise der firmeninternen Netzwerkbelastung oder der Entfernung zwischen den Geräten, die die Signale senden



und empfangen. Weitere Faktoren sind die Qualität der Netzwerkinfrastruktur und Anforderungen der jeweiligen Anwendung. Um also passende Bedingungen für 5G zu bieten, empfiehlt es sich für Unternehmen, als ersten Schritt bei der Implementierung die firmeninterne Infrastruktur unter die Lupe zu nehmen. Beispielsweise kann die Interoperabilität zwischen einem 5G-Netzwerk und verschiedenen Geräten zu einem Hindernis werden. Es ist also wichtig, dass die verschiedenen im Unternehmen eingesetzten Hersteller und Anbieter miteinander kompatibel sind, um eine reibungslose Kommunikation zu gewährleisten.

Des Weiteren werden die Mobilfunknetze mit zunehmendem Einsatz von Echtzeitanwendungen komplexer. Das erschwert wiederum das Finden und Beheben von Fehlern im System. Hierfür empfiehlt es sich, entsprechendes Fachpersonal zu schulen und bei eventuell auftretenden Problemen einzusetzen.

Außerdem können Echtzeitanwendungen Schwierigkeiten auslösen zum

Beispiel, wenn kritische Anwendungssysteme keine Überschreitungen von Reaktionszeiten tolerieren. Redundante Systeme können solche Situation größtenteils vermeiden. Trotz einiger Herausforderungen ist die Industrie bestrebt, die Einführung von 5G erfolgreich zu gestalten und die bestehenden Hindernisse zu überwinden.

### Volles Potential entfalten

Angesichts der großen Herausforderungen, mit denen Unternehmen derzeit konfrontiert sind, brauchen sie neue Lösungen, um über die gesamte Wertschöpfungskette hinweg für Leistungsvorteile zu sorgen. 5G-basierte Echtzeitanwendungen sind eine wertvolle Option für Firmen, die Möglichkeiten der Industrie 4.0 voll auszuschöpfen und einen Wettbewerbsvorteil zu erlangen. Natürlich bleiben noch Aufgaben offen, wie etwa der zügige flächendeckende Ausbau der gesamten Infrastruktur. Doch mit wachsenden Anwendungsmöglichkeiten und Bedarf wird diese Hürde hoffentlich genommen werden. □

You CAN get it...

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



### PCAN-USB FD

CAN-FD-Interface für den USB-Port inklusive Software, APIs und Treiber für Windows und Linux.



### PCAN-Router FD

Frei programmierbarer Router für CAN und CAN FD mit 2 Kanälen. Erhältlich mit D-Sub- oder Phoenix-Anschlüssen inklusive Entwicklungspaket.



### PCAN-LWL

Optische Übertragung von CAN-Nachrichten für EMV-Anwendungen. Umschaltbar auf High-Speed- oder Low-Speed-CAN.

Irrtümer und technische Änderungen vorbehalten.

[www.peak-system.com](http://www.peak-system.com)

**PEAK**  
System

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

INFOTAINMENT UND HIGH-SPEED-WLAN IM BAHNBETRIEB

# Reiseüberraschungen mit der Bahn vermeiden

Colibri ist das Akronym der DB Fahrzeug-instandhaltung für „Coach Link for Broadband Information Exchange“. Darunter versteht das Unternehmen IT-basierte Produkte und Dienstleistungen am Fahrzeug und entlang der Reisekette. Im Prinzip handelt es sich dabei um eine modulare, erweiterbare Kommunikationslösung im Zug, im Bus, in Ticketautomaten, an Bahnhöfen oder in Servicecentern.

TEXT: Johann Klamer, Westermo Eltec BILDER: Westermo Eltec; iStock, Artphoto13

Im Rahmen des Colibri-Projekts arbeiten etwa 40 Beschäftigte daran, die Digitalisierung von Zügen voranzubringen. Das Team kümmert sich nicht nur um die Technik – auch der Einbau und der Umbau der Komponenten sowie die Instandhaltung und Weiterentwicklung gehören dazu. Seinen Ursprung hat Colibri im vor wenigen Jahren angelaufenen DB Pilotprojekt „Digital im Regio“. Hierbei wurde im Echtbetrieb auf einem Bahnabschnitt getestet, welche Möglichkeiten die Digitalisierung im Bahnbetrieb bietet. Aus den Bemühungen gingen konkrete Ergebnisse für die Praxis hervor: Fahrgäste können seit 2015 das verfügbare WLAN-Netz nutzen. Auf dem Handy und auf Monitoren im Zug erkennen sie, ob noch freie Sitzplätze oder Fahrradstellplätze zur Verfügung stehen, und an jedem Wagen ist die genaue Auslastung erkennbar.

Die Anforderungen an Kommunikationssysteme im Schienenverkehr sind in den letzten Jahren erheblich gestiegen. Fahrgäste erwarten heute, dass sie während ihrer gesamten

Bahnreise ihre mobilen Geräte durchgängig nutzen können. Catharina Schick, Referentin Marketing und Vertrieb für das Produktspektrum Colibri, sagt hierzu: „Bereits 2015 begann der Einbau von WLAN in Zügen. Die Fahrgäste haben sich daran gewöhnt, unterwegs im Internet zu surfen und eine stabile Verbindung zu haben. Etwa zu dieser Zeit rückte das Thema Connectivity immer mehr ins Bewusstsein der Hersteller und Integrierten. Die Idee hinter dem Projekt Colibri ist zudem,



das Geräte- und Leistungsspektrum weiter in Richtung zuverlässiger Diagnose und dedizierter Sicherheit auszubauen.“

Längst haben sich Entertainment-Systeme etabliert. Auch Wartungsprozesse sollten digitalisiert und optimiert werden. Zudem werden immer mehr Sensoren und digitale Technologien eingesetzt, um Daten bezüglich des Zustands von Zügen

zu erhalten, zu überwachen und zu analysieren, sodass eine effizientere und vorbeugende Instandhaltung möglich wird.

## Digitalisierungsstrategie im Verkehrsbereich

Das flexible Colibri-System bringt „digitale Intelligenz“ in ein Schienenfahrzeug. Es dient der Realisierung von Diagnosesystemen und ermöglicht Sicherheitsanwendungen sowie die Bereitstellung von Entertainment-Inhalten und Reiseinformationen in Echtzeit. In Kürze werden rund 2000 Colibri-Systeme im DB-Streckennetz im Einsatz sein. Jede Hardware-Komponente, die im Fahrzeug und an Colibri angeschlossen ist, wird überwacht.

Neben den früheren CyBox AP 2-W Gerätegenerationen kann Westermo Eltec heute das Nachfolge-Produkt, die CyBox AP 3-W, hierfür zur Verfügung stellen. Mit dieser dritten Generation können bis zu 1024 mobile WLAN-fähige Geräte pro Access Point mit dem Internet kommunizieren oder auf lokale Daten wie Fahrplan-Informationen oder Videos zugreifen. Im Vergleich zur Vorgänger-Generation bietet die CyBox AP 3-W unter anderem die deutlich höheren WLAN-Datenraten des Wave 2-Standards mit MU-MIMO-Unterstützung.

## Genügend Bandbreite für alle Fahrgäste

Der Access Point ermöglicht den gleichzeitigen Betrieb zweier WLAN-Radios im IEEE802.11ac Wave 2-Standard bei Datenraten von 2 x 1700 Mbit/s. Neben höheren Datenraten unterstützt Wave 2 auch Multi-User-MIMO (MU-MIMO). Dadurch wird die Zeit reduziert, die jedes Gerät auf ein Signal warten muss, und die Geschwindigkeit des Netzwerks erheblich erhöht. Mittels Load Balancing wird eine intelligente Verteilung der Clients auf die Access Points und damit eine faire Verteilung der Bandbreiten auf die Reisenden sichergestellt.



Heute unumgänglich: Eine modulare, flexibel erweiterbare Kommunikationslösung im Zug

Wenn sich ein Fahrgast durch den Zug bewegt, etwa auf dem Weg ins Bord-Bistro, so gewährleistet das Fast Roaming eine nahtlose Verbindung, indem das verbundene Endgerät verlustfrei von Access Point zu Access Point übergeben wird.

Alle WLAN Access Points bieten ein hohes Maß an Sicherheit und Benutzerfreundlichkeit: Eine konfigurierbare Firewall schützt die persönlichen Daten der einzelnen Teilnehmer vor unbefugtem Zugriff und unterstützt den sicheren und störungsfreien Datenaustausch mit dem Internet. Über die Bedienoberfläche oder SNMP-Kommandos sind die CyBox APs flexibel konfigurierbar. Neben der Einstellung globaler Parameter ist die Konfiguration der WLAN-Schnittstellen einschließlich Kanalauswahl, SSID, Verschlüsselung und der Firewall-Einstellung möglich.

Alle elektronischen Komponenten in den Access Points halten hohen Temperatur-Schwankungen dauerhaft stand. Darüber hinaus sind die Bauteile besonders belastbar in Bezug auf Schock, Vibration und Feuchtigkeit. Das Unternehmen hat die Geräte entsprechend den Anforderungen der gängigen Industrienormen und gemäß aktueller Bahnnormen wie der EN 50155 entwickelt.

### Hoher Datendurchsatz mit integrierter Antenne

Der Access Point CyBox AP-A ermöglicht einen deutlich höheren Datendurchsatz pro Fahrgast für ein besseres WLAN-Erlebnis an Bord. Er verfügt über eine integrierte SENCITY Rail Antenne und reduziert Installationsaufwände. Die redundanten WLAN-Netze erhöhen die Betriebssicherheit, da bei Störungen eines Access Points die verbleibenden Access Points einspringen und sich so die gesamte Bandbreite kaum wahrnehmbar verringert. Das Access-Point-System benötigt nur ein Ethernet-Kabel, das neben der Datenanbindung auch die

Stromversorgung (PoE+) übernimmt. Damit steht den Betreibern eine kompakte Option zur Verfügung, die im Vergleich zu anderen Lösungen eine einfachere und kostengünstigere Installation erlaubt, da keine zusätzlichen Antennen und HF-Kabel benötigt werden. Der Access Point kann horizontal an der Decke montiert werden, um die Umgebung mit hoher Netzdicke abzudecken, oder vertikal an der Wand, um die Reichweite zu erhöhen.

### Modulare Rechnerplattform im nächsten Schritt

Marco Gerhard, CEO von Westermo Eltec, sagt hierzu: „Noch nie war es bedeutsamer als heute, Entwicklungen in den Bereichen Onboard-Connectivity und der schienen nahen Infrastruktur effizient und zukunftsorientiert voranzubringen. Im Hinblick auf zukünftige Wireless-Technologien im Bahnumfeld lassen sich noch viele Potenziale erschließen.“

Die Zukunft ist also vielversprechend: So könnte bald auch die neue modulare Rechnerplattform PCEye MC-R des Unternehmens zum Einsatz kommen. Sie wurde gemäß dem ModBlox7-Standard speziell für Bahnanwendungen entwickelt und im letzten Jahr der Branche vorgestellt. Das System ist ein individuell konfigurierbarer BoxPC in sehr kompakter Bauweise mit Schnittstellen für Gigabit Ethernet, RS232/422/485, DisplayPort, USB 3.0 und Audio in der Grundausführung. Durch seinen modularen Aufbau kann das Basissystem um bis zu sieben Schnittstellen-, Kommunikations- oder Massenspeichermodule erweitert werden. Darüber hinaus ermöglicht das zugehörige Gehäusekonzept eine Vielzahl von Montagemöglichkeiten, von Hutschiene bis 19“-Rackmount.

Der modulare, skalierbare und individuell konfigurierbare PCEye MC-R ist konform zur Bahnnorm EN 50155 und kann wartungsfrei in einem Betriebstemperaturbereich von -40 °C

PCEye MC-R ist ein individuell konfigurierbarer BoxPC in besonders kompakter Bauweise.



bis +70 °C eingesetzt werden. Von der Computing-Plattform profitieren Zughersteller, Bahnbetreiber, Integratoren und viele weitere industrielle Branchen, wo bislang traditionelle proprietäre BoxPCs eingesetzt wurden. Zu den typischen Anwendungen zählen die vorausschauende Wartung, Sprachkommunikation, Fahrgastinformation, Fahrscheinsysteme, IoT-Gateways, Diagnosesysteme, das Edge Computing und datenbasierte Cloud-Services.

Aufgrund des modularen Konzepts können diverse Erweiterungsmodule problemlos implementiert werden, um kundenspezifische Anforderungen und Funktionen zu erfüllen. Zu den typischen Erweiterungsmodulen zählen diverse WLAN-Module. Die Funkschnittstellen sind auf 11ac Wave 2 sowie 11ax Wi-Fi 6 mit integriertem Bluetooth und für 5G vorbereitet, um die Netzwerkeffizienz zu steigern und den Datendurchsatz zu maximieren. Länderspezifische 5G/LTE/Wi-Fi-Standards können darüber hinaus für den weltweiten Einsatz übernommen werden.

## Fazit

Schon heute kann mit der dritten Generation der CyBox AP 3-W Access Points eine große Anzahl mobiler WLAN-fähiger Geräte pro Access Point in einem Personenzug, in der S- oder U-Bahn über das Internet kommunizieren und dort auf lokale Daten wie Fahrplan-Informationen oder Videos zugreifen. Erweiterte Features ermöglichen höhere Datenraten mit MU-MIMO-Unterstützung und sichern eine nahtlose WLAN-Abdeckung mit schnellen, sicheren und unterbrechungsfreien Verbindungen.

Ohne diesen Fortschritt in der Bahntechnik wäre das entspannte Surfen im Zug nicht möglich – und das ist heute für viele Bahnreisende unverzichtbar geworden. Westermo Eltec

kann mit seinen IT-Produkten, wie Access Points, Gateways und Modulen und einer Rechner-Plattform dazu beitragen, neue Lösungsansätze auf die Schiene zu bringen und praktischen Tests zu unterziehen. Bahnfahrer können sich freuen, dass das Reisen in Zukunft noch komfortabler, unterhaltsamer und entspannter sein wird und die Zeit durch eine stabile Internetverbindung noch effektiver genutzt werden kann. □

## Green Line



## Komponenten mit Kunststoff aus pflanzlichen Rohstoffen

- > Qualitativ hochwertige, rezyklierbare Produkte
- > CO<sub>2</sub>-neutrales Rohmaterial über den gesamten Lebenszyklus
- > Reduktion von bis zu 68% CO<sub>2</sub> im Vergleich zu herkömmlichen Kunststoffen



ROBUST UND LANGLEBIG DURCH UMWELTSIMULATIONEN

## Durchgerüttelt bei Wind und Wetter

Um die Funktionsweise von Baugruppen unter extremen Bedingungen wie Frost, Hitze und hoher Luftfeuchtigkeit sicherzustellen, werden Bauteile in Klimakammern auf Umwelteinflüsse getestet. Dies erfordert normalerweise den Einsatz verschiedener Umweltsimulationsanlagen, da gängige Kammern keine gleichzeitigen Tests von Bewegungs- und Klimaszenarien ermöglichen. Dies ist jedoch zeitaufwändig, kostspielig und energieintensiv. Wir erläutern, was eine Klimakammer, die Vibrations- und Klimaszenarien auf der X-, Y- und Z-Achse in einer Kammer ermöglicht, leistet.

TEXT: Andreas Schmid Anlagentechnik BILDER: Andreas Schmid Anlagentechnik; iStock, sweetsake



Wie wirken sich unterschiedliche, mitunter extreme Witterungsbedingungen auf die Leistung und Lebensdauer einer Batterie für E-Mobility aus? Heutige Klimasimulationskammern sollen Bauteile und Baugruppen einem Stresstest aussetzen, der in möglichst kurzer Zeit die Verschleißerscheinungen eines kompletten Lebenszyklus von zehn bis 20 Jahren abbilden muss. Denn in der Praxis wirken mechanische Kräfte, die Spannungen im Bauteil verursachen, sowie schwankende Klimabedingungen, die sich in Hitze, Frost und Feuchtigkeit äußern, ständig auf das Materialgefüge ein. Beispielsweise können anhaltende Vibrationen zu unerwünschten Schwingungen im beweglichen Teil eines elektromechanischen Relais führen, das den elektrischen Kontakt unterbricht.

Stöße wiederum führen zu mechanischen Beschädigungen oder Rissen in der Batteriezelle oder dem Gehäuse, die einen Kurzschluss auslösen können. Witterungseinflüsse hingegen können die Korrosion beschleunigen und die elektrische Isolierung reduzieren. Damit solche Verschleißerscheinungen nicht zu einem Ausfall von Bauteilen führen, sind vorab durchgeführte Simulationen unabdingbar. „Vibrationsprüfungen

werden oft auf elektrodynamischen Schwingerregern (Shakersystemen) durchgeführt, um zusätzlich einen mechanischen Stress der Testeinheiten zu erzielen. Dabei sollen die Prüfkammern möglichst viele Situationen für unterschiedliche Bauteile nachstellen, ohne umgebaut oder erweitert werden zu müssen“, erklärt Michael Kreipl, Prokurist bei Andreas Schmid Anlagentechnik.

Für die meisten Unternehmen zählen aber schnelle und rentable Endergebnisse, sodass die Prüfräume möglichst flexibel und individuell angepasst sein müssen. Deshalb hat die Andreas Schmid Anlagentechnik für einen Anwender eine spezielle Testkammer inklusive Verfahrenseinheit entwickelt, die passgenau auf den Shaker beim Kunden konstruiert und gefertigt wurde. So erhält dieser eine Klimakammer, die auf verschiedene Bodenteile platziert werden kann, um Vibrations- und Klimasimulationen für unterschiedliche Baugruppen über dieselbe Anlage zu ermöglichen. Der Shaker versetzt das Bauteil dabei in verschiedene Bewegungsläufe auf der X-, Y- und Z-Achse. Dabei werden unterschiedlich starke Vibrationen erzeugt, die während einer Autofahrt beispielsweise beim



Mess- und Prüftechnik. Die Experten.

## Kleinlich sind wir nur bei technischen Details.

Als größter deutscher Fachdistributor für Mess- und Prüftechnik geht es bei unserer Arbeit um Spannungen. Widerstände. Erdung. Und um Werte. Die kann man messen. Wir leben Sie. Erfolgreich sein kann nur, wer eine klare Haltung hat. Freundlichkeit. Detailversessenheit. Die Freiheit, Ihnen auch einmal von einem Kauf abzuraten. Das macht uns aus. Unterscheidet uns von anderen. Ist die Größe, an der wir uns messen lassen.



#messbaregröße

[www.datatec.eu](http://www.datatec.eu)



Die Spezialisten von Andreas Schmid hat für einen Anwender eine spezielle Festkammer entwickelt, die Vibrations- und Klimasimulationen in derselben Anlage ermöglicht.

Fahren über Kopfsteinpflaster auftreten würden. Ergänzend lassen sich in der Kammer Witterungsverhältnisse kalter und warmer Regionen nachstellen.

### Spezielle Abdichtung

Ein ausgeklügeltes System aus hocheffizienten Heizelementen, Wärmetauschern und Kühlanlagen sorgt dafür, dass die gewünschten Klimaszenarien stufenweise und energieschonend simuliert werden – mit Temperaturen von  $-55\text{ °C}$  bis  $+130\text{ °C}$  ( $\pm 0,5\text{ K}$ ) – relative Luftfeuchtigkeit von 10 Prozent bis 95 Prozent ( $\pm 3$  Prozent r.F.). Unterschreiten die Prüfraumtemperaturen  $10\text{ °C}$ , verhindert die eingebaute Türinnenheizung die Bildung von Kondensat an der Türäußenseite sowie ein Festfrieren der Türdichtung. Das Erwärmen des Prüfraums erfolgt mit elektrischen Widerstandsheizungen, bei denen die einzelnen Heizkreise je nach Leistungsanforderung automatisch zugeschaltet und geregelt werden. Somit wird die beste Energieeffizienz bei der jeweils gewünschten Leistungsabfrage erreicht. „Auf Kundenwunsch wurden an verschiedenen Positionen abgedichtete Durchführungen in den Wandelementen zum Prüfraum zum Beispiel für Messleitungen montiert, um Parameterabweichungen direkt am Prüfteil dokumentieren zu können“, ergänzt Kreipl.

Für die nötige Isolation des Prüfraums zur Umgebungsluft sorgen speziell angefertigte Wand-/ Boden- und Deckenelemente. Sie sind auf der Innen- und Außenseite der Prüfkammer dampfdicht verschweißt und vernietet. Die dauerhafte Abdichtung gewährleisten zudem eine Dampfsperre und ein optimierter Fugenkitt. Dieser Aufbau bildet mit dem Innen- und Außenblech die bestmögliche mechanische Festigkeit und eine perfekte Isolation für Wärme und Kälte, sodass die Klimasimulationen nicht durch Umgebungstemperaturen beeinflusst werden. Dies wirkt sich wiederum positiv auf die Energiebilanz der Anlage aus. Der rutschfeste Prüfraumboden

ist mit einer Druckverteilerplatte ausgestattet, die eine bestmögliche Bodenbelastung gewährleistet.

### Klimaprofile definierbar

Eine hohe Flexibilität bietet die Kammer in Bezug auf die Ansteuerung. Die Regelung der gesamten Anlage übernimmt ein PID-Programmregler. Somit wird eine sehr präzise Regelung der Temperatur und relativen Luftfeuchtigkeit im Prüfraum ermöglicht. Dabei können die gewünschten Temperatur- und Klimaprofile direkt via Touchpanel am Steuerschrank oder PC eingestellt, gespeichert und auch während des Betriebs abgeändert werden. „Optional lässt sich auch eine Handbedienung einrichten, die während des Automatikbetriebs eingreifen kann“, so Kreipl. Dabei setzt der Anlagenbauer auf eine Steuerungsvariante, die Schütze und Relais verwendet, da sich deren Komponenten leicht tauschen lassen.

Ergänzend sorgt eine übergeordnete Sicherheitstechnik für den fehlerfreien Betrieb, sodass dieser nicht abgebrochen und wiederholt werden muss. Zudem werden im Hintergrund Anlagenparameter wie Temperaturen oder Drücke der Kältemaschine erfasst und helfen als Grundlage bei Service- und/oder Reparaturen. Auch per Fernwartung können diese Anlagenparameter ausgelesen werden. Mit einer optional erhältlichen Prozessleitsoftware lassen sich diese archivieren und zu einem späteren Zeitpunkt abrufen und in einem Prüfbericht erfassen. „Dieser kann dann zum Beispiel im Rahmen von Validierungen, zur Absicherung und Beweisführung oder für Wartungsarbeiten herangezogen werden. „Auch dieses Projekt hat uns gezeigt, wie wichtig eine smarte und auf die Prüfsituation angepasste Anlagenkonzeption ist. So erhalten wir hervorragende Prüfvorgänge in kürzester Zeit, können diese lokal durchführen und sparen Reisezeiten und -Kosten ein. Daher legen wir besonderen Wert darauf, auch kurzfristig Ergänzungen und Anpassungen vornehmen zu können“, ergänzt Kreipl abschließend. □

**SSG6000A****RF signal generator**

- ▶ Frequency up to 40 GHz
- ▶ Outstanding phase noise <math>< -135 \text{ dBc/Hz}</math>

## Der Generator für komplexe Anwendungen

Die Mobilkommunikation verlässt den Sub-6-GHz Bereich. Mit 5G FR2 wird zukünftig auch im Bereich über 26,5 GHz mobil gefunkt. Das bringt neue Herausforderungen für Entwicklung und Messtechnik.

TEXT: Thomas Rottach BILD: Siglent

Ein Grund für die Ausweitung des Frequenzbereichs ist der rasant wachsende mobile Datenverkehr. Um die Menge der Daten zu transportieren zu können ist eine Weiterentwicklung der Technologien und mehr Platz im Frequenzspektrum notwendig. Der Sub-6-GHz-Bereich ist stark ausgelastet. Deshalb wurden für 5G Frequenzen bis 7,125 GHz freigegeben und darüber hinaus zusätzliche Frequenzen im Bereich ab 24 GHz allokiert. Ein weiterer Vorteil bei der Verwendung von höheren Trägerfrequenzen ist, dass größere Kanalbandbreiten möglich sind und damit höhere Übertragungsdatenraten erreicht werden können.

Die Entwicklung, das Testen und die Optimierung von komplexen Systemen erfordert Messtechnik, welche die gewünschte Systemleistung übertrifft. Daraus entsteht eine erhöhte Nachfrage nach leistungsstarken Geräten, die im mm-Wellenbereich bis 40 GHz arbeiten. Für mm-Wellen-Generatoren gibt es eine Reihe wichtiger Anforderungen, wie zum Beispiel eine sehr gute Frequenz- und Pegelgenauigkeit und eine hervorragende Signalreinheit.

Um diese Anforderungen zu erfüllen und den wachsenden Bedarf zu adressieren, wurde von Siglent die neue HF-Generator-Serie, SSG6000A entwickelt. Die Serie überzeugt mit einem weiten Frequenzbereich, ausgezeichneter Signalreinheit, hoher Frequenzgenauigkeit und großer Ausgangsleistung. Damit ist der Generator nicht nur ein idealer Lokaloszillator und Taktquelle, sondern auch eine leistungsstarke analoge Signalquelle, die bei Anwendungen in Forschung und Entwicklung sowie in

der Produktion eingesetzt werden kann. Der Signalgenerator SSG6000A ist so konzipiert, dass er über den Frequenzbereich von 100 kHz bis 40 GHz, selbst bei hohen Ausgangsleistungen eine hervorragende Signalreinheit liefert. Ausgezeichnetes Phasenrauschen von  $-135 \text{ dBc/Hz}$ , niedrige subharmonische Signalkomponenten von  $< -80 \text{ dBc}$  und niedriges Breitbandrauschen von  $-155 \text{ dBc}$  stellen sicher, dass der Einfluss der Quelle minimal ist. Zusammen mit der außergewöhnlichen Frequenz- und Leistungsstabilität ist der SSG6000A eine großartige Lösung für Anwendungen wie LO-Emulation, Radar-, Empfänger- und Komponententests.

Bei Alterungs- und Lebenszyklustests, die Tage oder Wochen dauern können, ist Langzeitstabilität wichtig. Das standardmäßige OCXO-Referenzfrequenzmodul gewährleistet eine hochpräzise und stabile Signalausgabe. Zusätzlich bietet der Generator AM- und Pulsmodulation, sowie die Ausgabe von Pulssequenzen. Der SSG6000A verfügt über einen 5-Zoll-Touchscreen sowie ein Tastenbedienfeld, um eine schnelle und intuitive Bedienung zu garantieren. Die verbesserte digitale Plattform ermöglicht eine schnelle und effiziente Fernsteuerung.

SIGLENT bietet einen HF-Generator mit bewährter Zuverlässigkeit und der Standardgarantie von 3 Jahren, sowie kostenfreien Support vor und nach dem Kauf. Das Zusammenspiel der sehr guten HF-Leistung mit der exzellenten Signalreinheit macht den SSG6000A zu einer großartigen Ergänzung für jede Laborausstattung jedes HF-Ingenieurs. □

Bessere Cybersicherheit mit neuen Technologien

# Verbesserter Zufallszahlengenerator

Der digitale Informationsaustausch kann mit Hilfe eines an der Universität Linköping entwickelten neuartigen Zufallszahlengenerators für die Verschlüsselung sicherer, billiger und umweltfreundlicher werden. Die Forscher glauben, dass die Technologie den Weg für eine neue Art der Quantenkommunikation ebnet.

TEXT: Universität Linköping BILD: iStock, Andrii Sedykh

In einer zunehmend vernetzten Welt wird die Cybersicherheit immer wichtiger, um nicht nur den Einzelnen zu schützen, sondern beispielsweise auch die nationale Infrastruktur und die Bankensysteme. Und es findet ein ständiger Wettlauf zwischen Hackern und denjenigen statt, die versuchen, Informationen zu schützen. Die gängigste Methode zum Schutz von Informationen ist die Verschlüsselung. Wenn wir also E-Mails verschicken, Rechnungen bezahlen und online einkaufen, werden in der Regel die gesamten Daten digital verschlüsselt.

Zur Verschlüsselung von Daten wird ein Zufallszahlengenerator verwendet, bei dem es sich entweder um ein Computerprogramm oder um die Hardware selbst handeln kann. Der Zufallszahlengenerator liefert die Schlüssel, die zum Verschlüsseln sowie zum Entschlüsseln der Daten beim Empfänger verwendet werden.


Verschiedene Arten von Zufallszahlengeneratoren bieten unterschiedliche Zufälligkeitsgrade und damit Sicherheit. Hardware ist die weitaus sicherere Option, da die Zufälligkeit durch physikalische Prozesse gesteuert wird. Und die Hardware-Methode, die die beste Zufälligkeit bietet, basiert auf Quantenphänomenen - was die Forscher den Quantum Random Number Generator, kurz QRNG, nennen.

## Leuchtdioden aus Perowskit

„In der Kryptographie ist es nicht nur wichtig, dass die Zahlen zufällig sind, sondern auch, dass man der Einzige ist, der sie

kennt. Mit QRNGs können wir bescheinigen, dass ein großer Teil der erzeugten Bits privat und damit völlig sicher ist. Und wenn die Gesetze der Quantenphysik zutreffen, sollte es unmöglich sein, sie abzuhören, ohne dass der Empfänger davon erfährt“, sagt Guilherme B. Xavier, Forscher an der Fakultät für Elektrotechnik der Universität Linköping.





Seine Forschungsgruppe hat zusammen mit Forschern des Fachbereichs Physik, Chemie und Biologie (IFM) eine neue Art von QRNG entwickelt, die zur Verschlüsselung, aber auch für Wetten und Computersimulationen sehr gut verwendet werden kann. Das Neue am neuartigen Zufallsgenerator QRNG der Linköpinger Forscher ist die Verwendung von Leuchtdioden, die aus dem kristallähnlichen Material Perowskit bestehen.

Ihr Zufallszahlengenerator gehört zu den besten Systemen, die weltweit hergestellt werden, und kann sich mit ähnlichen Produkten problemlos messen. Durch die einzigartigen Eigenschaften von Perowskiten hat er das Potenzial, besonders billiger und umweltfreundlicher zu sein. Feng Gao ist Professor am IFM und forscht seit über einem Jahrzehnt an Perowskiten. Er ist der Ansicht, dass die jüngste Entwicklung von Perowskit-Leuchtdioden (PeLEDs) die Möglichkeit bietet, etwa optische Instrumente zu revolutionieren und dadurch neue Anwendungen zu entwickeln.

## Niedrige Kosten und nachhaltige Produktion

„Es ist möglich, beispielsweise einen herkömmlichen Laser für QRNG zu verwenden, aber er ist teuer. Wenn die Technologie schließlich in der Unterhaltungselektronik Einzug halten soll, ist es wichtig, dass die Kosten niedrig gehalten werden und die Produktion so umweltfreundlich wie möglich ist. Außerdem verbrauchen PeLEDs nicht so viel Energie“, sagt Feng Gao.

Der nächste Schritt besteht darin, das Material weiterzuentwickeln, um das Perowskit bleifrei zu machen und seine Lebensdauer, die derzeit 22 Tage beträgt, zu verlängern. Laut Guilherme B. Xavier könnte ihr neues QRNG innerhalb von fünf Jahren für den Einsatz in der Cybersicherheit verfügbar sein.

„Es ist ein Vorteil, wenn elektronische Komponenten, die für sensible Daten verwendet werden sollen, in Schweden hergestellt werden. Wenn man einen kompletten Zufallsgenerator-Bausatz aus einem anderen Land kauft, kann man nicht sicher sein, dass er nicht überwacht wird.“ Die Studie wurde vom schwedischen Forschungsrat, von der Knut und Alice Wallenberg Stiftung über das Wallenberg Centre for Quantum Technology und vom Europäischen Forschungsrat finanziert. □



## Erschwingliches Vertrauen in Ihre Einwegprodukte

### Schützen Sie Ihre Einweganwendungen mit einfach integrierbarer sicherer Authentifizierung

Ein kostenoptimiertes Geschäftsmodell für Einwegprodukte zu etablieren, um Fälschungen zu bekämpfen, ist eine Herausforderung. Eine Verschlüsselung ist dabei unerlässlich. Vertrauen für medizinische, Consumer- und Industrie-Anwendungen kann als schwierig oder nicht sicher genug empfunden werden, wenn Datenspeicher zum Einsatz kommt.

Unser neues Angebot kosteneffizienter sicherer Authentifizierungs-ICs umfasst den ECC204, ECC204 TrustFLEX, ECC206, SHA104, SHA104 TrustFLEX, SHA105, SHA105 TrustFLEX und SHA106. Sie alle bieten eine optimierte sichere Schlüsselspeicherarchitektur für mehr Vertrauen in die Authentifizierung von Einwegprodukten. Diese sicheren Authentifizierungs-ICs bieten eine Vielzahl kryptografischer Beschleuniger, Schlüsselspeicher mit hoher Common-Criteria-JIL-Bewertung und verschiedene Gehäuse, die für Leiterplatten/PCBs oder leiterplattenlose Einwegprodukte geeignet sind. Die ICs werden in einem zwei- oder dreipoligen Gehäuse angeboten, wodurch Leiterplatten in Einweganwendungen überflüssig werden und folglich die Kosten auf Systemebene sinken. Die ICs werden auch in Standardgehäusen angeboten.



[microchip.com/DisposableAuthentication](https://microchip.com/DisposableAuthentication)

Der Name Microchip und das Microchip-Logo sind eingetragene Warenzeichen von Microchip Technology Incorporated in den USA und in anderen Ländern. Alle anderen Marken sind im Besitz der jeweiligen Eigentümer. © 2023 Microchip Technology Inc. Alle Rechte vorbehalten. MEC2509A-GER-07-23

DIE ANFORDERUNGEN AN HMI-EINGABESYSTEME SIND TECHNISCH KOMPLEX

## Das perfekte HMI PCAP Touchpanel

Für das PCAP-Touchpanel-Design stehen verschiedene Komponenten zum Aufbau und zur Integration zur Verfügung. Dabei spielt die Wahl des Frontglases, des PCAP-Sensors, des Displays, der Optical Bonding Technologie, der mechanischen Integration sowie Aspekte für die spezielle Anwendungslösung eine wichtige Rolle. Mit der richtigen Auswahl dieser Komponenten lässt sich ein optimales Eingabesystem entwickeln.

TEXT: Schurter BILDER: Schurter; iStock, buchachon

Für das Design eines HMI PCAP Touchpanels spielen zahlreiche Aspekte für die spezielle Anwendungslösung eine Rolle. Zur optimalen Integration der Komponenten wie Touchscreens, Displays und Controller ist ein qualifiziertes Technologie-Portfolio entscheidend. Aber auch die einzelnen Prozessschritte zur Herstellung der dedizierten Komplettlösungen wie Glasbedruckung, Lamination, Optical

Bonding und die integrierte Elektronik müssen optimal darauf abgestimmt sein.

### Auswahl des Frontglases

Bereits bei der Auswahl der Coverlens und deren Oberflächenbeschaffenheit gibt es verschiedene Optionen. Ist die Front aus Glas steht eine ganze Palette an Möglichkeiten bereit: klar (clear), entspiegelt

(anti-glare), chemisch- oder thermisch-gehärtet, mit gloss-Werten in verschiedenen Abstufungen sowie mit zusätzlichen Beschichtungen wie AR (Anti-Reflexion), AS (Anti-Schmutz), AF (Anti-Fingerprint) oder Anti-Bakteriell.

Die Auswahl der Oberflächenbeschaffenheit bei chemischer Entspiegelung (gloss-Wert) des Frontglases erfolgt in



Aufbau eines HMI-PCAP-Eingabesystems

Kombination mit dem Display. Gerade bei hochauflösenden Displays besteht das Risiko des Sparkling-Effektes, wenn die chemische Struktur der Glasoberfläche nicht abgestimmt ist. Thermisch oder chemisch gehärtete Gläser sind um ein Vielfaches härter als Floatglas und besonders stabil gegen stumpfe Krafeinwirkung. Thermisch gehärtete Gläser sind jedoch nur ab einer bestimmten Glasdicke verfügbar. Verbundglas garantiert eine erhöhte Bruchsicherheit, da im Falle eines Bruchs die Glassplitter an der Klebefolie haften.

Bei allen Coatings spielt die Spezifikation der Kratzfestigkeit der Oberfläche und die Resistenz gegen chemisch aggressive Stoffe wie zum Beispiel Desinfektionsmittel eine bedeutende Rolle. Ein hoher IK-Wert (Schlagfestigkeit) kann durch Verbundglas oder gehärtetes dickes Glas und eine geeignete Integration erreicht werden.

In der Lebensmittelproduktion und bei tragbaren Geräten wird häufig eine Coverlens aus Kunststoff, PC (Polycarbonat) oder PMMA (Polymethylmethacrylat), eingesetzt. Zur Erfüllung absoluter Bruchfestigkeit kommt POLYM, ein unzerbrechliches Komposit aus PC und PMMA zum Einsatz.

Ein Vorteil der Kunststoff-Front ist das reduzierte Gewicht und die garantierte

Splitterfreiheit. Zu beachten ist jedoch der Ausgasungseffekt dieser hydroaktiven Materialien und die reduzierte Kratzfestigkeit der Oberfläche. Das POLYM Material lässt sich nur durch feste Kombination mit dem Display mittels Optical Bonding einsetzen.

## Glasbedruckung

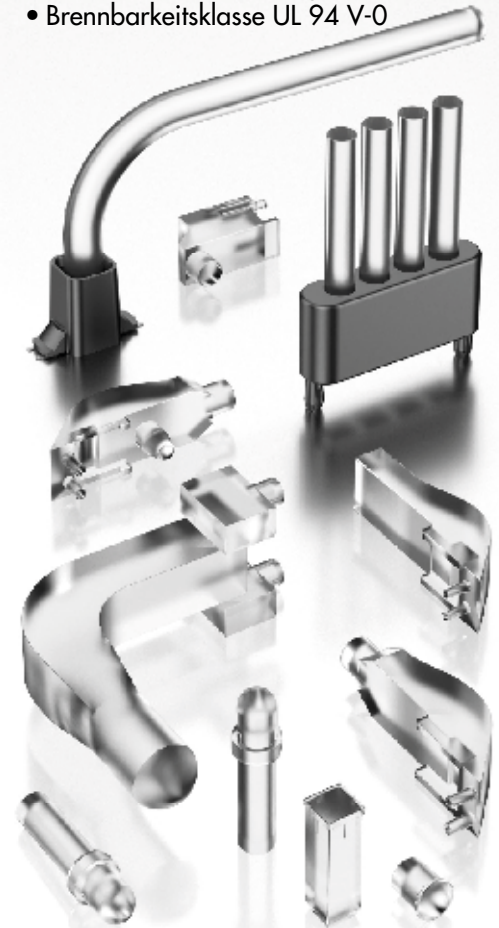
Bei der Glasbedruckung gibt es unterschiedliche Verfahren: UV-Druck, Keramischer Druck, Lösemittelbasiert und Digitaldruck, die eingesetzt werden können. Jedes Verfahren hat gewisse Vorund Nachteile, die den Anforderungen an die Applikation gerecht werden müssen.

**UV-Druck:** Die UV-Bedruckung ermöglicht eine hohe Druckqualität und Detailtreue gerade bei dünnen und schmalen Konturen. Es ist eine hohe Lichtdichtigkeit und Haftfestigkeit zu erzielen. Auch eine zuverlässige Reproduzierbarkeit der Farbe und die UV-Beständigkeit sind Vorteile.

Durch eine spezielle Vorbehandlung der Glasoberfläche lässt sich eine extrem starke Farbhaftigkeit realisieren. Auf den Druck können somit durch Verklebung mechanische Verbindungen aufgebracht werden. Ein Nachteil im Vergleich zur keramischen Bedruckung ist die Kratzfestigkeit. Durch die rückseitige Bedruckung und entsprechende Integration ist der Druck jedoch davor geschützt.

## Optoelektronik

- Panel-Lichtleiter mit Linsendurchmesser 3 mm, 5 mm und 6 mm
- ESD-Schutz vom Panel zur Platine
- passend für alle gängigen SMD-LEDs
- für unterschiedliche Einbautagen geeignet
- für runde und rechteckige LEDs
- Brennbarkeitsklasse UL 94 V-0



**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)

Wir stellen aus: embedded world  
 in Nürnberg vom 09.-11.04.2024  
 Halle 4A, Stand 4A-332



Der PCAP Controller in der Detailansicht

**Keramischer Druck:** Der wesentliche Vorteil der keramischen Bedruckung ist die absolute chemische Beständigkeit und die mechanische Stabilität. Der Nachteil ist eine reduzierte Farbauswahl, Farbveränderungen während des Einbrennvorgang und somit eine Streuung der Farblichkeit. Bei Mehrfarbenbedruckung besteht das Risiko von Unebenheiten.

**Lösemittelbasierter Druck:** Mit dieser Methode lässt sich eine hohe Druckqualität und Detailtreue sowie zuverlässige Reproduzierbarkeit der Farbe erreichen. Jedoch werden nur eine reduzierte Haftung sowie eine eingeschränkte UV-Beständigkeit und chemische Beständigkeit erreicht.

**Digitaldruck:** Dieser ermöglicht eine hochauflösende sowie eine fotorealistische Bedruckung. Das Verfahren ist ideal für eine schnelle Bemusterung. Nachteil des Digitaldrucks ist die höhere Schichtdicke und eine reduzierte Beständigkeit. Zur Erhöhung der Lichtdichtheit werden digitalbedruckte Gläser zusätzlich im Siebdruck bearbeitet.

## PCAP Sensoren

Bezüglich der PCAP-Sensoren gibt es AFF (adhesive-film-film) basierende und DITO-Glas (Doppel-ITO-Beschichtung) basierende Ausführungen. Bei beiden Varianten gibt es eine reine Anschlussfahne, die zu einem separaten Controllerboard führt oder eine COF (Chip on Flex)

Ausführung mit dem bestückten Controller-Chip auf der Anschlussfahne. Der Vorteil der folienbasierenden Sensoren ist die Lamination mittels hochtransparenten Klebefilmen im Vergleich zu der glasbasierenden Variante, die mit der starren Coverlens gebondet wird. Mit den Filmsensoren sind spezielle Musterdesigns für bis zu 10 mm dicke Frontgläser realisierbar. Bei der glasbasierenden Variante ist ein wesentlicher Vorteil der geringe ITO-Flächenwiderstand, das heißt eine leichter zu realisierende EMV-Beständigkeit und eine verbesserte Lichtdurchlässigkeit.

Für Applikationen im Outdoor-Bereich werden filmbasierende Sensoren mit einem UV-Blocker OCA-Material hinter die Coverlens laminiert. Dieser UV-Blocker verhindert eine sichtbare Vergilbung der Polyesterlagen über die Lebensdauer. Bei glasbasierenden Sensoren wird ein UV-stabiles Bondingmaterial eingesetzt.

## PCAP Controller

Bei den PCAP-Controllern stehen zahlreiche Chip-Varianten und Ausführungen verschiedener Hersteller wie etwa PenMount, EETI, Ilitek oder Microchip zur Verfügung. Zur Auswahl der optimalen Elektronik wird die Spezifikation und das Umfeld der Applikation betrachtet.

Für Industrie und Medizin-Applikationen kommen zertifizierte Controller-systeme zum Einsatz. Neben Plug&Play

Lösungen werden auch kundenspezifisch programmierbare Controller, die optimal an die Applikation getunt werden, eingesetzt. Im Vordergrund stehen die EMV-Kompatibilität, die Resistenz gegenüber Wasser und Salzwasser auf der Touch-Oberfläche und die Bedienbarkeit mit sehr dicken Handschuhen. PCAP-Sensoren können deutlich größer als die aktive Bildschirmfläche designt werden, um virtuelle Tasten, Slider und Wheels über das gleiche Controllersystem zu integrieren.

## Displays

Die Auswahl des passenden Displays erfolgt anhand den Applikationsanforderungen. Das Display wird aus einem großen Hersteller-Portfolio passend ausgewählt. Anforderungen an industrie- und medizintaugliche Displays sind der erweiterte Temperaturbereich, eine erweiterte Lebensdauer des Backlights, die Einsatzmöglichkeit in rauen Umgebungen und der für die Applikation optimale Betrachtungswinkel. Das Design der mechanischen Integration ermöglicht einen einfachen Displayaustausch bei möglichen Abkündigungen. Auch die Lieferzeiten, die Verfügbarkeit und die Qualifikation einer 2nd Source werden bereits in einem frühen Projektstadium berücksichtigt.

## Optical Bonding

Die richtige Auswahl der am besten geeigneten Bonding-Technologie für Ihre





Das Optical Bonding von Displays in der Fertigung

Anwendung erfolgt anhand der Applikationsanforderungen und Kombination der einzelnen Komponenten. Bestimmende Faktoren sind dabei die spezifizierten Umwelteinflüsse, die Displayform und Diagonale sowie die Definition der PCAP-Sensortechnologie. Optical Bonding hat sich in Industrie und Medizin etabliert und ist eine technisch ausgereifte Methode der HMI-Display Optimierung.

Mittels unterschiedlicher Verbindungstechnologien werden Covergläser mit Touchsensoren und Displays zu einer Einheit gebondet. Durch das Optical Bonding von Displays werden die optischen und mechanischen Leistungsmerkmale

von Eingabesystemen für die Applikation entscheidend verbessert und optimiert. Die Vorteile sind eine hervorragende Lesbarkeit, reduzierte Reflexionen, eine erhöhte Robustheit, keine Kondensation, Dichtheit gegen Staub- und Schmutzpartikel, eine qualifizierte UV-Stabilität und eine verbesserte Touch-Performance.

Zum Bonding von Displays stehen mehrere Technologien zur Auswahl: Dry Optical Bonding (Trockenbonding), Liquid Optical Bonding (LOCA) und Air Gap Bonding. Optical Bonding ist für Applikationen mit hohen Anforderungen und herausfordernden Einsatzgebieten die optimale Lösung.

## Mechanische Konstruktion

Die Glaskante sollte vertieft in einer Trägerplatte oder einem Gehäuserahmen geschützt sein. Hierzu wird die Coverlens mit einem stark haftenden Kleberahmen in das Gehäuse oder die Trägerplatte integriert. Zur Abdichtung als Schutz der Glasbedruckung wird der Spalt zwischen Glas und Trägerplatte mit einem Dichtmaterial gefüllt. Dabei stehen bei der Integration mit sichtbarem Spaltverguss Füllmaterialien mit einer begrenzten Farbauswahl zur Verfügung. Das Design berücksichtigt zudem thermische Ausdehnungen der Komponenten und garantiert die chemische Beständigkeit. □

# Kingbright

Quality Efficiency Innovation First-class service

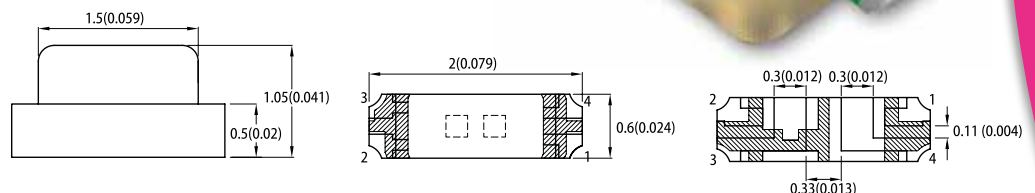
## Kingbright's new KPBA-2006 series 2.0 mm x 0,6 mm Right Angle SMD Chip LED

### Product Features:

- Side Looking Dual Color Chip LED, 0,6 mm thickness
- Low power consumption
- Viewing angle: 140°
- Moisture Sensitivity Level: 3
- RoHS Compliant

### Applications:

- Backlight
- Status Indicator
- Home & smart appliances
- Wearable and portable devices
- Healthcare applications



BERÜHRUNGSLOSES EINGABESYSTEM

# Sprechen statt Tippen

Continental und Google Cloud sind eine Partnerschaft eingegangen, bei der Künstliche Intelligenz direkt in Fahrzeugrechner integriert wird. Dies ermöglicht eine natürliche Interaktion zwischen Fahrern und ihren Autos, wobei Nutzer per Sprachbefehl Informationen zu Reisen, Sehenswürdigkeiten und Fahrzeugfunktionen abrufen können.

TEXT: Continental BILDER: Continental; iStock, Sakibul Hasan

Der bekannte Automobilzulieferer Continental hat eine Partnerschaft mit Technologieunternehmen Google Cloud bekanntgegeben. Gemeinsam bringen die beiden Unternehmen Künstliche Intelligenz (KI) ins Auto. Continental ist damit einer der ersten Automobilzulieferer, der Anwendungen von Google Cloud direkt in Fahrzeugrechner integriert. Mit deren Hilfe treten Fahrerinnen und Fahrer in einen natürlichen Dialog mit ihren Fahrzeugen.

So können sie beispielsweise nach dem richtigen Reifendruck für das Fahrzeug bei voller Beladung oder im Urlaub nach Informationen zu Sehenswürdigkeiten auf der Strecke oder beim Ziel fragen. Die zugrunde liegende generative KI stellt die benötigten Informationen zusammen und kann die Fragen der Fahrerinnen und Fahrer beantworten. Die beiden Unternehmen bringen jeweils ihre Expertise in den Feldern Automotive, Software, KI und Cloud-Computing mit in die Partnerschaft ein.

„Zusammen mit Google bringen wir Künstliche Intelligenz ins Fahrzeugcockpit und schaffen ein intuitives Nutzererlebnis für Fahrerinnen und Fahrer. Auf der Basis unseres Smart-Cockpit-Hochleistungsrechner ist die Serienreife in nur 18 Monaten Entwicklungszeit möglich. So beginnt unsere Vision vom software-definierten Fahrzeug Realität zu werden“, sagte Philipp von Hirschheydt, Continental-Vorstandsmitglied und Leiter des Unternehmensbereichs Automotive.

Bereits auf der IAA Mobility 2023 zeigte Continental die Integration des Dialogsystems in ihren Smart-Cockpit-Hochleistungsrechner (High-Performance Computer, HPC) mit einem Demonstrationsfahrzeug. Damit bedient Continental einen umfassenden Markt: Allein für Fahrzeug-Hochleistungsrechner sehen Marktbeobachter in den nächsten zehn Jahren ein Umsatzvolumen im mittleren zweistelligen Milliarden-Euro-Bereich.



## Das Fahrzeug wird intelligenter

Dank des KI-basierten Systems von Google Cloud treten die Nutzerinnen und Nutzer in den Dialog mit ihrem Fahrzeug. Per einfachem Sprachbefehl können sie beispielsweise Informationen zu Hotels oder Sehenswürdigkeiten auf ihrer Strecke und vieles mehr erfragen. So stellt die generative KI auf die Frage nach mehr Informationen über ein bestimmtes historisches Gebäude in der Nähe in Echtzeit ausführliche Informationen zusammen und kann sie wie ein Audioguide im Museum wiedergeben.

Fahrerinnen und Fahrer können zudem Folgefragen stellen, ohne den Kontext zu wiederholen. Das Dialogsystem versteht und interpretiert den Kontext korrekt. Dabei sorgt

Continental dafür, dass Informationen auch direkt aus dem Fahrzeug in den Dialog einfließen. Will die Fahrerin oder der Fahrer beispielsweise wissen, wo der USB-Ladestecker für das Handy im Fahrzeug zu finden ist oder wie hoch der Reifendruck bei voller Beladung des Fahrzeugs sein muss, gibt das Dialogsystem Hilfestellung aus dem Betriebshandbuch des Fahrzeugs. Googles generative Künstliche Intelligenz aus der Cloud lässt das System zudem stets dazu lernen. Es kann neue Inhalte erstellen und sich auf die Präferenzen der Nutzerinnen und Nutzer einstellen.



**Display Elektronik GmbH**

**LCD · TFT · LED · OLED · Touch Panels  
Bistabil · Tastaturen · Drehknöpfe  
Standard & Kundenspezifisch**

TOUCH  
TFT  
OLED  
LED  
LCD  
TOUCH  
LED  
KEYPADS  
TFT  
OLED  
KEYPADS  
LCD  
TOUCH  
KEYPADS  
OLED  
LCD  
TFT  
LED



**Nicht nur ein Projekt...  
...vielmehr eine Partnerschaft !**



Tel. 06043/98888-0 · E-Mail: [info@display-elektronik.de](mailto:info@display-elektronik.de)

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

FIRMEN UND ORGANISATIONEN IN DIESER AUSGABE

Firma	Seite	Firma	Seite
Analog Devices.....	63	Mersen.....	51
Andreas Schmid Anlagentechnik .....	32	Microchip.....	37
BTRY.....	12	Mitsubishi Electric.....	55
Conrad Electronic .....	U2	Mouser Electronics.....	57
Continental.....	42	Nokia.....	12
DataTec.....	33	NXP.....	16
Detakta.....	5	Onsemi.....	60
DigiKey.....	52	Peak System.....	27
Display Elektronik.....	43	Phoenix Contact.....	20, U4
Europäische Kommission.....	12	publish-industry Verlag.....	U3
Ferdinand-Braun-Institut.....	6	Reichelt Elektronik.....	26
Finder.....	17	Renesas Electronics.....	14
Fischer Elektronik.....	39, 46	Rosenberger.....	19
Franke.....	13	SAB Brückskes.....	21
Heiden Power.....	50	Schneider Electric.....	12
Jauch Quartz.....	14	Schurter.....	31, 38
Julius-Maximilians-Universität Würzburg.....	12	Semikron Danfoss.....	56
Kingbright.....	41	Siglent.....	35
KIT.....	12	TE Connectivity.....	14
Kontron.....	14	Traco Power.....	3
Kraftfahrt-Bundesamt.....	66	Universität Linköping.....	36
Lapp Mobility.....	Titel, 8, 9	Westermo Eltec.....	28
L&T Technology Services.....	23	wts/electronic.....	61



Mit generativer Künstlicher Intelligenz ermöglichen Continental und Google Cloud ein intuitives Nutzererlebnis im Fahrzeug.

„Wir sind begeistert über die Partnerschaft mit Continental“, sagt Daniel Holz, Vice President North EMEA bei Google Cloud. „Wir kombinieren unsere Expertise in Software, KI, und Cloud Computing mit der umfassenden Kenntnis der Automobilindustrie von Continental. Gemeinsam können wir eine neue Generation digitaler Fahrzeuglösungen für mehr Komfort und Sicherheit für Fahrgäste schaffen.“

Balance aus Systemleistung und Nutzererlebnis

Mit dieser Lösung bietet das Unternehmen Continental einen weiteren Baustein im Ökosystem von der Straße zur Cloud und erweitert die in ihrem Smart Cockpit HPC vorintegrierten Funktionen für Instrumentierung, Unterhaltung und Fahrerassistenz. Dadurch reduziert das Unternehmen Entwicklungsaufwand, Komplexität und Kosten für Automobilhersteller. Der Smart Cockpit HPC zielt auf die Balance zwischen Nutzererlebnis und Systemleistung und erfüllt dabei die Anforderungen der Kunden für typische Cockpit-Designs mit Fahrer- und Zentralsdisplay. Durch die vorintegrierten Funktionen können die Kosten minimiert werden. Das führt unter dem Strich zu einer schnellen Markteinführung – von Auftragseingang bis Serienreife in 18 Monaten.

Continental ebnete als erster Zulieferer den Weg für die HPC-basierte Fahrzeugarchitektur. Gemeinsam mit VW überführte das Unternehmen den ersten zentralen HPC für die gesamte Fahrzeugvernetzung der ID.-Elektromodelle in Serienfertigung. Allein bis Ende 2024 sollen 30 Fahrzeugmodelle unterschiedlicher Hersteller mit Continental-Hochleistungsrechnern in Produktion gehen. □

IMPRESSUM

**Herausgeber** Kilian Müller  
**Head of Value Manufacturing** Christian Fischbach  
**Redaktion** Bernhard Haluschak (Managing Editor/verantwortlich/-928), Leopold Bochtler (-922), Matej Gavranovic (-927), Rieke Heine (-901), Ragna Iser (-898), Carina Kein (-922), Dana Neitzke (-930)  
**Newsdesk** newsdesk@publish-industry.net  
**Head of Sales** Kilian Müller  
**Anzeigen** Saskia Albert (Director Sales/verantwortlich/-918), Beatrice Decker (-913), Caroline Häfner (-914), Ilka Gärtner (-921), Alexandra Klases (-917);  
 Anzeigenpreisliste: vom 01.01.2023  
**Inside Sales** Patricia Dachs (-935), Sarah Fuchs (-929); sales@publish-industry.net  
**Verlag** publish-industry Verlag GmbH, Machtfinger Straße 7, 81379 München, Germany  
 Tel. +49.(0)151.58 21 1-900, info@publish-industry.net, www.publish-industry.net  
**Geschäftsführung** Kilian Müller, Martin Weber  
**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 6 Ausgaben pro Jahr inkl. redaktioneller Sonderhefte und Messe-Taschenbücher) sowie als Gratiszugabe das jährlich erscheinende Jahrbuch der Industrie, INDUSTRY.forward HAKAHAKA.  
**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  
**Marketing & Vertrieb** Anja Müller (Head of Marketing)  
**Herstellung** Veronika Blank-Kuen  
**Gestaltung & Layout** Schmucker-digital, Lärchenstraße 21, 85646 Anzing, Germany  
**Druck** F&W Druck- und Mediencenter 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 PEFC™-zertifiziertem Papier, der Versand erfolgt CO<sub>2</sub>-neutral.**



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

## Effiziente Kühlung und Leistungselektronik

### ELEKTRONIKKÜHLUNG

Strangkühlkörper in der Praxis S. 46

### BUSINESS-PROFIL

Heiden Power S. 50

### BUSINESS-PROFIL

Mersen S. 51

### WÄRMELEITFÄHIGKEIT

Wärmeleitmaterialien im Fokus S. 52

### BUSINESS-PROFIL

Mitsubishi Electric S. 55

### BUSINESS-PROFIL

Semikron Danfoss S. 56

### ENERGIEVERSORGUNG

Leistungsstarke Stromversorgung S. 57

KÜHLKÖRPER AUS DER STRANGPRESSE

## STRANGKÜHLKÖRPER IN DER PRAXIS

Temperaturbedingte Belastungen elektronischer Halbleiterbauelemente gehören neben Vibrationen und Feuchtigkeit, zu den häufigsten Ausfallursachen elektronischer Komponenten und Geräten. Um deren Lebensdauer, Zuverlässig- und Leistungsfähigkeit zu gewährleisten, ist ein effektives thermisches Management unabdingbar. Verschiedenartige Kühlkörpervarianten liefern hierzu Lösungsansätze. Neben der thermischen Performance sollten auch stets deren mechanischen Eigenschaften betrachtet und berücksichtigt werden.

TEXT: Dipl. Physik Ing. Jürgen Harpain, Fischer Elektronik

BILDER: Fischer Elektronik; iStock, kuppa\_rock



**Klassische Strangkühlkörper obliegen internationalen DIN-Normen und sollten vor deren Verwendung stets auf ihre mechanische Tauglichkeit überprüft werden.**

Strangkühlkörper aus Aluminium sind ein probates und sehr häufig genutztes Konzept, um elektronische Bauteile zu entwärmen beziehungsweise deren Betriebstemperatur in einem vorgegebenen Temperaturfenster zu betreiben. Die Auswahl eines Strangkühlkörpers, welcher zu der Applikation passt, erfolgt oft anhand der notwendigen thermischen Parameter. Oftmals werden hierbei die mechanischen Kriterien sowie die thermische Anbindung der Bauteile auf der zugrunde gelegten Kühlkörperlösung vernachlässigt. Strangkühlkörper werden in der Applikation vielfach als Komponente im Gesamtkonzept verbaut, weshalb im Vorfeld eine Toleranzbetrachtung in der jeweiligen Einbausituation zu empfehlen ist.

In der Physik wird ein Kühlkörper als eine Oberfläche mit einer Rippenstruktur verstanden. Diese Struktur bewirkt im Wesentlichen eine Oberflächenvergrößerung, wodurch ein deutlich besserer Wärmeübergang vom Grundkörper an die umströmende Luft erzielt wird. Strangkühlkörper, auch oftmals als Extrusionskühlkörper bezeichnet, werden meistens durch ein direktes vorwärts Strangpressen hergestellt. Vorwärts bedeutet hierbei, dass ein Pressenstempel mit hoher Kraft den erwärmten Aluminiumblock entlang der Innenfläche eines Rezipienten in Richtung der Werkzeugmatrize presst. Die eigentliche Werkzeugmatrize liefert, nach dem das Material hindurchgepresst wurde, die gewünschte Kühlkörpergeometrie und beeinflusst je nach Werkzeugauslegung, die unvermeidbaren Toleranzabweichungen zur Wunschgeometrie. Aufgrund der Werkzeugauslegung und Konstruktion, Temperaturen der beteiligten Komponenten, wie Aluminiumbolzen und Werkzeug sowie die entstehende Reibung beim Strangpressen, sind Strangkühlkörper niemals ohne Toleranzen herzustellen. Diese Tatsache ist vielen Anwendern nicht bewusst oder bekannt, was im Nachgang meistens zu teuren sowie umfangreichen Anpassungen in der Applikation führt.



Gewichtsoptimierte SMD-Kühlkörper zur direkten Verklebung auf dem Bauteil oder Verlötlung auf der Leiterkarte für die Wärmeableitung kleinerer Verlustleistungen.

Die beim Strangpressen für Kühlkörper verwendete Aluminiumlegierung EN AW 6060 besteht im Wesentlichen aus den Legierungsbestandteilen Aluminium, Magnesium und Silizium. In Summe gewährleistet diese Legierungszusammensetzung eine sehr gute CNC-Bearbeitbarkeit, eine hohe Wärmeleitfähigkeit sowie Endprodukte mit einer sehr hohen Oberflächengüte, welche in der Nachbehandlung für viele Oberflächenbehandlungen geeignet ist. Wie bereits erwähnt sind Strangkühlkörper nicht ohne Toleranzen herzustellen, wobei die zulässigen Toleranzabweichungen zur Soll-Geometrie in international gültigen DIN-Normen festgelegt sind. Profilquerschnitte und deren auftretenden Toleranzen mit einem umschreibenden Kreis von  $\leq 350\text{mm}$  sind in der Norm DIN EN 12020 und für Strangprofile mit einem umschreibenden Kreis von  $> 350\text{mm}$  in der DIN EN 755 aufgeführt. Kurz gesagt, je größer die Abmessungen des Kühlkörpers, desto größer fallen die Toleranzabweichungen in Punkto der Profilhöhe und -höhe, der Winkelabweichung, der Verwindung und Planparallelität, der Wanddickentoleranz sowie der Wölbung (konvex/konkav) des Querschnittes aus.

### Strangkühlkörper für die Leiterkarten

Die im Hause Fischer Elektronik so bezeichneten SMD-Kühlkörper, werden ebenfalls im Strangpressverfahren hergestellt und liefern effiziente Lösungen zur Bauteilentwärmung auf der Leiterkarte. Unterschiedliche zur Verfügung stehende SMD-Kühlkörper sind in ihrer Geometrie und ihrem Gewicht speziell für die Montage auf elektronischen Bauteilen oder Leiterkarten angepasst. Das geringe Eigengewicht ermöglicht eine direkte Oberflächenmontage auf dem Bauteil, ohne die Lötverbindung durch mechanischen Stress zu beschädigen. Die wärmetechnische Kontaktierung bzw. Befestigung auf dem Bauteil erfolgt mittels doppelseitig klebender Wärmeleitfolien oder

2-komponentigen Epoxidharzwärmeleitklebern. SMD-Kühlkörper, die für eine Verklebung auf dem Bauteil angedacht sind, besitzen eine schwarz eloxierte Oberfläche, die bei der Wärmeableitung, genauer gesagt bei der Wärmeabstrahlung, einige thermische Vorteile mit sich bringt.

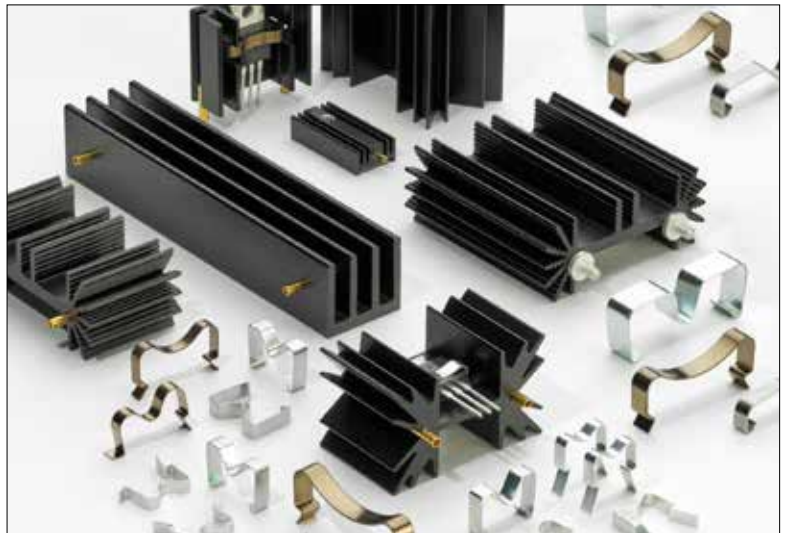
Lässt die Kundenapplikation keine Klebverbindung zu oder scheidet diese Befestigungsart aufgrund der Applikationsumgebung aus, so sind im Produktportfolio ebenso SMD-Kühlkörper mit einer lötfähigen und RoHS konformen Oberflächenbeschichtung verfügbar. Mittels einer lötfähigen Oberflächenbeschichtung können SMD-Kühlkörper direkt auf der Leiterkarte, genauer gesagt auf eine vorhandene Kupferwärmespreizfläche, welche mit dem zu entwärmenden Bauteil verbunden ist, mittels Reflow- oder Wellenlötverfahren aufgelötet werden.

Der Wärmefluss erfolgt vom Bauteil in die Wärmespreizfläche, wird an dieser Stelle vom aufgebracht SMD-Kühlkörper aufgenommen und über die Rippenstruktur an die Umgebung abgeleitet. Auch sind SMD-Kühlkörper gemäß Kundenwunsch in speziellen Verpackungsformen, wie zum Beispiel als Tape & Reel oder im Stangenmagazin, erhältlich. Somit ist es für den Anwender relativ einfach den jeweiligen SMD-Kühlkörper in den Produktionsprozess zu integrieren, da dieser ähnlich wie ein sonstiges elektronisches Bauteil behandelt werden kann.

Um eine Entwärmung leistungsstarker elektronischer Bauelemente auf der Leiterkarte zu realisieren, bieten Leiterplattenstrangkühlkörper in thermischer und montagetechnischer Hinsicht eine optimale Lösung. Die Befestigung des Kühlkörpers auf der Leiterkarte erfolgt über einen oder mehrere Lötstifte, als Spann- oder Vollstift, die fest im Kühlkörper eingepresst sind und durch eine lötfähige Oberflächenbeschichtung



Leiterplattenkühlkörper mit eingepressten Lötstiften ermöglichen eine sichere Verbindung zwischen der Einheit Bauteil/Kühlkörper und der Leiterkarte.



direkt in die Leiterkarte eingelötet werden. Die wärmetechnisch optimale und die freie Konvektion unterstützende Rippengeometrie des Kühlkörpers wird durch verschiedenartige Versionen für eine auf die Leiterkarte bezogene vertikale, als auch horizontale Einbauart, gewährleistet.

Die liegende oder stehende Befestigung der einzelnen Transistortypen auf dem Kühlkörper erfolgt unter anderem mittels integrierter Befestigungslöcher und Lochbilder für eine Schraubmontage oder für spezielle Transistorhaltefedern. Die jeweiligen auf die Bauteile abgestimmten Federklammergeometrien der Serie THF... ermöglichen durch ihren hohen Anpressdruck einen optimalen Wärmeübergang zwischen Bauteil und Kühlelement sowie eine einfache und schnelle Montage mit sicherem Halt. Die Klammerbefestigung erlaubt es, fast alle Arten und Größen von Transistorgehäuseformen, wie TO 220, TO 218, TO 247 und so weiter, diverse SIP-Multiwatt als auch lochlose MAX-Typen sicher zu fixieren.

## Die thermische Bauteilanbindung

Die angesprochenen Kühlkörpertoleranzen machen mitunter die Kontaktierung der elektronischen Bauteile auf der Halbleitermontagefläche nicht einfacher. Je nach entstehenden Luftspalt zwischen der Kontaktpaarung Kühlkörper/Bauteil, sollte ein geeignetes Wärmeleitmaterial ausgewählt werden, was allerdings zur Applikation passt. Unterschiedliche auf dem Markt verfügbare Wärmeleitmaterialien dienen im Grundsatz zur Verbesserung der Wärmeleitung und zum Ausgleich von Lufteinschlüssen beim Wärmeübergang zwischen der Kontaktpaarung. Gemäß dem thermischen Pfad, also dem Wärme Weg vom Bauteil bis hin zum Kühlkörper, gewährleisten kleinste Wärmeübergangswiderstände eine sichere Halbleiterfunktion im vorgegebenen Temperaturbereich.

Wärmeleitmaterialien (TIM) werden leider in vielen Applikationen nur anhand ihrer Wärmeleitfähigkeit ausgewählt, ohne allerdings die Einbausituation und geforderten Randbedingungen zu betrachten bzw. zu berücksichtigen. Das Material mit der Besten im Datenblatt genannten Wärmeleitfähigkeit hat gewonnen, lautet oftmals das Fazit, da technisch gesehen das Material mit der höchsten Wärmeleitfähigkeit zu einem geringeren Temperaturanstieg am Bauteil und damit zu einer längeren Lebensdauer führt. Soweit richtig, aber in vielfachen Untersuchungen und Laborversuchen nachgewiesen, dass TIMs mit einer hohen Wärmeleitfähigkeit, je nach Applikation und Anzahl von Lastzyklen, um ein Mehrfaches schlechter abgeschnitten haben als Materialien mit einer geringeren Wärmeleitfähigkeit. Daher sollte das gewählte Wärmeleitmaterial unbedingt zur Applikation passen und dem Anwender bleibt oftmals nichts anderes übrig, als sämtliche Randparameter seiner Anwendung zu betrachten. Bestenfalls werden im Nachgang die in Frage kommenden Materialien in einen Versuchsaufbau integriert und auf Tauglichkeit ausführlich untersucht und getestet.

Bei der Auswahl von Wärmeleitmaterialien sind weitere Faktoren wie die thermische Impedanz (Wärmeleitfähigkeit), die elektrische Isolierung oder Leitfähigkeit, der Temperaturbereich, die Spannungsfestigkeit (Durchschlagsfestigkeit), die chemische Zusammensetzung (Umweltverträglichkeit) sowie die Flexibilität (Shore Härte) oder Zugfestigkeit zu hinterfragen. Darüber hinaus sind eine leichte Handhabung, eine gute Alterungsbeständigkeit und eine lange Lebensdauer wichtige Auswahlkriterien, die es zu berücksichtigen gilt. Die Welt der angebotenen Wärmeleitmaterialien bietet vielzählige und unterschiedliche Ausführungen sowie Zusammensetzungen, welche bei richtiger Anwendung hervorragende Lösungsansätze zur thermischen Kontaktierung bieten. □



## HEIDEN power GmbH

### Anschrift

HEIDEN power GmbH  
Am Wiesengrund 1  
86932 Pürgen  
Germany  
T +49/8196/9988-0  
F +49/8196/998877  
info@heidenpower.com  
www.heidenpower.com

### Historie

Das nach wie vor unabhängige Unternehmen HEIDEN electronics GmbH wurde 1964 gegründet und ist 1972 in das Handelsregister eingetragen worden. 1995 wurde der Hauptsitz von München nach Landsberg/Lech verlegt. Nachdem der Firmengründer altersbedingt im Zuge der Nachfolgeregelung das Unternehmen verkaufte, ging es 2002/2003 an den neuen Inhaber Dipl.-Ing. Franz J. Dorfner über. Er war zuvor einige Jahre in Shanghai und in Singapur in der Halbleiterindustrie (backend) tätig. Seine praxisorientierten, elektrotechnischen Ausbildung schloß er mit dem Studium an der Technischen Universität in Berlin ab. Nach der Übernahme der HEIDEN electronics GmbH gründete er im Jahr 2004 die HEIDEN power GmbH als unabhängige, international orientierte Vertriebsgesellschaft und Partner für die langjährigen Produkt-Lieferanten. Heute ist er alleiniger geschäftsführender Gesellschafter beider Firmen.

HEIDEN ist sowohl Hersteller als auch Distributor von elektronischen Geräten der Leistungselektronik. HEIDEN entwickelt, fertigt und vertreibt elektronische AC- und DC-Netzgeräte, Quellen-Senken Systeme mit Netz-Rückspeisung (bidirektional, regenerativ), Stromversorgungen in allen Leistungsklassen (von 500W bis über 500 kW) und Hochstrom Systeme von bis zu 10kA, elektronische Lasten (auch mit Netz-Rückspeisung), Ground-Power-Units (Startgeräte für die Luftfahrt-Industrie),

AC Quellen und Frequenzwandler, Präzision Leistungs-Analysatoren und Testsysteme für die Anwendung in Industrie, Forschung und Entwicklung.

### Neuer moderner Firmensitz

Aufgrund der erfreulichen Geschäftsentwicklung wurden die Räume am ehemaligen Firmensitz in München/Martinsried bald zu klein. Die damalige Geschäftsleitung entschloss sich Anfang 1990 von München nach Landsberg am Lech umzuziehen. Um das Arbeitsumfeld zu modernisieren und auch der Ästhetik Geltung zu verschaffen, erfolgte Ende 2004 ein erneuter Umzug in ein modernes Büro- und Fertigungsgebäude in den nahe gelegenen Ort Pürgen.

### Große Produktpalette

Produkte von HEIDEN werden unter anderem in der Elektronikindustrie, der Nachrichtentechnik, der Automobilindustrie, der Luft- und Raumfahrttechnik und in wissenschaftlichen Forschungseinrichtungen eingesetzt. Um den Kunden die Auswahl aus einer kompletten Produktpalette bieten zu können und speziell auch um integrierte Systemlösungen anbieten zu können, ist man auch Kooperationen mit anderen Herstellern eingegangen, so z.B. seit über 20 Jahren mit Regatron in der Schweiz und ebenfalls seit über 20 Jahren mit Höcherl&Hackl und mit weiteren sehr kompetenten und renommierten Partnern in diesem Umfeld.



### Internationale Reputation

Von Anfang an prägen nationale und internationale Großkunden wie ABB, Airbus/Eurocopter, Alstom, DW, Infineon, RACAL, Tektronix, BOSCH, BMW, Mercedes, VW, Philips, Siemens, Miele, Rohde&Schwarz, FhG, DLR, Schaeffler, Kaco, SMA, Lilium, Volocopter, MPI, Universitäten und viele mehr das Ansehen der Firma.

### Komplette Mess- und Testsysteme

Der Bedarf an präzisen und vollautomatischen Meßsystemen steigt an, denn nur so lassen sich Qualität und Produktionskosten beherrschen. HEIDEN baut mit Einbeziehung von Partnern Ihr kundenspezifisches Testsystem komplett, d.h. Hard- und Software aus einer Hand. Firmen wie z.B. ANT, Narva-Philips, Siemens, Infineon, Elektrolux, BMW, Bosch und weitere setzen HEIDEN Systeme erfolgreich ein.

### CE-Konformität: BGV A3 und ISO 9001

Die EU schreibt seit 1996 vor, daß nur noch Geräte nach den Bestimmungen der EU in den Verkehr gebracht werden dürfen. Unsere Produkte tragen zum Zeichen der Normen-Konformität das entsprechende CE Zeichen. Eine Konformitätserklärung für jedes Gerät aus unserer Fertigung befindet sich im Handbuch. Die HEIDEN Geräte werden auch dem BGV A3 (DGUV) Test (Berufsgenossenschaft) unterzogen. HEIDEN electronics und HEIDEN power sind nach dem aktuellen Qualitätsstandard ISO 9001 zertifiziert. □



## MERSEN EGGOLSHEIM



### Anschrift

In der Büg 12  
91330 Eggolsheim  
Deutschland  
T +49/9191/7338-0  
vertrieb.eggolsheim@mersen.com  
ep-de.mersen.com

### Gründungsjahr

1891

### Logistikleistung

Von der zentralen europäischen Logistikplattform in Saint Bonnet de Mure (Nähe Lyon) versendet MERSEN alle Produkte zuverlässig und schnell an die Kunden in Europa.

### Verfügbarkeit

Viele MERSEN Produkte sind in der europäischen Logistikplattform direkt verfügbar. Die Standard Wiederbeschaffungszeiten liegen zwischen 6 und 8 Wochen.

### Firmenprofil

MERSEN ist ein globaler Experte für elektrische Spezialitäten und fortschrittliche Materialien für Hightech-Industrien. Das Unternehmen verfügt über mehr als 135 Jahre Erfahrung und ist mit mehr als 50 Industriestandorten und 18 F&E-Zentren in 34 Ländern vertreten. Mersen liefert seinen Kunden Schlüsselprodukte, um die neuen technologischen Herausforderungen zu meistern, die die Welt von morgen prägen. Seit über 130 Jahren gehört MERSEN zu den führenden Unternehmen auf dem Gebiet der elektrischen Energie und der Hochleistungswerkstoffe.

MERSEN steht für die englischen Initialen von Material (Werkstoff), Electricity (Elektrizität),

Research (Forschung), Sustainability (Nachhaltigkeit) und Energy (Energie). Die Firma MERSEN ist weltweit der Experte und Spezialist für Werkstoffe und Anlagen in extremen Einsatzbereichen. MERSEN entwickelt und konzipiert innovative Lösungen, für die individuellen Bedürfnisse und speziellen Anforderungen seiner Kunden. MERSEN ermöglicht ihren Produktionsprozess in den Bereichen Energie, Transportwesen, Elektronik, Chemie, Pharmazie und Prozesstechnik sowie in der verarbeitenden Industrie zu optimieren und bringt seine Erfahrung mit den Produkten in die Anwendungen der Kunden ein, um sie sicher, zuverlässig und wirtschaftlich zu machen.

Die Gruppe ist seit 1897 in Deutschland vertreten, als sie dort ihre erste Filiale gegründet hat. MERSEN verfügt heute über sieben Filialen in Deutschland – einer der bedeutendsten Märkte der Gruppe – eine in der Schweiz und zwei in Österreich, wo ihre gesamten Produkte ausgeliefert werden. Mit umfassenden Fachwissen erreichen wir gemeinsam mit unseren Kunden und Partnern eine gemeinsame und nachhaltige Entwicklung. Wo sich die Technik weiterentwickelt und innovativ ist, findet man immer auch ein Stück MERSEN.

### Produktportfolio

- Sicherungen und Sicherungsgeräte nach IEC & UL/CSA
- Sicherungen und Sicherungssockel für Hoch- und Mittelspannung
- Superflinke Sicherungen
- Überspannungsschutz, Blitzschutz und Netzüberwachung
- Niederspannungslastschalter
- Niederspannungssicherungen für Spezialanwendungen

- Gleichstromschutzsysteme für Elektrofahrzeuge und Batterien
- DC Distribution Fuses
- Laminierte Stromschienen für die Leistungselektronik
- Kühlkörper für die Leistungselektronik
- Stromübertragung für Schienenfahrzeuge
- Aluminium-Elektrolyt-Kondensatoren und Filmkondensatoren

### Dienstleistungsportfolio

Mersen Electrical Power ist ein globaler Experte für elektrische Energie und Partner der Weltweiten High-Tech-Industrie. Mersen bietet ein breites Produktportfolio im Bereich elektrischer Schutz und Steuerung und bietet Lösungen für Power-Management-Anwendungen. Für die Entwicklung und Lieferung maßgeschneiderter Lösungen und Schlüsselprodukte für verschiedene Schlüsselmärkte wie Gewerbe, Industrie, erneuerbare Energien, Leistungselektronik und E-Mobilität arbeiten die Teams von Mersen Electrical Power weltweit mit Kunden zusammen. Anwendungen der Kunden sicherer und zuverlässiger zu machen, ist die Mission von Mersen.

Für weitere Informationen besuchen Sie [ep.mersen.com](http://ep.mersen.com).

Der Konzern ist an der Euronext Paris notiert – Abschnitt B

### Technischer Support

Der technische Support in Deutschland kann über die Mailadresse [ts.eggolsheim@mersen.com](mailto:ts.eggolsheim@mersen.com) von den Kunden direkt kontaktiert werden.

### Erreichbarkeit Tec. Support

Montags bis Freitags von 08 Uhr bis 17 Uhr. □

LÖSUNGEN FÜR EFFIZIENTES WÄRMEMANAGEMENT

# Schlüsselkomponente Wärmeleitmaterial

In der Technik des Wärmemanagements spielen Wärmeleitmaterialien (TIMs) eine entscheidende Rolle, da sie dazu dienen, mikroskopisch kleine Unebenheiten zwischen Oberflächen auszugleichen. Diese TIMs fördern eine optimierte Wärmeübertragung von Wärme erzeugenden Bauteilen zu Kühlkomponenten. Die richtige Auswahl eines TIMs kann zur Verbesserung der thermischen Effizienz beitragen, egal ob in der Prototypenentwicklung oder der Produktion im Wärmemanagementbereich.

TEXT: Ryan Smoot, CUI Devices; DigiKey BILDER: CUI Devices; iStock, Oundum

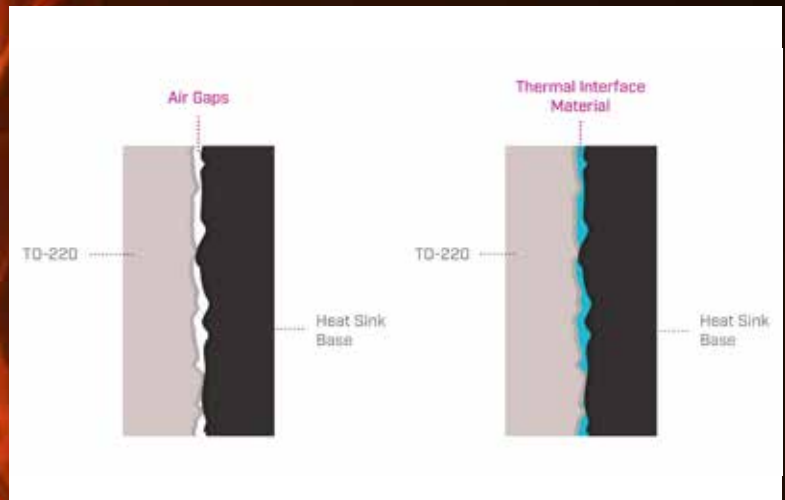
Im Bereich des Wärmemanagements wird den Lüftern, Kühlkörpern und der Peltier-Baugruppen viel Aufmerksamkeit geschenkt, so dass die Art und Weise, wie diese Komponenten zusammengebaut werden, leicht in Vergessenheit geraten kann. Ein gutes Wärmeleitmaterial (TIM) ist von größter Bedeutung für die optimale Performance dieser Wärmemanagementtechniken. Der Zweck von TIMs besteht darin, die winzigen, mikroskopisch kleinen Hohlräume zwischen zwei

ungleichmäßigen Oberflächen mit einer Substanz zu besetzen, die eine bessere Wärmeleitfähigkeit als Luft aufweist.

TIMs können aus verschiedenen Materialien bestehen, die die Leitfähigkeit verbessern und eine effiziente Wärmeübertragung von einem wärmeerzeugenden Element wie einem Leistungstransistor zu einem Wärmeableiter wie einem Kühlkörper, einem thermoelektrischen Kühler oder beidem gewährleisten. In diesem Artikel werden die Begriffe Wärmeleitfähigkeit und Impedanz genauer definiert, während gleichzeitig ein Überblick über die verschiedenen Arten von TIMs vermittelt wird, die einem Entwicklungsingenieur zur Verfügung stehen.

## Wärmeleitfähigkeit

Um detailliert zu verstehen, wie das Füllen dieser mikroskopischen Hohlräume die Wärmeübertragung verbessern kann,



Grundlegende Darstellung eines TIMs, das Luftspalten zwischen zwei ungleichmäßigen Oberflächen füllt.

ist ein klares Verständnis der Wärmeleitfähigkeit unerlässlich. Die Wärmeleitfähigkeit ist ein Maß für die Fähigkeit eines Materials, Wärme zu übertragen, und hängt nicht von der Größe einer bestimmten Komponente ab. Dieser Parameter wird im Allgemeinen in Einheiten der Leistung geteilt durch Fläche und Temperatur angegeben, zum Beispiel  $W/(m \cdot ^\circ C)$  oder  $W/(m \cdot K)$ . Da eine Einheit auf der Kelvin-Skala einem  $^\circ C$  entspricht, ist bei den Berechnungen nur die relative Temperaturänderung von Bedeutung, nicht der absolute Wert.

Wenn es um die Wärmeabgabe geht, ist eine höhere Wärmeleitfähigkeit immer wünschenswert. Materialien mit geringer Wärmeleitfähigkeit weisen eine niedrige Wärmeübertragungsrates auf, während Materialien mit hoher Wärmeleitfähigkeit eine schnellere Übertragung der Wärme ermöglichen. Zum Vergleich: Die Wärmeleitfähigkeit von Luft beträgt  $0,0263 W/(m \cdot K)$

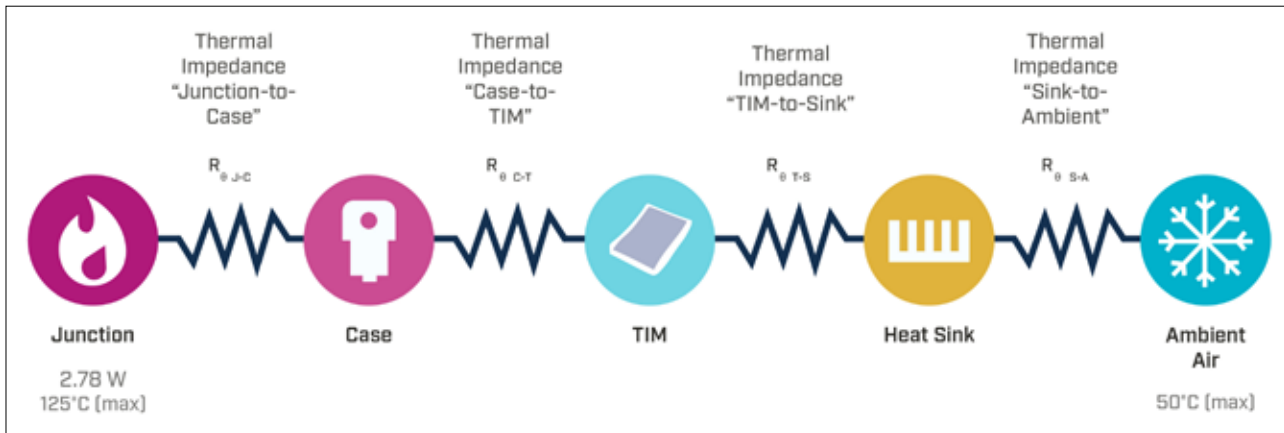
und liegt damit etwa zwei Größenordnungen unter der von Wärmeleitmaterialien. Wenn zwischen dem Bauteil und dem Kühlkörper Luftspalten vorhanden sind, wird die Wärmeabgabe behindert. Durch die Füllung dieser Hohlräume mit einem TIM, das eine deutlich höhere Wärmeleitfähigkeit als Luft aufweist, wird eine effizientere Wärmeübertragung erreicht.

## Thermischer Widerstand

Die thermische Impedanz oder der Widerstand hängt stark von der Form eines bestimmten Bauteils ab und wird in Einheiten der Temperatur geteilt durch die Leistung ausgedrückt, zum Beispiel in  $^\circ C$  pro W. Hier eine kurze Zusammenfassung über den thermischen Widerstand:

Der thermische Widerstand, der in Einheiten von  $C/W$  angegeben wird, bestimmt, um wie viel  $^\circ C$  eine Verbindung pro W abgegebener Leistung wärmer wird. Wenn beispielsweise ein Anschluss, der eine Leistung von 4 W abgibt, einen Widerstand von  $10 C/W$  hat, erhöht sich seine Temperatur relativ zur Umgebungstemperatur um  $40 ^\circ C$ . Häufig wird der Wert des thermischen Widerstands für ein bestimmtes Medium und eine bestimmte Fläche angegeben, zum Beispiel ein TO-220-Gehäuse gegen Luft ohne Kühlkörper.

Wenn mehrere Komponenten integriert sind, wird ein neuer Wert für den thermischen Widerstand zugewiesen. Dieser Wert für den thermischen Widerstand setzt jedoch voraus, dass eine perfekte Verbindung zwischen den beiden Oberflächen besteht,



Beispiel für die typischen Pfade der thermischen Impedanz, die bei einer Anwendung in Betracht gezogen werden können.

was nicht immer der Fall ist. In solchen Situationen wird ein Wärmeleitmaterial verwendet, um möglichst ideale Bedingungen zu schaffen. Dadurch wird zwar die Wärmeübertragung verbessert, aber auch die Komplexität erhöht, da der thermische Widerstand des Wärmeleitmaterials in die Berechnungen einbezogen werden muss. Es mag ironisch erscheinen, dass das Wärmeleitmaterial zwar den thermischen Widerstand zwischen zwei Objekten reduziert, aber auch einen eigenen thermischen Widerstand besitzt. Dieser Wert ist zwar nicht unbedeutend, verringert aber den thermischen Widerstand zwischen zwei Objekten deutlich mehr, als dass er ihn vergrößert. Je nach Typ des verwendeten TIMs kann dieser thermische Widerstand angegeben sein oder muss auf der Grundlage der Dicke des TIMs und der Fläche, auf der er aufgebracht wird, berechnet werden.

## Gängige Wärmeleitmaterialien

Wärmeleitmaterialien, die die Form von Gelen, Fetten, Pasten und Belägen annehmen können, bieten verschiedene Lösungen für die Herausforderungen des Wärmemanagements. Unter diesen sind Wärmeleitpasten, einschließlich Gele und Fette, für ihre hohe Wärmeleitfähigkeit, Flexibilität und die Fähigkeit, größere Lücken zu füllen, bekannt. Die Anwendung der Paste kann jedoch kompliziert sein, insbesondere auf unebenen Oberflächen, und führt nicht immer zu gleichmäßigen Ergebnissen.

Eine zu großzügige Anwendung kann zu einer Verringerung der Gesamtwirkung führen, während eine unzureichende Anwendung die Performance der thermischen Schnittstelle beeinträchtigen kann. Darüber hinaus können Pasten auf Metallbasis, die eine hervorragende Leitfähigkeit aufweisen, zu elektrischen Gefahren führen, wenn sie auf die Platine gelangen. Keramik- oder kohlenstoffbasierte Pasten können eine sicherere Alternative sein, aber ihr Wirkungsgrad ist möglicherweise nicht so gut wie bei metallbasierten Optionen.

Im Gegensatz dazu sind Wärmeleitpads feste Einlagen aus Silikon oder silikonfreien Elastomeren, wobei auch viele andere Materialien erhältlich sind. Die Wärmeleitfolien des Unternehmens CUI Devices sind beispielsweise natürlich klebrig, elektrisch isoliert und haben unterschiedliche Nenngrößen der Leitfähigkeit, die von 1,0 bis 6,0 W/(m·K) reichen. Einer der Hauptvorteile der Verwendung von Wärmeleitfolien anstelle von Pasten ist ihre einfache Anwendung. Die Wärmeleitfolien sind auf die Profile der Peltierkomponenten des Unternehmens zugeschnitten. Das spart Zeit und bietet mehr praktischen Nutzen bei der Baugruppe, als wenn man große Wärmeleitfolien kaufen und diese auf die richtige Größe zuschneiden müsste. Wärmeleitfolien bieten außerdem eine höhere Konsistenz, sauberere Verarbeitung und sind besser wiederverwendbar als Wärmeleitpasten.

In Situationen, in denen der Anwender mit verschiedenen Komponenten und Größen konfrontiert ist, bleibt Wärmeleitpaste jedoch aufgrund ihrer Vielseitigkeit eine bevorzugte Option. Wärmeleitpaste ist auch bei Bastlern beliebt, da sie preiswert und in kleinen Tuben erhältlich ist, so dass keine genauen Messungen und Größenangaben erforderlich sind. Das macht sie zu einer praktischen Option für kleine Projekte und einmalige Anwendungen.

## Fazit

Effizientes Wärmemanagement ist ein komplexes Problem, das eine Reihe von Strategien und Lösungen erfordert. Die Bedeutung von Wärmeleitmaterialien als Schlüsselkomponente des Gesamtsystems darf nicht übersehen werden. Ob in der Prototyp-Phase, beim Übergang zur Produktion oder bei der Verwendung von Wärmeleitmaterialien für Hobbyprojekte, das Verständnis der Gründe für ihre Notwendigkeit und der Mechanismen, die hinter ihrer Funktion stehen, kann die thermische Performance eines Entwurfs erheblich beeinflussen. □



**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.meu-semiconductor.eu

**Qualitätsmanagement**

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

**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 verschiedene Leistungsklassen und Anwendungen die passenden Module zur Verfügung, zum Beispiel für Weiße Ware, Industrieanwendungen, Bahntechnik und Elektromobilität.

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 Kundenseite.

**Produktportfolio**

Power Modules

- SiC Modules
- IGBT, RC-IGBT Modules
- Intelligent Power Modules (IPMs, DIPIPM+, DIP-/Mini-DIP-IPMs, DIPFPC, SLIMDIP, SOPIPM)
- Automotive Modules (6in1 Pin-fin and scalable 2in1 transfer-mold core 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

Semikron Danfoss  
Sigmundstraße 200  
90431 Nürnberg  
Deutschland  
T: +49/911/6559-0  
info@semikron-danfoss.com  
www.semikron-danfoss.com

### Gründungsjahr

2022

### Produktportfolio

Mit hocheffizienter Leistungselektronik treiben wir die Zukunft der E-Mobilität voran. Ein Viertel der weltweiten CO<sub>2</sub>-Emissionen stammt aus dem Verkehrssektor. Mit der Zunahme der E-Mobilität und elektrischer Nutzfahrzeuge ist die Leistungselektronik der Schlüssel zur Optimierung der Energieeffizienz, zur Erhöhung der Reichweite von Elektrofahrzeugen

### FIRMENPROFIL

Semikron Danfoss ist ein weltweiter Technologieführer in der Leistungselektronik. Unser Produktangebot umfasst Halbleiterbauelemente, Leistungsmodule, Stacks und Systeme.

In einer zunehmend elektrifizierten Welt sind die Technologien von Semikron Danfoss wichtiger denn je. Mit unseren innovativen Lösungen für Anwendungen in den Bereichen Automobil, Industrie und erneuerbare Energien helfen wir, Energie effizienter und nachhaltiger zu nutzen und damit CO<sub>2</sub>-Emissionen deutlich zu reduzieren – eine der größten Herausforderungen unserer Zeit.

und zur Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen. Diese Entwicklung erfordert skalierbare Lösungen für elektrische Fahrtriebe in PKWs, die einen breiten Einsatzbereich abdecken können.

Die Leistungsmodulplattformen DCM und eMPack wurden für Antriebe im Leistungsbereich von 100kW bis 750kW entwickelt. Beide Produktfamilien sind für Batteriesysteme in 400V und 800V Technik und Ausgangsströmen von 350A bis 900A verfügbar. Dabei erlaubt das Produktdesign den Einsatz unterschiedlicher Halbleiter und gewährleistet somit die völlige Unabhängigkeit von bestimmten Chiplieferanten. Die Kombination der hocheffizienten SiC-Technologie mit unseren neuesten Aufbau- und Verbindungstechnologien wie dem Bond Buffer, der Double-Sided Sintering-Technologie (DSS) und der Direct-Pressed-Die-Technologie (DPD) ermöglichen eine hohe Leistungsdichte und eine herausragende Zuverlässigkeit in einem äußerst kompakten Gehäuse.

Für Nutzfahrzeuge bietet Semikron Danfoss auch ganze Umrichter Systeme an.

Der SKAI LV ist das richtige Produkt für leichte batteriebetriebene Fahrzeuge, wie

z.B. Gabelstapler, d.h. für Anwendungen im Leistungsbereich bis zu etwa 40kW, die mit Batteriespannungslagen bis zu 48V oder 96V betrieben werden.

Der SKAI HV umfasst eine 3-Phasen-Umrichterplattform und kommt im Antriebsstrang in mittleren bis schweren Nutzfahrzeugen zum Einsatz.

Der SKAI HV ist für den Betrieb mit Versorgungsspannungen bis zu 800VDC und mit einer Ausgangsleistung von bis zu 300kVA geeignet. Die IGBT-basierte Motorsteuerung arbeitet mit gesinterten, 100% lötfreien 1200V Leistungshalbleitern.

Die Elektrifizierung von Fahrzeugen in der Landwirtschaft und im Bausektor steht noch am Anfang. Dank der ökologischen Vorteile batteriebetriebener Funktionen besteht in diesem Bereich ein erhebliches Wachstumspotenzial für die Zukunft.

### Erreichbarkeit

28 Standorte mit 4.000 Beschäftigten weltweit mit eigenem Webshop:

Shop.semikron-danfoss.com □



LEISTUNGSKOMPONENTEN FÜR EMBEDDED-SYSTEME

# Vielfältige Energieversorgung

Der Aufbau des Stromversorgungsnetzes für ein Embedded-System ist oft einer der letzten Designaspekte, die ein Entwicklerteam berücksichtigt. Die Vorstellung, dass eine Applikation jede beliebige Vielfalt und Anzahl von Spannungsschienen aufnehmen kann, ist jedoch nur manchmal gültig.

TEXT: Mark Patrick, Mouser Electronics BILDER: CUI, Analog Devices; iStock, gerenme

Die komplexen Anforderungen an eine effiziente, rauscharme und präzise geregelte Stromversorgung aus Netz- oder Batteriespannungen machen dies zu einer wichtigen Hardware-Entscheidung. Bei der Anordnung der Komponenten zur Leistungsumwandlung auf der Leiterplatte (PCB) müssen Faktoren wie Wärmeableitung, elektrische Sicherheit und elektromagnetische Interferenz (EMI) berücksichtigt werden. In diesem Beitrag befassen wir uns mit einigen Aspekten, die Entwickler bei der

Auswahl von Bauelementen für die Leistungsumwandlung und -bereitstellung auf der Leiterplatte für eine Reihe von Embedded-Systemen in einem industriellen Bereich berücksichtigen sollten.

## Energieversorgung für Embedded Systeme

Embedded-Systeme sind überall zu finden. Sie steuern unsere Haushaltsgeräte, verfolgen unsere Haustiere, steuern industrielle



Die 15-Watt-AC/DC-Netzteile der Serie PBO-15C mit Einzelausgang eignen sich für Industrie- und Smart-Home-Applikationen.

Prozesse und nehmen Bodenproben auf fernen Planeten. Im Rahmen von Initiativen zur Verbesserung der industriellen Leistung, wie zum Beispiel Industrie 4.0, wurde das industrielle Internet der Dinge (Industrial Internet of Things, IIoT) geschaffen. Dadurch stieg der Bedarf an Sensoren und Aktuatoren mit geringem Stromverbrauch, die an geografisch verteilten Standorten zum Einsatz kommen. Mit der Fernüberwachung von Pflanzen und anderen landwirtschaftlichen Applikationen kam das IoT in die Praxis und stellte Entwickler vor die Herausforderung, eine geeignete drahtlose Konnektivität und langlebige Methoden der Energieversorgung zu entwickeln.

Bei der Entwicklung eines neuen Embedded-Produkts ist eine der wichtigsten Überlegungen die Frage, wie das Produkt mit Strom versorgt werden soll, da dies das gesamte Energiebudget bestimmt. Die verfügbare Energiemenge hat auch Einfluss auf einige Merkmale und Funktionen des Produkts. So verbrauchen beispielsweise große LCD-Bildschirme während der Nutzung viel Energie, sodass die Nutzung einer batteriebetriebenen Applikation eingeschränkt ist. Auch drahtlose Protokolle mit hoher Bandbreite, wie beispielsweise WLAN, verbrauchen mehr Strom als Protokolle, die für Applikationen mit geringem Stromverbrauch entwickelt wurden, wie beispielsweise Bluetooth Low Energy.

Netzbetriebene Applikationen sind zwar die optimale Lösung für die Stromversorgung, bringen jedoch Einschränkungen bei der Entwicklung mit sich, beispielsweise in Bezug auf Isolierung, Leistungsumwandlung, Wärmeabgabe und den verfügbaren Platz im Gehäuse.

## Auswahl der Stromversorgung

Die Stromversorgung von Embedded-Systemen umfasst mehrere Aspekte, die eine Reihe spezifischer technischer Merkmale mit sich bringen. Die Stromquelle(n), die Stromumwandlungs-

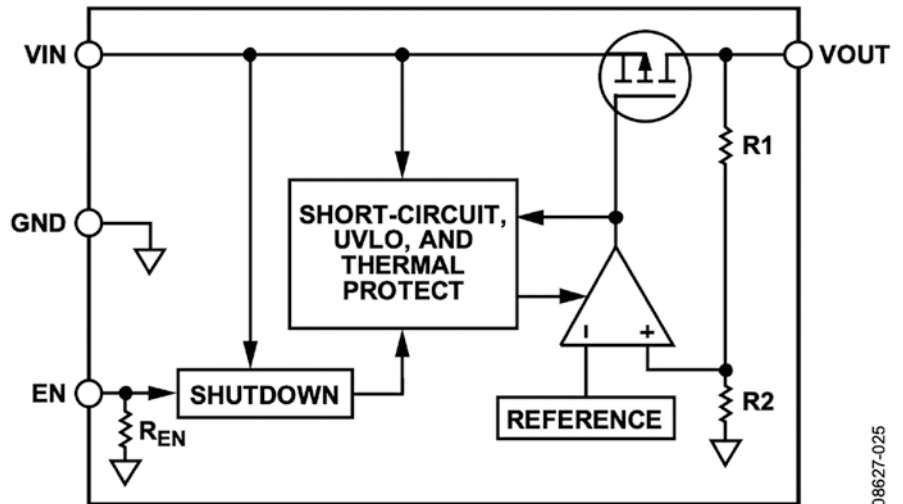
methode(n), das Strommanagement und das Stromversorgungsnetz sind die entscheidenden diskreten Funktionen einer Stromversorgungsarchitektur. Auch wenn die Anforderungen an die Stromversorgung bei jedem Design sehr unterschiedlich sind, sollten Entwickler die folgenden Punkte beachten:

**Stromquellen:** Es gibt mehrere gängige Möglichkeiten, ein Embedded-System mit Strom zu versorgen, beispielsweise Netzstrom, nicht aufladbare oder wiederaufladbare Batterien und Energy Harvesting (eine oder mehrere Quellen). Ist für eine netzbetriebene Applikation eine Sekundärversorgung für den Fall eines Stromausfalls vorgesehen? Wenn ja, wie lange sollte die Notstromversorgung verfügbar sein? Ebenso sollte bei einer batteriebetriebenen Applikation die gewünschte Betriebsdauer zwischen Batterieladungen oder -wechseln spezifiziert werden.

Energy Harvesting-Techniken sind eine beliebte Methode zur Verlängerung der Batterielebensdauer durch Erhaltungsladungen. Bei einigen Applikationen mit extrem niedrigem Stromverbrauch kann eine Batterie durch einen Superkondensator und einen Energy Harvester Power Management IC (EH PMIC) ersetzt werden. Solar-, Vibrations- und Wärmeenergie sind bewährte Methoden zur Energiegewinnung für IIoT-Sensoren.

**Leistungsumwandlung:** Welche Spannung(en) werden für die Stromversorgung des Embedded-Systems benötigt? Genügt eine einzige 3,3-VDC-Versorgung, oder benötigt der Entwickler zusätzliche Stromschienen wie 1,8 VDC oder 5 VDC für bestimmte Bauelemente oder Peripheriegeräte? Welche Spezifikationen gelten für den Stromverbrauch der einzelnen Versorgungsschienen und sind Daten zum Verbrauchsprofil verfügbar? Netzgespeiste Systeme benötigen mindestens eine Spannungsumwandlungsstufe, beispielsweise von 240 VAC auf 3,3 VDC. Ein DC/DC-Wandler kann zusätzliche DC-Schienen bereitstellen, beispielsweise von 3,3 VDC auf 1,8 VDC oder auf 5 VDC.

Der innere Aufbau des extrem rauscharmen Linearreglers ADP151



08627-025

**Stromversorgungsnetz:** Für eine komplexere Embedded-Applikation ist möglicherweise ein Stromversorgungsnetz (Power Delivery Network, PDN) erforderlich, wie zum Beispiel die oben erwähnten mehreren Stromschienen. Die Stromverteilung auf einer Leiterplatte kann besondere Anforderungen stellen, da einige ICs empfindlich auf EMI und hohe  $dV/dt$ -Transienten reagieren. Die Entwickler sollten auch abwägen, ob sie DC/DC-Wandler in der Nähe des Lastpunkts anordnen möchten. Bei sehr anspruchsvollen integrierten Schaltkreisen (ICs) können außerdem sequenzierte Stromschienen erforderlich sein.

**Beschränkungen der Stromversorgungsarchitektur:** Einige Embedded-Produkte, wie beispielsweise medizinische Sicherheitsgeräte, stellen möglicherweise besondere Anforderungen an die Einhaltung von Vorschriften. Die Isolierung ist hierbei ein entscheidender Aspekt bei der Auswahl eines AC/DC- oder DC/DC-Wandlers. Für medizinische und gesundheitliche Applikationen wird dieser Aspekt durch die international anerkannte Sicherheitsnorm IEC 60601 abgedeckt. Auch die Energieeffizienz ist ein geregelter Merkmal, zum Beispiel die Anforderung der Stufe VI, wonach die Leistungsaufnahme einer netzgespeisten Versorgung bei Nulllast unter 0,3 Watt liegen muss. Leistungswandler und Stromversorgungen müssen auch die Normen für elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) und EMI erfüllen.

**Leistungsmanagement und technische Spezifikationen:** Ist das Produkt mit einer wiederaufladbaren Batterie ausgestattet, überwacht ein Power-Management-IC (PMIC) den Ladezustand der Batterie (SOC) und stellt den Ladestrom nach Bedarf ein. Der PMIC verwaltet auch die Entladeleistung der Batterie und entscheidet, wann die Last isoliert werden muss, um Schäden und einen fehlerhaften Systembetrieb zu vermeiden. Die notwendige Kommunikation von PMIC und Wandler mit dem Host-Mikrocontroller erfolgt in der Regel über das PMBus-Protokoll, SPI- oder I<sup>2</sup>C-Schnittstellen.

**Implementierung der Stromversorgung:** Für die meisten Applikationen wählt das Entwicklerteam ein Modul oder eine integrierte Komponente, von denen einige im nächsten Abschnitt vorgestellt werden. Ein diskreter Ansatz kann jedoch sinnvoll sein, wenn das Team die erforderlichen Versorgungsspannungen nicht mit handelsüblichen Bauelementen realisieren kann.

## Beliebte Stromversorgungs-komponenten

Ein Beispiel für ein AC/DC-Netzteil ist die Serie PBO-15C mit Einzelausgang von CUI. Die 15-Watt-Netzgeräte der Serie PBO-15C sind in einem SIP-Gehäuse (Single In-Line Package) mit offenem Rahmen für die horizontale oder vertikale Leiterplattenmontage untergebracht. Die Serie eignet sich für den universellen breiten Eingangsbereich von 85 VAC bis 305 VAC und ist mit den Nennspannungen von 3,3 VDC bis 24V DC erhältlich.

Der LDO (Low-Dropout-Regler) ist ein rauscharmer Linearregler. Ein extrem rauscharmer 200-mA-Linearregler ist etwa der ADP151 von Analog Devices. Ein LDO zeichnet sich durch eine minimale Differenz zwischen Eingangs- und Ausgangsspannung aus. Der ADP151 kann bei einer Eingangsspannung von 2,2 VDC bis 5,5 VDC bis zu 200 mA liefern und eignet sich für batteriebetriebene Analogwandler und HF-Applikationen.

## Fazit

In diesem kurzen Beitrag haben wir viele wichtige Faktoren aufgezeigt, die bei der Entscheidung über die Stromversorgung Ihres Embedded-Designs zu berücksichtigen sind. Der Applikationstyp und die beabsichtigten Anwendungsfälle bestimmen die Anforderungen an die Stromversorgung in Bezug auf Spannung und Strom. Zudem gibt es weitere technische Faktoren wie die Effizienz, den verfügbaren Platz auf der Leiterplatte und die Kommunikation mit dem Host-Prozessor, um nur drei zu nennen. □

BEDARFSGERECHTE VERSORGUNG MIT  
SiC-BAUTEILEN SICHERSTELLEN

## SiC im Aufwind

Halbleiterbauelemente, die auf Wide-Bandgap-/WBG-Technologie wie SiC basieren, sind entscheidend für effizientere Anwendungen in den Bereichen Industrie, Automotive und erneuerbare Energien. In diesem Beitrag gehen wir darauf ein, wie sich SiC-Bauelemente der nächsten Generation weiterentwickeln, um eine höhere Effizienz und kleinere Formfaktoren zu ermöglichen. Außerdem wird erörtert, warum eine robuste Lieferkette für Unternehmen, die auf SiC umsteigen, entscheidend ist.

TEXT: Ajay Sattu, Onsemi BILDER: Onsemi; iStock, RomoloTavani

Fortschritte in der MOSFET-Technologie, bei diskreten Gehäusen und Leistungsmodulen erhöhen die Energieeffizienz und senken die Kosten in zahlreichen industriellen Systemen, zum Beispiel in der Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge (EV) und in Systemen für erneuerbare Energien, wie zum Beispiel Solaranlagen. Das Gleichgewicht zwischen Kosten und Leistungsfähigkeit ist jedoch eine Herausforderung für die

Entwickler, die mehr Leistung liefern müssen, ohne die Größe der Solarwechselrichter oder ihre Kühlkosten zu erhöhen. Dies ist notwendig, da erschwingliches Laden besonders entscheidend für die weitere Verbreitung sowie Akzeptanz von Elektrofahrzeugen sein wird.

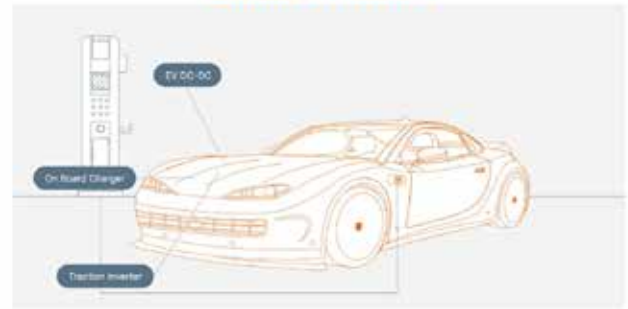
Die Effizienz eines EV/HEV hängt mit der Größe, dem Gewicht und den Kosten der Bordelektronik zusammen,

die sich auf die Reichweite des Fahrzeugs auswirken. Der Einsatz von SiC- anstelle von IGBT-Leistungsmodulen führt zu erheblichen Leistungsverbesserungen, insbesondere im Antriebswechselrichter, da dieser wesentlich zur Gesamteffizienz eines EV beiträgt. Ein leichtes Personenfahrzeug wird hauptsächlich unter niedrigen Lastbedingungen betrieben, wo die Effizienzvorteile von SiC gegenüber IGBT am deutlichsten sind. Die Größe

## Industrial Energy Infrastructure



## Automotive Electric Vehicles



Zahlreiche Anwendungen profitieren von den Eigenschaften der SiC-Bauelemente.

und das Gewicht des Onboard-Ladegeräts (OBC) wirken sich ebenfalls auf die Reichweite des Fahrzeugs aus; daher muss es so klein wie möglich sein. Die höhere Schaltfrequenz der WBG-Bauelemente spielt dabei eine besonders entscheidende Rolle.

### Vorteile von SiC

Um die Verluste bei der Leistungswandlung zu minimieren, sind Halbleiter-Leistungsschalter mit besten Leistungswerten erforderlich. Eine verbesserte Leistungsfähigkeit von Halbleiterbauelementen auf Siliziumbasis, wie sie in vielen Leistungselektronik-Anwendungen zum Einsatz kommen (IGBTs, MOSFETs und Dioden), hat zusammen mit Neuerungen bei Leistungswandlern zu erheblichen Effizienzsteigerungen geführt. Da sie jedoch an ihre theoretischen Grenzen gestoßen sind, werden sie nun in neuen Anwendungen durch Halbleiter mit besonders breiter Bandlücke (WBG) wie SiC und Galliumnitrid (GaN) ersetzt.

Die Nachfrage nach mehr Leistung, größerer Leistungsdichte und besserer Zuverlässigkeit treibt auch SiC an seine Grenzen. Durch seine WBG-Eigenschaft hält das Material höheren Spannungen (1700 bis 2000 V) stand als Silizium. Gleichzeitig weist es von Natur aus eine höhere Elektronenbeweglichkeit und

Sättigungsgeschwindigkeit auf. Dadurch lässt es sich bei wesentlich höheren Frequenzen und Sperrschichttemperaturen betreiben – beides wünschenswerte Eigenschaften für Leistungsanwendungen. Darüber hinaus schalten SiC-basierte Bauelemente mit geringen Verlusten, was die Größe, das Gewicht und die Kosten der erforderlichen passiven Bauelemente verringert.

Die geringeren Leitungs- und Schaltverluste von SiC-Bauelementen verringern den Aufwand für die Wärmeableitung. Zusammen mit der Fähigkeit, bei Sperrschichttemperaturen ( $T_j$ ) von bis zu 175 °C zu arbeiten, führt dies zu einem geringeren Bedarf an Wärmeschutz wie Lüftern und Kühlkörpern. Dies reduziert auch die Größe, das Gewicht und die Kosten des Systems und gewährleistet eine höhere Zuverlässigkeit bei Anwendungen mit begrenztem Platzangebot.

### Höhere Spannungen gefragt

Geringere Verluste bei einem bestimmten Leistungsniveau lassen sich durch eine höhere Spannung zur Reduzierung des Stroms erzielen. Aus diesem Grund wurde die Zwischenkreisspannung (DC-Bus) der Solarmodule in den letzten Jahren von 600 auf 1500 V erhöht. In ähnlicher Weise kann der 400-V-DC-Bus in leichten EV auf einen

800-V-Bus (und in einigen Fällen auf 1000 V) erhöht werden. In der Vergangenheit wurden in der Regel für 400-V-Busspannungen Bauelemente mit 750 V Nennspannung verwendet. Jetzt werden solche mit noch höheren Spannungswerten (1200 bis 1700 V) benötigt, um einen

Your Powerful

wts // electronic components GmbH

Distribution-Partner

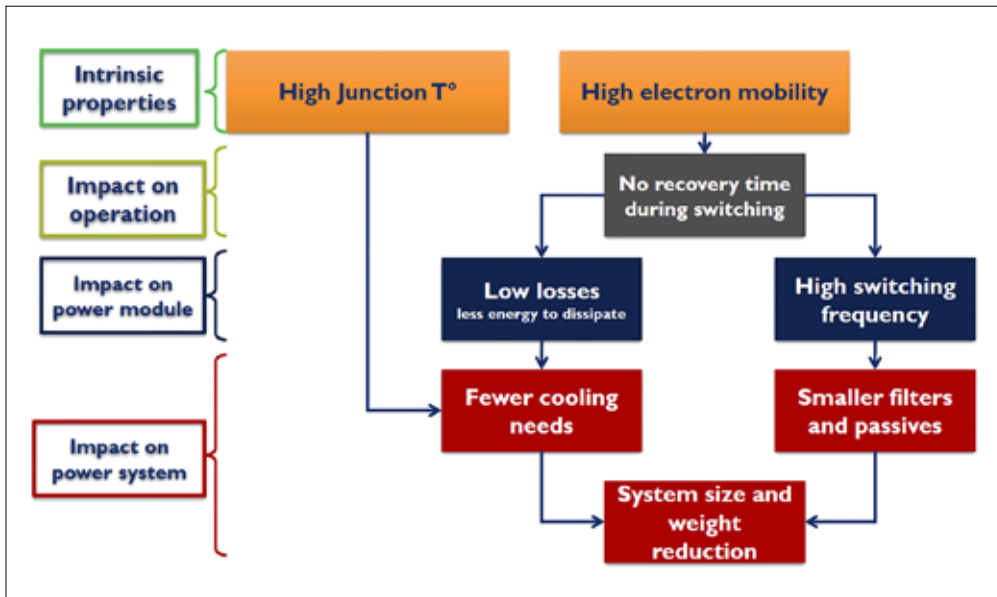


wts // electronic – Ihr Partner für leistungsstarke passive Bauelemente von WIMA®



Rufen Sie uns an!

Tel.: +49 (0) 5130/5845-0  
 Fax: +49 (0) 5130/37 50 55  
 info@wts-electronic.de  
 www.wts-electronic.de



SiC bietet viele Vorteile für Anwendungen rund um die Leistungselektronik.

sicheren und zuverlässigen Betrieb der verwendeten Systeme zu gewährleisten.

### Neueste Entwicklungen bei SiC

Um diesem Bedarf an Bauelementen mit höheren Durchbruchsspannungen gerecht zu werden, hat Onsemi seine planaren 1700V-M1-EliteSiC-MOSFETs entwickelt, die für schnell schaltende Anwendungen ausgelegt sind. Der NTH4L028N170M1 ist einer der ersten Bausteine mit einer UDSS von 1700 V, einer erweiterten UGS von -15/+25 V und einem RDS(ON) von nur 28 mW.

Diese 1700V-MOSFETs können bei Sperrschichttemperaturen ( $T_j$ ) von bis zu 175 °C betrieben werden, was bedeutet, dass sie sich mit einem viel kleineren oder manchmal gar keinem Kühlkörper betreiben lassen. Darüber hinaus verfügt der NTH4L028N170M1 über einen Kelvin-Source-Anschluss am vierten Pin (TO-247-4L-Gehäuse), um die Verlustleistung beim Einschalten zu verringern und das Gate-Rauschen zu reduzieren. Diese Schalter sind auch im D2PAK-7L-Gehäuse mit geringeren Gehäuseparasitären erhältlich. Ein 1700-V-1000-mW-SiC-MOSFET in TO-247-3L- und D2PAK-7L-Gehäusen für hochzuverlässige Hilfsstromversorgungen beim

EV-Laden und im Bereich erneuerbare Energien wurde ebenfalls in die Serienfertigung überführt.

Das Unternehmen hat zudem die D1-Reihe von 1700-V-SiC-Schottky-Dioden entwickelt. Diese Nennspannung gibt den Bauelementen einen größeren Spannungsspielraum zwischen URRM und der sich wiederholenden Spitzensperrspannung. Die Bauelemente bieten eine niedrigere UFM (maximale Durchlassspannung) und einen ausgezeichneten Sperrableitstrom. Damit können Entwickler auch bei hohen Temperaturen einen stabilen Hochspannungsbetrieb erreichen. Die Diode NDSH25170A beziehungsweise NDSH10170A ist im TO-247-2-Gehäuse oder als Bare-Die erhältlich, wobei auch 100-A-Varianten (ohne Gehäuse) verfügbar sind.

### Überlegungen zur Lieferkette

Ein Mangel an verfügbaren Bauelementen hat die Produktion in einigen Bereichen der Elektronikindustrie behindert. Daher ist es bei der Auswahl eines Lieferanten für eine neue Technologie von entscheidender Bedeutung, dass dieser in der Lage ist, Aufträge rechtzeitig zu erfüllen. Um die Belieferung der Kunden über einen langen Zeitraum zu

gewährleisten, hat Onsemi die Firma GT Advanced Technology übernommen, um von dessen Logistik-Know-how zu profitieren. Damit kann das Unternehmen ein Angebot bieten, das Kristallzüchtung, Substrat-/Epitaxie-Schritte, Bauelemente-Fertigung, integrierte Module und diskrete Bauelemente abdeckt. Um dem erwarteten Wachstum der SiC-Anwendungen gerecht zu werden, sind Maßnahmen geplant, wie eine Vervielfachung der Kapazität seines Substratbetriebs und eine höhere Bauelemente- und Modulverfügbarkeit.

### Fazit

Die Eigenschaften von SiC-Bauelementen ermöglichen es Entwicklern, die Herausforderungen bei Leistungsdichte und thermischem Design in den sich weiter entwickelnden Anwendungsbereichen Automotive, erneuerbare Energien und Industrie auf lange Zeit zu meistern. So decken zum Beispiel 1700-V-SiC-MOSFET-/Dioden den Bedarf an Bauelementen mit höheren Durchbruchsspannungen ab. Darüber hinaus bietet die 2000-V-SiC-MOSFET-Technologie genügend Spielraum für zukünftige Anwendungen in den Bereichen Solartechnik, Halbleiterschalter und -transformatoren. □



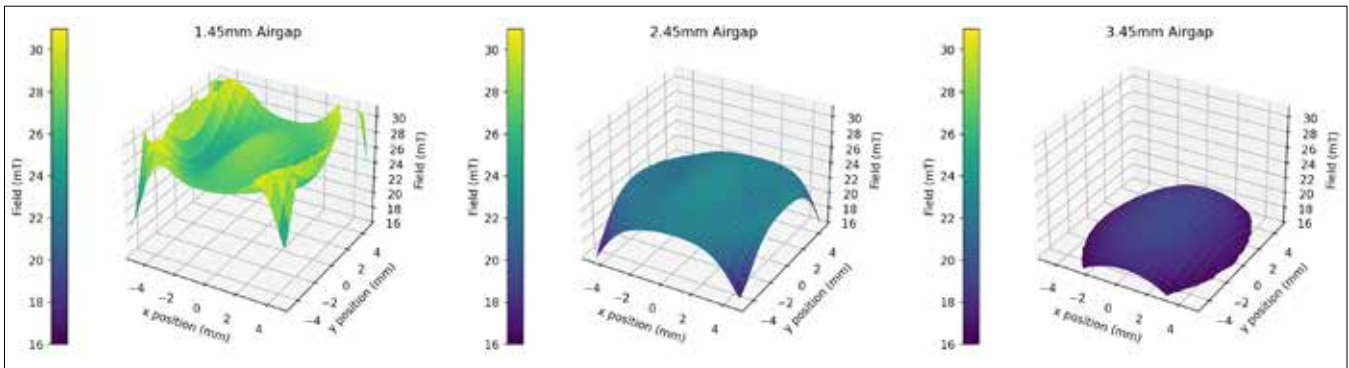
MAGNETAUSLEGUNG FÜR EINEN GMR-MULTITURN-POSITIONSSENSOR

# Präzision bei jeder Umdrehung

True Power-On-Multiturn-Sensoren, die auf Riesenmagnetowiderstands-Technologie (GMR) basieren, werden zukünftig den Markt für Positionssensoren sowohl in der Industrie als auch in der Automobilbranche revolutionieren, da sie die Systemkomplexität und den Wartungsaufwand im Vergleich zu bestehenden Lösungen verringern. Die Auswahl des richtigen Magnetmaterials und die Berücksichtigung von Temperaturkoeffizienten sind entscheidend für die Magnetkonstruktion.

TEXT: Stephen Bradshaw, Christian Nau, Enda Nicholl, Analog Devices BILDER: Analog Devices; iStock, RG-vc





Verteilung des Magnetfelds bei einem Luftspalt von 1,42 mm und 2,45 mm

Der Multiturn-Sensor ist im Wesentlichen ein magnetischer Schreib- und elektronischer Lesespeicher, der mit einem konventionellen magnetischen Winkelgeber kombiniert wird, um eine hochgenaue absolute Position über mehrere Umdrehungen zu ermitteln. Der in unserem vorherigen Artikel "Multiturn Position Sensor Provides True Power-On Capabilities with Zero Power" beschriebene magnetische Schreibprozess erfordert die Aufrechterhaltung des Magnetfelds am Sensor in einem bestimmten Betriebsfenster. Wenn das Magnetfeld zu hoch oder zu niedrig ist, können magnetische Schreibfehler auftreten. Es ist von entscheidender Bedeutung, den Systemmagneten sorgfältig zu konzipieren und alle magnetischen Streufelder, die den Sensor stören könnten, sowie die mechanischen Toleranzen während der Lebensdauer des Produkts zu berücksichtigen. Kleine magnetische Streufelder könnten den gemessenen Winkel verfälschen, während größere magnetische Streufelder einen magnetischen Schreibfehler verursachen könnten, der zu einem Fehler bei der gemessenen Anzahl der Umdrehungen führt.

### Magnetisches Referenzdesigns

Um den passenden Magneten und eine gute Abschirmung zu entwerfen, ist ein sorgfältiges Verständnis der Systemanforderungen erforderlich. Im Allgemeinen gilt: Je weiter die Systemanforderungen gefasst sind, desto größer und teurer muss das Magnetsystem sein, um die

Zielvorgaben zu erfüllen. ADI entwickelt eine Reihe von magnetischen Referenzdesigns für verschiedene mechanische, Streufeld- und Temperaturanforderungen, die von den Nutzern des True Power-on Multiturn-Sensors ADMT4000 verwendet werden können. Das erste von ADI entwickelte Design deckt Systeme mit relativ weiten Toleranzen ab: Ein Sensor-zu-Magnet-Abstand von 2,45 mm  $\pm$  1 mm, ein Versatz des Sensors gegenüber der Drehachse von  $\pm$ 0,6 mm, einen Betriebstemperaturbereich von -40 °C bis 150 °C sowie eine Streumagnetfeldabschirmung von mehr als 90 Prozent.

### Überlegungen zum Magneten

Beim Design des Magneten sind einige wichtige Überlegungen zu berücksichtigen. Im Folgenden werden die wichtigsten Aspekte, die bei der Magnetauslegung für den GMR-Sensors mit einzubeziehen sind, in einer Übersicht dargestellt.

### Magnetwerkstoff

Der GMR-Sensor arbeitet in einem definierten magnetischen Fenster (16 mT bis 31 mT)<sup>1</sup>. Darüber hinaus hat der maximale und minimale Magnetfeld-Betriebsbereich einen Temperaturkoeffizienten (TC). Die Auswahl eines Magnetwerkstoffs mit einem TC, der dem des GMR-Sensors entspricht, maximiert die zulässige Variation des Betriebsmagnetfelds. Dies ermöglicht eine größere Variation der Stärke des Magneten und/oder der Platzierungstoleranz

des Magneten in Bezug auf den Sensor. Kostengünstige magnetische Materialien wie Ferrite haben einen viel höheren TC als der GMR-Sensor, was den Betriebstemperaturbereich im Vergleich zu Materialien wie Samarium-Kobalt (SmCo) oder Neodym-Eisen-Bor (NdFeB) einschränken würde.

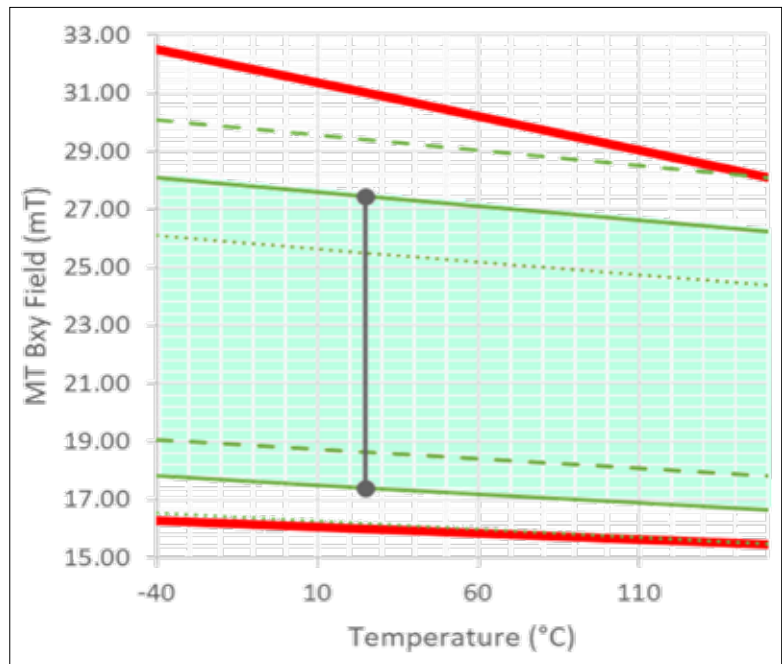
Die Kenntnis des TC des gewählten Magnetmaterials sowie der Schwankungen der Magnetfeldstärke aufgrund von Fertigungstoleranzen bei der Magnetherstellung ermöglicht die Bestimmung der erforderlichen Magnetfeldstärke bei Raumtemperatur (25 °C). Designsimulationen können anschließend bei Raumtemperatur mit einem hohen Maß an Sicherheit durchgeführt werden, dass das System über den gesamten Temperaturbereich wie erwartet funktioniert.

### Simulation des Magneten

Die Simulation des Magneten in der mechanischen Betriebsumgebung kann in verschiedener Weise erfolgen. Für die Auslegung eines Magneten werden in der Regel zwei Arten von Simulationen verwendet: eine analytische Simulation oder die Finite-Elemente-Analyse (FEA). Bei der analytischen Simulation wird das Magnetfeld anhand der Masseparameter des simulierten Magneten (Größe, Material) berechnet, ohne die Umgebung zu berücksichtigen, abgesehen von der Annahme, dass der Magnet in Luft betrieben wird. Dies ist eine schnelle Berechnung und



Vergleich des Temperaturkoeffizienten des Betriebsfensters gegenüber einem typischen SmCo-Magneten



nützlich, wenn keine angrenzenden ferromagnetischen Materialien vorhanden sind. Die FEA kann die Auswirkungen von eisenhaltigem Material in einem größeren Magnetsystem modellieren, was wesentlich ist, wenn der Magnet zusammen mit einer Abschirmung des magnetischen Streufelds oder ferromagnetischen Materialien in der Nähe des Magneten oder Sensors eingesetzt wird. Die FEA ist ein zeitaufwändiger Prozess, so dass der Ausgangspunkt hierfür in der Regel ein einfaches Magnetdesign auf der Grundlage einer analytischen Berechnung ist. Bei der Simulation des Referenzdesigns für den Magneten und die Streufeldabschirmung wurde die FEA eingesetzt.

### Merkmale des Magnetdesigns

Das aus der Simulation resultierende Referenzmagnetsystem besteht aus einem SmCo-Magneten mit integrierter Streufeldabschirmung aus Stahl. Der Magnet ist so konzipiert, dass er im Spritzgussverfahren hergestellt werden kann, sodass er für die Massenproduktion geeignet ist. Das Spritzgießen von SmCo-Magneten ist aufgrund der Möglichkeit, komplexe

Formen herzustellen, weit verbreitet und wird in der Automobilindustrie und in industriellen Anwendungen häufig eingesetzt. Die Baugruppe ist als Presspassung für eine Welle mit einem Durchmesser von 9 mm ausgelegt, es sind jedoch Änderungen möglich, um die mechanische Befestigung an Wellen anderer Durchmesser zu ermöglichen.

### Magnet-Charakterisierung

Es wurde eine sorgfältige Charakterisierung der Magnetbaugruppen durchgeführt, um die robuste magnetische Lösung für den GMR-Sensor ausführlich zu demonstrieren. Der Schlüssel zur Charakterisierung ist die Fähigkeit, eine detaillierte Verteilung der Magnetfeldstärke in Abhängigkeit der Platzierung des Magneten zum Sensor in einer kontrollierten und reproduzierbaren Umgebung zu erstellen.

Entscheidend für den Erfolg der Charakterisierung ist eine gute Kenntnis und Kalibrierung der verwendeten Magnetfeldsonden. Die Wiederholung dieser Messungen über den gesamten Betriebstemperatur- und Luftspaltbereich ist

zeitaufwändig, jedoch für das Verständnis der Performance des Magneten unerlässlich, um in jedem Fall sicherzustellen, dass dieser unter den erforderlichen Betriebsbedingungen arbeitet.

### Schlussfolgerung

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass der Referenzmagnet die Anforderungen für den Betrieb bei Temperaturen von 40 °C bis 150 °C mit einem Luftspalt von 2,45 mm ± 1 mm und einer Toleranz von ±0,6 mm zwischen Sensorposition und Rotationsachse erfüllt.

Der ADMT4000 ist der erste integrierte True-Power-On-Multiturn-Positionssensor, der die Komplexität und den Aufwand des Systemdesigns erheblich reduziert, was letztlich zu kleineren, leichteren und kostengünstigeren Lösungen führt. Das Referenzdesign wird den Kunden zur Verfügung gestellt, um Entwicklern mit und ohne Erfahrung im Magnetdesign die Möglichkeit zu geben, Anwendungen mit neuen und verbesserten Funktionen auszustatten und die Tür für neue Anwendungen zu öffnen. □

# 268.926

Elektro-PKW's wurden von Januar bis Juli 2023 in Deutschland zugelassen. Im gleichen Zeitraum haben insgesamt 1.640.147 PKW's eine Neuzulassung erhalten. Das entspricht einem E-Fahrzeuganteil von 16,4 Prozent. Tendenz steigend.

(Stand: Juli 2023)

Die Abkehr von fossilen Brennstoffen und das Thema Klimaschutz zwingen uns, Mobilität neu zu denken. Der Ausbau und die Weiterentwicklung der Elektromobilität ist somit zum Kernthema der Automobilindustrie geworden. Weitere Informationen über Elektromobilität finden Sie unter anderem in unseren Fokus-Beiträgen ab Seite 14.

# INDUSTRY FORWARD EXPO

**DAS DIGITALE FESTIVAL DER INDUSTRIE**

**JETZT KOSTENFREI  
REGISTRIEREN**



**17. - 27. OKTOBER 2023**

**FOKUS 2023: RESILIENZ & SUSTAINABILITY –  
DIE WEGE ZUR KRISENFESTEN INDUSTRIE**

80 Vordenker und Experten aus über  
60 Unternehmen präsentieren zum 6. Mal ein  
hochwertiges, technisches Konferenzprogramm  
mit Innovationen, Themen und Fragestellungen  
zur Zukunft der Industrie.

[www.industry-forward.com/expo](http://www.industry-forward.com/expo)

**INDUSTRY.FORWARD  
EXPO**  
DIGITAL. CONFERENCE. FESTIVAL



# ArcZero bändigt den Lichtbogen

## Sicheres Verbinden und Trennen unter Last

Der DC-Steckverbinder lässt sich unter Last sicher ein- und ausstecken. Die Serie ArcZero schützt zuverlässig vor gefährlichen Lichtbögen. Die Steckbarkeit unter Last ermöglicht die vollständige Abschaltung ausgewählter Komponenten und sorgt damit für hohe Anlagenverfügbarkeit.

Mehr Informationen unter [phoenixcontact.com/arczero](http://phoenixcontact.com/arczero)