



ENTWICKLUNG  
ELEKTRONIK

# Wir gehen ans Limit!

Reserven für AC/DC-Netzteile  
aktivieren ab S. 12

## ELEKTRONIKFERTIGUNG

Mehr Digitalisierung und  
Nachhaltigkeit bitte! ab S. 18

## DISPLAYTECHNIK

Transparente Displays  
mit Durchblick ab S. 36

## LEISTUNGSELEKTRONIK-GUIDE

Effiziente Energiequellen  
gesucht ab S. 51



# SEMİKRON™ DANFOSS

## Der ultimative Partner in der Leistungselektronik

### SEMİKRON und Danfoss Silicon Power sind fusioniert

Zwei Technologieführer bündeln ihre Kräfte, um von den Stärken beider Unternehmen zu profitieren. Wir stützen uns auf über 90 Jahre gemeinsames Fachwissen in den Bereichen Leistungsmodul-Packaging, Innovation und Kundenanwendungen. Unsere Kunden und Partner werden stark von den branchenweit besten Lösungen unseres mehr als 3500 Fachkräfte starken Teams profitieren. Semikron Danfoss wird weiterhin erheblich in Innovation, Technologie und Mitarbeiter investieren.

### Wir sind eine einzigartige Kombination.

Schreiben Sie mit uns diese Wachstumsgeschichte.



Mehr erfahren

**SEMİKRON**  
innovation + service





**Bernhard Haluschak, Chefredakteur E&E:** Dem größten Teil der Elektronikbranche geht es gut. Die Unternehmenslenker melden volle Auftragsbücher. Dennoch klagen die Elektronikhersteller, denn die vielen aktuellen Krisen und daraus resultierenden Probleme gehen auch an ihnen nicht spurlos vorbei. Doch welche Themen sind aktuell für die Unternehmen essenziell: Bauteileknappheit, gestörte Lieferkette, Fachkräftemangel oder Nachhaltigkeit? Um dedizierte Antworten zu bekommen, stelle ich deshalb heute an Herrn Peter Hoser, Vice President Product Center Motherboards bei der Kontron, die folgende Frage:

## „WELCHE THEMEN MUSS DIE ELEKTRONIKBRANCHE AKTUELL AUF DER AGENDA HABEN?“

Das Thema Materialbeschaffung und -auswahl beschäftigt die Branche schon seit zwei Jahren weit über Gebühr. Hier besteht weiterhin großer Handlungsbedarf. Die sehr langen Lieferzeiten - bei Halbleitern sprechen wir über 50 bis 90 Wochen - erfordern eine weit vorrausschauende Bedarfsplanung. Dabei müssen wir bei Bestellungen zwingend die Änderungs- und Stornierungs-Regeln beachten, um gegebenenfalls reagieren zu können.



Bei vielen Herstellern sind die Bestellungen NCNR (nicht stornierbar / nicht re-tournierbar), was für das Lagerrisiko eine große Herausforderung bedeutet. Auch drohen weiterhin Lieferengpässe und vorzeitige Abkündigungen von Bauteilen bis hin zu Lieferausfällen. Es ist deshalb sinnvoll, weiterhin ausreichend alternative Bauteile beziehungsweise Lieferanten zu qualifizieren. Auch sorgt die akute Material-/Ressourcenknappheit bei allen Bauteil-Herstellern für permanente Preiserhöhungen, während der Bedarf für Consumer-Elektronik angesichts der hohen Inflationsrate und horrender Energiekosten enorm sinkt.

Das Thema Energie-Effizienz wird unsere Branche selbstverständlich auch weiter beschäftigen, schließlich ist der Energieverbrauch für das Löten von Bauteilen sehr hoch. Egalisieren können wir die hohen Energiekosten nur, indem wir selbst Energie erzeugen (Stichwort Solarzellen) und den Energieverbrauch senken, etwa durch das Wellenlöten unserer Boards mit BSA-Niedrigschmelzlot. Ein weiteres Thema ist die Abhängigkeit von China, die sich trotz enormer Investitionen in neue Wafer Fabs in den USA und Europa nur sehr, sehr langfristig reduzieren lässt. Auf jeden Fall ist es sinnvoll, sich verstärkt auf das Werteversprechen ‚Made in Europe‘ zu konzentrieren und den eigenen Standort auch durch entsprechende Beschaffungsansätze und -maßnahmen zu stärken.

**fischer**  
**elektronik**

**kühlen schützen verbinden**

### Innovative Wärmeleitfolien

- sehr gute thermische Eigenschaften
- silikonhaltige und silikonfreie Varianten
- optimale Kontaktierung zwischen Bauteil und Wärmesenke
- Montageerleichterung durch Haftbeschichtung
- 24 h Muster-Schneidservice
- individuelle Zuschnitte nach Kundenvorgaben



**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: Electronica 2022**  
**in München vom 15.-18.11.22**  
**Halle B3, Stand 243**



# INHALT

## AUFTAKT

- 06 Bildstory: Lösungen zur Entwärmung gemeinsam kreieren
- 12 Titelstory: Power-Reserven in AC/DC-Schaltnetzteilen aktivieren
- 16 Highlights der Branche

## FOKUS: ELEKTRONIKFERTIGUNG

- 18 Elektronik: Vielfältig und wandlungsfähig
- 20 Umfrage: Diese Themen beschäftigen die Elektronikbranche
- 22 Nachhaltigkeit in der Elektronik: Viele Wege, ein Ziel
- 26 Nutzwert Digitaler Zwillinge in der Fertigung elektronischer Baugruppen
- 32 PXI-Express Controller – Platz für mehr I/O-Karten im System schaffen

## OPTOELEKTRONIK, DISPLAYS & HMI

- 36 Transparente Displays: Funktion und Anwendungen
- 40 Optische Datenautobahn: 800-Gigabit-Ethernet steht vor der Tür

## RUBRIKEN

- 03 Editorial
- 30 Promotion: Made in Switzerland Jenny Science
- 35 Promotion: Storyboard ICT-Suedwerk
- 65 Impressum & Firmenverzeichnis
- 66 Die Zahl



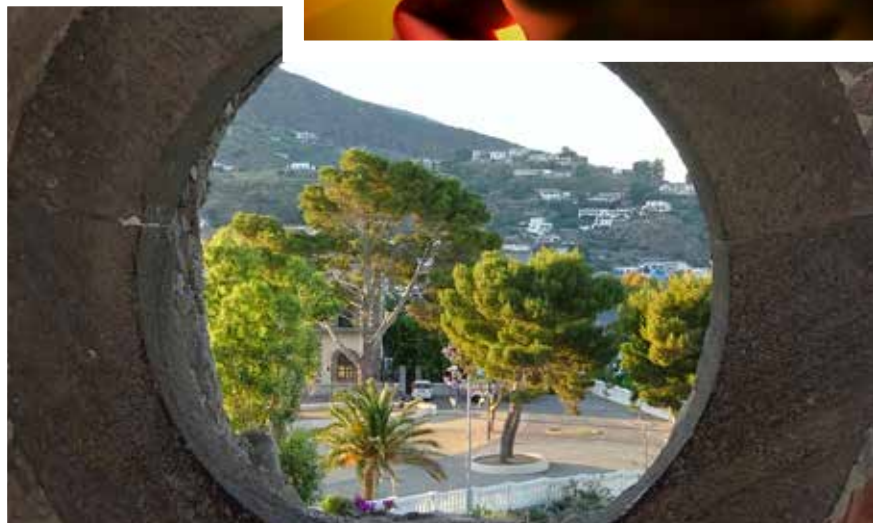
FOKUS

## ELEKTRONIKFERTIGUNG

AB SEITE **12**

### TITELSTORY

Energie-Reserven in AC/DC-Schaltnetzteilen aktivieren



**52**

### LEISTUNGSELEKTRONIK

Batterielaufzeit in Embedded-Systemen verlängern







# AB SEITE 18

## FOKUSTHEMA

Nachhaltigkeit und Digitale Zwillinge in der Elektronikfertigung



# 38

## OPTOELEKTRONIK

Transparente Displays schaffen Durchblick



### EMBEDDED-SYSTEME & MIKROCONTROLLER

44 Interview: Das leistet das kleinste GPS-Modul der Welt

### BAUELEMENTE & ELEKTROMECHANIK

46 Wie Hall-Effekt-Sensoren autonomen Fahrzeugen beim Abbiegen helfen

48 Perfekter Relais-Schalter für Energiespeicher

### SPEZIAL: LEISTUNGSELEKTRONIK-GUIDE

52 Batterielaufzeit in Embedded-Systemen verbessern

56 Business-Profil Hy-Line

57 Business-Profil Fischer Elektronik

58 Mehr elektrische Leistung aus Festkörperbatterien herausholen

61 Business-Profil Mersen

62 Business-Profil Mitsubishi Electric

### DER ENTWICKLUNGSLEITER

63 Mit Digital Employee Experience (DEX) Zero-Trust-Konzepte realisieren

# Franke

Innovativ Bewegen



Wälzlager für die Elektronikfertigung



Ob in Wickelmaschinen für E-Motoren oder bei der Bestückung von Leiterplatten: Franke Drahtwälzlager und Drehverbindungen überzeugen durch:

- minimalen Einbauraum
- einstellbare Vorspannung
- geringes Gewicht
- freie Werkstoffwahl & Geometrie

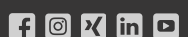
Erleben Sie Franke auf der Messe Motek. Halle 1, Stand 1207.



Und auf der Messe FMB. Halle 20, Stand D16.



Franke GmbH, Aalen  
www.franke-gmbh.de



WÄRMELEITTECHNIK FÜR DIE LEISTUNGSELEKTRONIK

# GEMEINSAM MASSGESCHNEIDERTE ENTWÄRMLÖSUNGEN KREIEREN

ICT-SUEDWERK aus Oberhaching ist der internationale Spezialist in Deutschland, wenn es um Wärmeleitmaterialien für die Leistungselektronik geht. Individuelle Folien-Lösungen und Standardprodukte für Prototyping, Klein- und Großserien für eine optimale Wärmeableitung gehören zur Passion des Unternehmens. Dabei wird die Arbeit stets von Teamgeist geprägt. Wir zeigen einen außergewöhnlichen Einblick in die Produktion bei ICT-SUEDWERK.

TEXT: Wolfgang Reitberger-Kunze, ICT-SUEDWERK    BILDER: Dominik Gierke

**Heat-conductive materials and special films - for every application.**  
Theatrical, translucent, absolutely insulating materials.

- Highly heat-conductive self & direct-cooled in direct cooling systems
- Thermally conductive film for heat exchangers and a common grid film for heat exchangers
- Aluminum-coated aluminum film
- Aluminum-coated aluminum film & copper-coated aluminum film
- Thermally conductive aluminum-coated aluminum film
- Thermally conductive aluminum-coated aluminum film

**vsplays**

**ICT SUEDEWERK**  
TIM Solutions & Services

Willkommen  
Bei der ICT-SUEDWERK GmbH finden Sie kompetente Ansprechpartner mit langjährigem Know-how, wenn es um standardisierte oder kundenspezifische Entwärmungslösungen geht. Bei uns erwartet Sie eine fundierte Beratung nebst modernster Fertigungsanlagen.





Messerscharf  
Modernste computergesteuerte  
digitale Schneideanlagen  
bearbeiten maß genau Wärmeleit-  
folien. Die nach Kundenwunsch  
erstellten technischen Zeichnungen  
werden von unseren Mitarbeitern  
mittels CAD-Schneidprogrammen  
einprogrammiert.



Multifunktionale Schneidplotter  
Mit High-Tech-Maschinen lassen sich  
auch komplexe Kundenaufträge flexibel  
und zeitnah erledigen.



#### Qualität ist ein Muss

Mit optischen und Laser-unterstützten 2D- und 3D-Messsystemen erfolgt die Qualitätssicherung der angelieferten Wärmeleitfolien bereits im Wareneingang. Aber auch während der Produktion werden laufend Stichproben der Fertigungsprodukte gezogen und auf ihre Maßgenauigkeit beziehungsweise Einhaltung der Kundenparameter überprüft.





Präzision ist Trumpf  
Zusammen mit modernster Technik  
ausgestatteten Stanzwerkzeugen  
ermöglicht die Symbiose Mensch und  
Maschine eine optimale Bearbeitung der  
Materialien und gewährleistet eine sehr  
hohe Maßgenauigkeit.

Modernste Lasertechnologie  
Mit Präzisionslasern lassen sich in  
der Schneidplotteranlage sämtliche  
Produktformen schnell und mit  
höchster Präzision realisieren.





Das „Wir“ steht im Mittelpunkt  
Für die Belange der Mitarbeiter, Partner und  
Kunden hat der Unternehmer und Gründer  
Wolfgang Reitberger-Kunze von ICT-SUEDWERK,  
der Spezialist für Entwärmungslösungen, immer  
ein offenes Ohr. Dabei gilt für ihn das Motto:  
„Wir finden gemeinsam immer eine Lösung.“



High Power für zusätzliche Spitzenleistung!

## Power-Reserve für Spitzenleistung!

Für elektromechanische Geräte, Motoren oder kapazitive Lasten in der Industrie sind oftmals AC/DC-Stromversorgungen notwendig, bei denen die Spitzenlastanforderungen für begrenzte Zeitintervalle deutlich über der Last im Regelbetrieb liegen. Bei der Anschaffung dieser Netzteile lohnt es sich für Unternehmen, das Spitzenleistungsverhalten besonders unter die Lupe zu nehmen, um Kosten und Platz zu sparen. Mean Well bietet hier unter anderem 300-W-Geräte mit hohen Spitzenleistungen an.

TEXT: Frank Stocker, Schukat electronic BILDER: Schukat electronic; iStock, Henrik5000

AC/DC-Schaltnetzteile liefern Strom in Anwendungen mit entweder rein statischen oder auch dynamischen Lasten. Viele, und gerade elektromechanische Anwendungen, erfordern oft einen hohen Spitzenstrom für begrenzte Zeiträume. Das trifft beispielsweise auf Komponenten wie Motoren für Pumpen oder Antriebe zu, die beim Anlaufen oftmals einen deutlich höheren Leistungsbedarf aufweisen, um mechanische Widerstände beim Startvorgang zu überwinden. Möglich ist außerdem, dass in einer Anwendung Teilbereiche kurzfristig und wiederkehrend nach Bedarf zugeschaltet werden, was ebenso eine etwas höhere Leistungsaufnahme von begrenzter Dauer erfordern kann.

Die durchschnittlich benötigte Leistung für diese Anwendungen ist typischerweise deutlich geringer als der Spitzenbedarf. Durch den Einsatz einer auf die durchschnittliche

Leistung dimensionierten Stromversorgung, die benötigte Spitzenleistungen liefern kann, lässt sich entgegen einer Überdimensionierung auf die Spitzenleistung eine geeignete Stromversorgung wählen, die eine kompaktere Bauform und geringere Kosten mit sich bringt. Zudem weist sie, beim Betrieb innerhalb der in der technischen Dokumentation aufgezeigten Spezifikationen, keinerlei Nachteile in Bezug auf die voraussichtliche Betriebserwartung oder die Ausfallwahrscheinlichkeit im Vergleich zu einer leistungsstärkeren, auf die Spitzenlast dimensionierten Stromversorgung auf.

### Lastverhalten bei konventionellen Netzteilen

In der Regel verfügen Stromversorgungen über diverse Schutzfunktionen, die im Fehlerfall ansprechen. Bei einer zu hohen Stromentnahme, also einer Überlastung eines Netzteils,



Die spitzenlastfähige Schaltnetzteil-  
Serie HRP-300N3 im Detail

spricht die Überstrom- beziehungsweise Überlastschutzschaltung innerhalb eines im Datenblattes definierten Bereichs an.

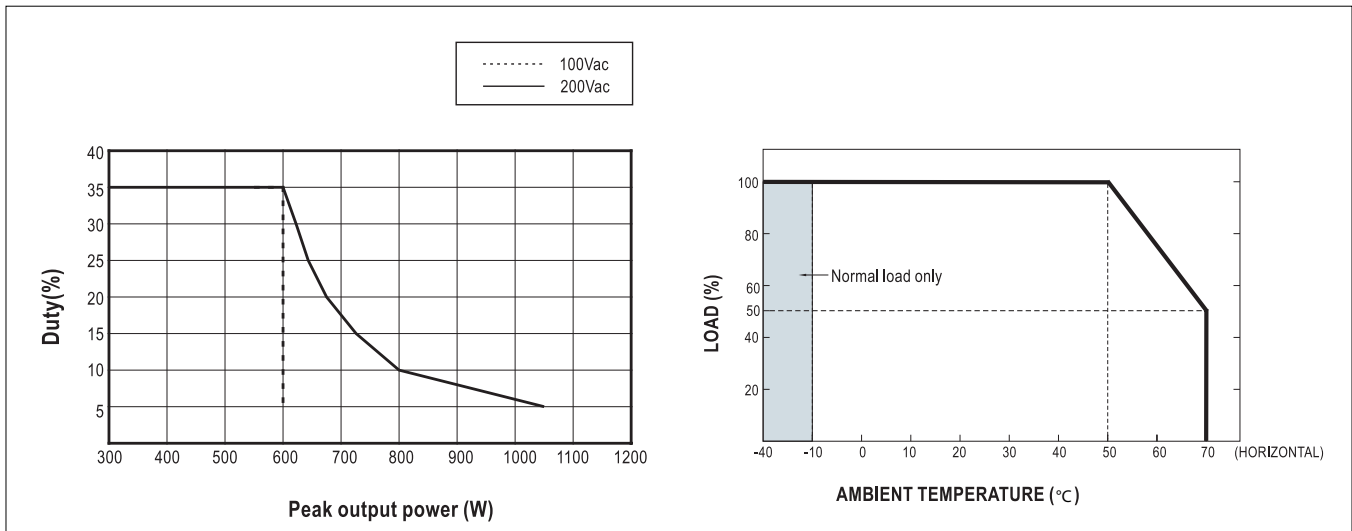
In den Produktdaten des HRP-300-12 des Herstellers MEAN WELL ist dies zwischen 105 Prozent und 135 Prozent der Nominalleistung der Fall. Dieses Schaltnetzteil geht im entsprechenden Überlastfall in das sogenannte „Constant Current Limiting“. Das bedeutet, der ausgegebene Strom wird mit dem Ansprechen der Schutzschaltung auf einen festen Wert begrenzt und dauerhaft ausgegeben, und zeitgleich die Spannung am Netzteil gegen Null gezogen. Andere Produkte gehen beispielsweise in den sogenannten ‚Hiccup-Modus‘ (Schluckauf-Modus): Wird ein zu hoher Strom/Leistung erkannt, schaltet das Netzteil ab, startet nach einer definierten Zeit wieder, und schaltet erneut ab sofern der Fehler weiterhin vorliegt. Dies geschieht in einer Dauerschleife bis der Fehlerfall endgültig behoben ist. Je nach Anwendung bringen die unterschiedlichen Schutzsysteme Vor- oder Nachteile mit sich. Darauf sollte man bei der Auswahl der Stromversorgung achten. Benötigen wir, um bei dem konkreten Beispiel des HRP-300-12 zu bleiben, eigentlich nur eine etwas höhere Spitzenleistung um etwa den erforderlichen Anlaufstrom eines Motors zu liefern, hilft möglicherweise der ‚Constant Current Mode‘ bedingt weiter. Dieser Modus, der dem Motor dauerhaft Strom zur Verfügung stellen würde, hilft eventuell noch den mechanischen Anlaufwiderstand zu überwinden und den Motor nach einiger Zeit und mit geringer Geschwindigkeit zum Anlaufen zu bringen. Wird in diesem Konstantstrombetrieb im günstigsten Fall der Motor gerade noch zum Anlaufen gebracht, wäre eine parallel neben dem Motor versorgte 12 Volt Steuerung jedoch nicht mehr betriebsfähig, da im Überlast-/ Konstantstrommodus die 12 Volt Nennspannung am Netzteil herunter gezogen wird. Auch in Anwendungen wie etwa Schleifmaschinen oder in der Robotik, wo schnell eine Nenndrehzahl erreicht werden muss und dynamische Motorprozesse gefordert sind, reicht es nicht aus, das Netzteil nur in die Begrenzung zu fahren.

Benötigt ein Motor zum Anlauf einen deutlich höheren Strom, wäre natürlich ein gangbarer Weg das Netzteil mit entsprechend höherer Leistung zu dimensionieren, und so das Ansprechen der Überlastschutzfunktion wie auch das Einbrechen der Nennspannung zu verhindern. Im hier beschriebenen Fall wäre dies beispielsweise mit einem Netzteil doppelter Leistung, dem HRP-600-12 (ebenfalls vom Hersteller MEAN WELL) möglich. Daraus würde sich aber ein höheres Gehäusevolumen von rund 70 Prozent und ein deutlich höherer Bezugspreis ergeben.

## Spitzenlastfähige Stromversorgungen

Eine elegantere Wahl ist der Einsatz eines kleiner dimensionierten Netzteils, das dennoch die erforderliche Spitzenleistung liefern kann, beispielsweise das HRP-300N3-12. Wie auch das Schwestermodell HRP-300-12 bietet es 324 Watt Nennleistung – und zusätzlich, bezogen auf die Nennleistung, bis zu maximal 350 Prozent Spitzenleistung. Ob der benötigte Spitzenleistungsbedarf der jeweiligen Anwendung geliefert werden kann, hängt von der durchschnittlichen Belastung der Stromversorgung ab und lässt sich relativ einfach durch die in der Abbildung gezeigten Formel errechnen. Zu berücksichtigen ist, dass die Spitzenleistung je Zyklus für maximal fünf Sekunden zur Verfügung gestellt werden kann. Der Durchschnitt von Spitzen- und Regelleistung, der dem Netzteil entnommen wird, darf die Nennleistung nicht überschreiten, und das zeitliche Verhältnis von Spitzenleistung zu Regelleistung sollte bei maximal 35 Prozent liegen. Unter Berücksichtigung dieser Parameter kann das HRP-300N3-12 maximal bis zu 1050 Watt Spitzenleistung liefern. Das tatsächliche zeitliche Verhältnis von Spitzenleistung zu Regelleistung, aber auch die anliegende AC-Eingangsspannung sind entscheidend, welche maximale Spitzenleistung dem Netzteil entnommen werden darf. Zudem spielt auch das Derating in Bezug auf die Betriebstemperatur eine wichtige Rolle.





Grafische Darstellung zur maximalen Leistungsentnahme unter Berücksichtigung der AC Eingangsspannung sowie des Spitzenlastzyklus. Rechts: Zu berücksichtigendes Derating bezogen auf die Temperatur der HRP-300N3 Serie.

### Rechenbeispiel

Um die Leistungsperformance des Netzteils HRP-300N3-12 an einem theoretischen Beispiel ersichtlich zu machen, gilt die folgende Annahme:

Bei der Nennleistung kann in einer Beispielanwendung ein Leistungspuffer von 20 Prozent berücksichtigt werden. Dadurch wird das Netzteil kontinuierlich durch die Endanwendung, die am 230VAC oder 110VAC Netz betrieben werden kann, mit maximal 260 Watt belastet. Der verwendete Motor benötigt zum Anlaufen für fünf Sekunden mit 600 Watt annähernd die doppelte Nennleistung des HRP-300N3-12. Nach einem Motorstopp ist ein erneutes Anfahren des Motors im ungünstigsten Fall in einem Zyklus von 30 Sekunden zu erwarten. Die maximal erwartete Betriebstemperatur liegt bei unter 50°C.

- Eingangsspannung mindestens 100 VAC
- Spitzenleistung maximal 600 Watt
- Spitzenleistung für max. 5 Sekunden
- Gesamtzykluszeit 30 Sekunden oder länger
- Belastungszyklus  $t/T \cdot 100 = 5/30 \cdot 100 = 16,67$  Prozent
- Betriebstemperatur  $< 50^\circ\text{C}$

$$P_{\text{av}} = \frac{P_{\text{pk}} \cdot t + P_{\text{npk}} \cdot (T-t)}{T} = \frac{600 \cdot 5 + 260 \cdot (30-5)}{30} = 316,67 \text{ W}$$

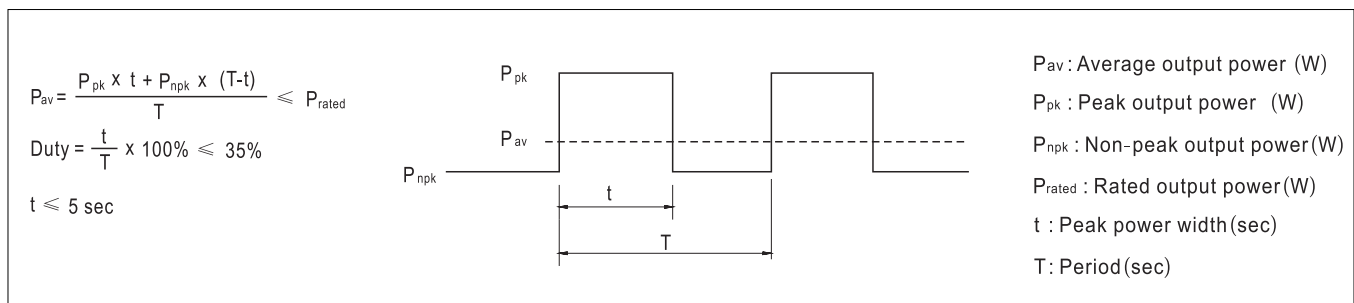
Aus der angewendeten Beispielrechnung ergibt sich eine Durchschnittsleistung von 316,67 Watt und somit eine Leistung unterhalb der Nennleistung von 324 Watt, die das Netzteil erbringen muss. Der angeschlossene Motor könnte also problemlos betrieben werden und alle 30 Sekunden mit dem

beschriebenen erhöhten Leistungsbedarf erneut starten. Müsste das Netzteil in ähnlichen Anwendungen höhere Spitzenleistungen liefern, wäre dies bei einer Versorgungsspannung von 230VAC und der Berücksichtigung der möglichen Spitzenlastperiode je nach Belastung wie in Bild oben dargestellt bis zu 1050W machbar.

Das spitzenlastfähige HRP-300N3-12 hat die gleichen äußeren Abmessungen wie das Schwestermodell HRP-300-12. Somit bleiben trotz der 600 Watt beziehungsweise maximal 1050 Watt Spitzenleistung die kompakten Abmessungen eines 300 Watt Netzteils gewahrt. Zudem ist die performantere Schaltnetzteil-Version „HRP-300N3-12“ nur unwesentlich teurer als das Standardmodell und wäre somit immer einem überdimensionierten Netzteil zu bevorzugen.

### Effizienzvorteil

Die Auswahl einer möglichst effizienten Stromversorgung ist eine der wichtigsten Kriterien für eine lange Betriebserwartung des Netzteils und somit auch der gesamten Endanwendung. Eine Erhöhung des Wirkungsgrades um 1-2 Prozent klingt erst einmal nach einem relativ überschaubaren Mehrwert. Betrachtet man aber die dadurch resultierende deutlich niedrigere prozentuale Verlustleistung und die damit einhergehende geringere Eigenerwärmung der Stromversorgung, entsteht ein gänzlich anderer Eindruck und die Notwendigkeit einer möglichst hohen Effizienz wird deutlich. Steigert man die Effizienz bei einem 100 Watt Netzteil von 90 Prozent auf nur 92 Prozent, ergibt sich daraus eine um mehr als 20 Prozent geringere Verlustleistung.



Formel zur Errechnung der Durchschnittsleistung in Spitzenlastanwendungen (Links), Grafik zur Darstellung des Spitzenlastzyklus (Mitte) und eine Erklärung der verwendeten Abkürzungen (Rechts) aus der technischen Dokumentation der Netzteilserie HRP-300N3 von MEAN WELL.

Der Wirkungsgrad eines Netzteils ist das prozentuale Verhältnis von Gesamtausgangsleistung zu Eingangsleistung. Dies wird in den technischen Datenblättern der Hersteller in der Regel als Grafik mit Bezug zur Auslastung oder bei Volllast und Nenneingangsspannung angegeben. In den Grafiken ist meist ersichtlich, dass die Effizienzkurve mit abnehmender Leistung abfällt. Ziel beim Netzteil-design ist es, eine über ein breites Leistungsspektrum möglichst hohe und konstant verlaufende Effizienz zu erreichen. Je nach Produkt fällt der Wirkungsgrad allerdings mehr oder weniger schnell bei abnehmender Auslastung ab. Betreibt man also ein Netzteil deutlich überdimensioniert und somit über einen langen Zeitraum nur auf Teillast, ist die durchschnittliche Effizienz in der Regel nicht sehr hoch. Die Verlustleistung, die in Form von Erwärmung der intern verbauten passiven und aktiven Komponenten abgebaut wird, führt so zu einer in diesem Maß nicht nötigen Erwärmung.

Weil die voraussichtliche Betriebserwartung der Stromversorgung unmittelbar mit seiner Erwärmung gekoppelt ist, lautet das Ziel, die Betriebstemperaturen so niedrig wie möglich zu halten. Das bedeutet: Sowohl die Umgebungstemperatur wie auch die Eigenerwärmung sollten so niedrig wie möglich gehalten werden. Ist dies nicht der Fall, braucht die Anwendung gegebenenfalls eine aufwendige Kühlung – die wiederum Aufwand und Kosten verursacht.

## Features

Das hier im Artikel beschriebene HRP-300N3-12 gehört zu einer Produktfamilie an Netzteilen mit Nennleistungen von 150 bis 600 Watt beziehungsweise Spitzenleistungen von 375 Watt bis 2100 Watt bei 5 Prozent Duty Cycle, die sich vor allem, aber nicht nur, für elektromechanische Lasten bzw. Motoranwendungen eignen. Der Spitzenstrom bedingt eine geeignete und im Querschnitt ausreichend dimensionierte DC-Anschlussleitung. Der im Betrieb über die DC-Leitung abfallende Spannungsverlust lässt sich über die bei diesen Netzteiltypen

integrierte „Remote-Sense Funktion“ kompensieren. Der unerwünschte, aber nicht zu vermeidende Spannungsabfall über die Leitung kann über diese Funktion bis zu 0,5 VDC kompensiert und der Last somit die benötigte volle Spannung zur Verfügung gestellt werden.

Um die im oben beschriebenen Punkt „Effizienzvorteil“ zwangsläufig entstehende Eigenerwärmung aus dem geschlossenen Gehäuse abtransportieren zu können, ist ein leise drehender Lüfter integriert. Dadurch man kann auch bei Volllast und einer Umgebungstemperatur von 50°C laut Hersteller von einer zu erwartenden Betriebszeit von 50.000 Stunden ausgehen. Für akustisch sensible Anwendung ist das Gerät mit dem bereits leise drehenden Lüfter zudem mit einer intelligenten Lüftersteuerung versehen, die eine Regelung des Lüfters nach Bedarf erlaubt und so den Geräuschpegel bestmöglich minimiert. Zum Überwachen der Betriebsfunktion verfügen die Artikel über ein DC-OK Signal, das sich über eine angeschlossene Steuerung auswerten lässt.

## Unterstützung für die Kunden

In dem breiten Portfolio an hochwertigen AC/DC und DC/DC Stromversorgungen für unterschiedlichste Anwendungen in der ITE, Industrie, Medizin und in Haushaltsanwendungen zeigt sich die langjährige Erfahrung des Herstellers MEAN WELL in der Entwicklung und Produktion deutlich. Einer der größten europäischen MEAN WELL-Distributoren ist seit über 25 Jahren Schukat electronic. Bei Schukat profitieren Kunden von einer hohen Verfügbarkeit für kurzfristigen Bedarf auch bei großen Volumen, die der Distributor von seinem automatisierten Logistikzentrum in Monheim am Rhein aus ermöglicht. Individuelle Produkte und langfristige Projekte werden in enger persönlicher Absprache mit dem Kunden realisiert. Beratung und Unterstützung zu den Produkten und Anwendungen erhalten Kunden vom spezialisierten Stromversorgungs-Vertriebsteam des Distributors. □

# 6

## HIGHLIGHTS

Fakten, Trends und Neues: Was hat sich in der Branche getan?  
 Infineon Technologies verfolgt neue Ansätze bei zukünftigen Bezahlmethoden, die  
 National University of Singapore hat eine Möglichkeit entwickelt, um Strom aus  
 Feuchtigkeit zu ziehen, Dehn bietet ein neues Produkt im Bereich  
 Versorgungssicherheit an und Siemens und Mahle geben Partnerschaft bekannt.





Biometrische Authentifizierungsverfahren

## Zukunft des Bezahlen

Mobiles Bezahlen, Digital Wallets und Biometrie: Vor wenigen Jahren noch Zukunftsmusik, gehören diese Themen heute zu unserem Alltag. Aber wie werden wir in Zukunft bezahlen? Werden Bargeld und Karten aus unserem Leben verschwinden? Wie wird sich unser Alltag dadurch verändern? **Infineon** verfolgt hierbei die Idee von biometrischen Authentifizierungsverfahren.

Erfahren Sie mehr: [industr.com/2662758](http://industr.com/2662758)

Mobile Stromversorgung

## Strom aus Feuchtigkeit

Stellen Sie sich vor, Sie könnten Strom erzeugen, indem Sie die Feuchtigkeit in der Luft um Sie herum mit Dingen wie Meersalz und einem Stück Stoff nutzen oder sogar alltägliche Elektronik mit einer Batterie betreiben, die so dünn wie Papier ist. Ein Forscherteam der **National University of Singapore** hat dazu ein Gerät zur feuchtigkeitsgesteuerten Stromerzeugung entwickelt.

Erfahren Sie mehr: [industr.com/2663140](http://industr.com/2663140)

Überspannungsschutz für Wohnungen

## Versorgungssicherheit

Beim Bau eines neuen Wohnhauses ist eine Stromversorgung wichtig, die den neuesten Anforderungen und Sicherheitsstandards entspricht. Wer bei der Neuplanung von Gebäuden sorgsam vorgeht, wird am Ende auch die Versorgungssicherheit haben, die benötigt wird. Ein essentieller Baustein dafür ist der Schutz vor Überspannungen. Hierfür bietet **Dehn** genau das richtige Produkt an.

Erfahren Sie mehr: [industr.com/2664797](http://industr.com/2664797)

Elektronische Bauteile

## DNA als Grundlage

Wissenschaftler der **University of Virginia** und ihre Mitarbeiter haben mit Hilfe von DNA ein fast unmögliches Hindernis überwunden, um Materialien zu entwickeln, die die Elektronik entscheidend weiterentwickeln könnten. Ein mögliches Ergebnis solcher Materialien könnten Supraleiter sein, die keinen elektrischen Widerstand aufweisen, sodass Elektronen ungehindert fließen können.

Erfahren Sie mehr: [industr.com/2660779](http://industr.com/2660779)

Einsatz von Simulationslösungen

## Chip-Entwicklung

Der Halbleitermangel ist omnipräsent. Gemeinsam arbeiten **Ansys** und **Achronix** gegen diese Entwicklung – mit Hilfe neuer Chips. Um die thermische Zuverlässigkeit und Stromversorgungsintegrität seines neuesten FPGAs sicherzustellen, hat **Achronix** die Multiphysik-Simulation von **Ansys** genutzt. Diese bietet vor allem eine hohe Kapazität und extreme Genauigkeit.

Erfahren Sie mehr: [industr.com/2662504](http://industr.com/2662504)

Kabelloses Laden von E-Autos

## Induktive Ladesysteme

Die Lücke in der Standardisierung von induktiven Ladesystemen könnte sich bald schließen. **Siemens** und **Mahle** wollen im Bereich des induktiven Ladens von Elektrofahrzeugen zusammenarbeiten. Bestandteil der Kooperation sind unter anderem abgestimmte Standardisierungsbemühungen in den relevanten Vornormungs- und Normungsgremien.

Erfahren Sie mehr: [industr.com/2661102](http://industr.com/2661102)





Elektronik gestern und heute

## VIELFÄLTIG UND WANDLUNGSFÄHIG

Die Elektronikbranche und die Elektronikfertigung mussten sich in den letzten Jahren immer wieder neuen Herausforderungen stellen. So sind etwa die Entwicklungszyklen deutlich kürzer geworden und auch die Miniaturisierung stellt die Branche vor Problemen.

TEXT: Bernhard Haluschak, E&E BILD: iStock, Roberto

Von der Planung über das Design bis zum fertigen Produkt und damit inkludierten Services, Elektronikprodukte sollen vollgestopft mit Innovationen sein und möglichst in großen Stückzahlen in kürzester Zeit verfügbar sein. Zudem muss sich die Branche aktuell mit vielen neuen weltweiten Krisen und Auflagen auseinandersetzen wie gestörte Lieferketten, Bauteilknappheit und Nachhaltigkeit sowie explodierende Energiekosten und Rohstoffpreise.

Hersteller von elektronischen Komponenten müssen deshalb extrem wandlungsfähig sein, um sich extrem schnell an die neuen Situationen anzupassen. Das betrifft insbesondere den gesamten Produktionsprozess. Hier müssen die Elektronikhersteller ständig nacharbeiten. So rücken jetzt Themen wie Automatisierung, Robotik oder Sensorik in den Vordergrund der Wertschöpfungskette. Zudem werden auf Grund des starken globalen Wettbewerbs Aspekte wie Kosteneffizienz, Qualitätsmanagement sowie Nachhaltigkeit immer wichtiger.

Um diese ganzen Herausforderungen zu meistern, ist die Digitalisierung der gesamten Unternehmensprozesse nahezu unumgänglich. So entsteht eine transparente Verbindung der realen zur digitalen Welt und erlaubt eine ständige Optimierung des Unternehmens. Hier können etwa Technologien wie Digitale Zwillinge dem Unternehmen bei der digitalen Transformation helfen. Damit lassen sich unternehmensweite Prozesse digitalisieren und somit zum Beispiel die Entwicklung, Produktion und Optimierung von Elektronikprodukten tiefgreifend verändern. □



Umfrage: Mit welchen aktuellen Themen muss sich die Elektronikbranche zwingend auseinandersetzen?

# IMMER AUF DEM LAUFENDEN BLEIBEN

Krisen und Probleme machen auch vor der Elektronikbranche und insbesondere der Elektronikfertigung nicht halt. Gestörte Lieferketten, Fachkräftemangel und die explodierenden Energiekosten zwingen Unternehmen, kreativ zu handeln und neue Wege zu gehen. Doch sind das wirklich die Hauptthemen der Elektronikindustrie? Wir haben nachgefragt.

UMFRAGE: Bernhard Haluschak, E&E    BILDER: Arrow, Microsys, Syslogic, Weco; iStock, Jayesh



**JÖRG  
STRUGHOLD**

Das sich schnell verändernde und komplexe makroökonomische Umfeld, um nur Inflation und Energiewirtschaft zu nennen, bleibt äußerst herausfordernd. Dem gegenüber stehen gut gefüllte Auftragsbücher und andererseits große Megatrends und Wachstumstreiber, an denen die Elektronikindustrie entscheidenden Anteil und eine Schlüsselrolle haben wird. Dazu zählen unter anderem die „Elektrifizierung von allem“, Smart Everything, Energie-Management und autonom arbeitende Maschinen. Eine bedeutende Chance für alle Player in unserer Industrie, vom Hersteller über den Distributor bis zum Endkunden, können wir mit neuen Technologien und Innovationen in diesen Bereichen doch die großen Themen adressieren, denen sich die Gesellschaft heute gegenübersteht.

President EMEA Components,  
Arrow Electronics



**INA-SOPHIA  
SCHINDLER**

Die Rohstoffknappheit führt dazu, dass Investments der Bauteilehersteller in neue Bauteile fließen. Wie Wahrscheinlichkeit, dass Re-Design Anforderungen aufkommen werden, steigen immens. Mit Modulen geht das glücklicher Weise bezogen auf den Computing Core gut und einfach, da man nur das Modultauschen muss innerhalb einer Familie. Aber das Management von auf Carrierboards verbauten kritischen Teilen ist genauso wichtig. Die enge Abstimmung mit Kunden ist hier immens wichtig, um wichtige Ressourcen langfristig zu sichern oder alternativ Retrofit-Replacements bereitzustellen. Zaubern kann man zwar nicht, aber die notwendige Aufmerksamkeit ist wichtig. Hier investieren wir derzeit viel Zeit und unsere Kunden leider auch Geld in teurere Bauteile, um die Lieferbereitschaft hochzuhalten.

Geschäftsführerin, MicroSys Electronics



**RAPHAEL  
BINDER**

Erstens: Anhaltende Herausforderungen bei der Beschaffung. Wir erhalten keine verlässlichen Preis- und Terminangaben von Lieferanten. Entsprechend schwierig ist es, unseren Kunden verbindliche Angebote zu machen. Hier braucht es vereinte Kräfte, um wieder mehr Stabilität herzustellen. Zweitens: Die Elektronikbranche muss ökologischer werden. Einerseits, was den Abbau von Rohstoffen, andererseits – und hier sehen wir enormes Potenzial – was das Recyclen ausgemusterter Geräte angeht. Drittens: Know-how bei der Chip-Herstellung zurückholen. Die letzten Jahre haben gezeigt, dass geografische Abhängigkeit in Extremsituationen zu Problemen führt. Es ist wünschenswert, die Chipherstellung teilweise wieder lokal anzusiedeln.

CEO, Syslogic



**DETLEF  
FRITSCH**

Unsere Branche ist derzeit mit der ausreichenden und zeitgerechten Beschaffung von Metallen jeglicher Art und der anschließenden Oberflächenvergütung durch Galvanisierer beschäftigt. Wir befürchten, dass durch eine vollständige Belieferung durch die Halbleiter-Industrie die nächste Metallverknappung entstehen könnte, da dann wiederum die Automobilindustrie ihren Bedarf erhöhen wird. Wir müssen uns daher viel intensiver mit den gesamten Lieferketten vom Grundmaterial bis hin zur veredelten Ausführung auseinandersetzen. Durch die geänderte Versorgungslage ist unsere Zielvorgabe der Lieferantenreduzierung überholt und das neue Ziel ist es, mehrere Lieferanten von Grundmaterialien aufzubauen.

Geschäftsführer, Weco Contact



## Nachhaltigkeit in der Elektronik

# Viele Wege, ein Ziel

Krisenherde, Klimawandel und Ressourcenknappheit sowie deren Auswirkungen sind allgegenwärtig und betreffen nahezu alle Bereiche des Lebens. Wenn das Thema „Nachhaltigkeit“ im Hinblick auf die Elektronik-Branche als einem der größten deutschen Industriezweige in den Fokus rückt, kommen Erwägungen wie Lokalisierung der Lieferketten, Near-Sourcing und Nähe zum Endkundenmarkt (im Gegensatz zum Outsourcing insbesondere der Fertigung in ferne Länder mit dem Anreiz geringerer Lohnkosten) in den Sinn. Doch das ist nur ein Teilaspekt.

TEXT: Sebastian Schenk, Heitec BILDER: MicroStockHub, iStock

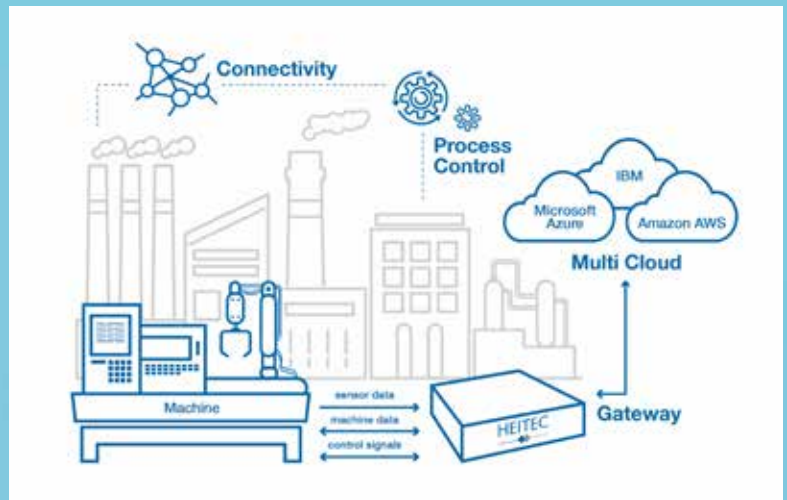
Bei näherer Betrachtung stellt sich die Thematik jedoch facettenreicher dar. Bei aller Entschlossenheit, möglichst nachhaltig zu operieren, bleibt Kundenzufriedenheit der wichtigste Baustein für den unternehmerischen Erfolg und sichert schlussendlich Marktanteile. Firmen befinden sich also im Spannungsfeld zwischen dem Erreichen von Geschäftszielen und gesellschaftlicher sowie ökologischer Verantwortung. Dennoch muss dies kein Widerspruch sein: Kunden und Öffentlichkeit erwarten heute von den Unternehmen deutliche Anstrengungen, um Nachhaltigkeit – als konzertiertes Bestreben im Sinne des Allgemeinwohls - bestmöglich zu realisieren.

### Fordernde Rahmenbedingungen

Kundenbedürfnisse ändern sich schnell und sind häufig so dynamisch wie der Markt. Dies erfordert von Unternehmen Flexibilität, Anpassungsfähigkeit und schnelle Reaktionsfähigkeit, um auch kurzfristige Bedarfe zufriedenzustellen. Die Tendenz zur Volatilität nimmt beständig zu, während die Time-to-Market von Produkten und Lösungen weiter abnimmt. Forecasts und Prognosen werden immer schwieriger - nicht zu vergessen, dass die Produkte dabei immer leistungsfähiger werden sollen und komplizierte Designs mit zahlreichen Komponenten von verschiedenen Herstellern (rund um den Globus!) zu handhaben sind.

Auf der anderen Seite steigt die Zahl an Regulierungen. Das im August 2021 in Kraft getretene Bundes-Klimaschutzgesetz, der sogenannte „Generationenvertrag für das Klima“, hat die Klimaschutzvorgaben deutlich verschärft und sieht die Klimaneutralität Deutschlands bis 2045 vor. Die Zielvorgaben für weniger CO<sub>2</sub>-Emissionen wurden deutlich ange-





Moderne Anlagensteuerung und Datenverarbeitung in der Übersicht.

hoben, sie sollen bis 2030 gegenüber 1990 um zehn Prozentpunkte und damit absolut um mindestens 65 Prozent sinken. Die EU gibt Klimaneutralität bis 2050 vor. All dies kann nur mit einer gemeinsamen Anstrengung gelingen. Einzelne Sektoren sind explizit genannt: Die Energiewirtschaft, Industrie, Verkehr, Gebäudebereich und Landwirtschaft.

Auch die Elektronikindustrie orientiert sich, ebenso wie politische und andere gesellschaftliche Institutionen, an den von

den Vereinten Nationen gesetzten 17 globalen Zielen für Nachhaltigkeit (Sustainable Development Goals (SDGs)). Konsequente Elektrifizierung und Digitalisierung ist laut ZVEI, der eine Task Force „SDGs & Nachhaltigkeit“ gegründet und für seine Mitglieder zum Beispiel den „Code of Conduct“ als gemeinsamen Leitfaden für seine Mitglieder herausgegeben hat, ein Schlüsselfaktor für das Erreichen dieser Ziele.

Als Service-Anbieter adressiert Heitec Technologien, die dies ermöglichen sollen, und unterstützt seine Kunden beim Design und der Realisierung von Endprodukten für diese Bereiche. Eine wichtige Rolle nimmt die Tochtergesellschaft Heitec Innovations ein, die Kunden auf dem Weg zur CO<sub>2</sub>-neutralen Produktion unterstützt. Digitale Zwillinge von PV-Anlagen, Batteriespeichern oder Wärmepumpen ermöglichen es, aus diesen Bausteinen ein zugeschnittenes Energiesystem zu erstellen, das den Bedarf an Wärme, Kälte und Strom nachhaltig und kosteneffizient deckt.

Neben der richtigen Auslegung in der Projektierungsphase können die Simulationsmodelle der Komponenten auch den Betrieb der Anlagen verbessern: Modellgestützte Optimierungsalgorithmen beziehen Wettervorhersagen und Lastprognosen für den nächsten Tag ein. Heraus kommen optimale Betriebspläne für Erzeugungsanlagen, steuerbare Verbraucher und Energiespeicher, die dann automatisch an das zentrale Energiemanagementsystem übertragen werden.



Die Logistikweltkarte zeigt verschiedene Logistikscherpunkte in den einzelnen Regionen.

## Modulare Lösungen

Einen innovativen Ansatz verfolgt das Unternehmen mit seinen neuen modularen Lösungen wie HeiSys: Ein Produkt basierend auf fortschrittlicher, standardisierter, damit herstellerunabhängiger Modultechnik. Ressourcen werden geschont, da bei Aktualisierungen oder Reparaturen nur die absolut notwendigen Teile getauscht werden müssen, das Basissystem jedoch weiterhin in Betrieb bleiben kann – eine gute Möglichkeit, um den Spagat zwischen mehr Nachhaltigkeit und immer kürzeren Produktzyklen erfolgreich zu meistern.

Als Mitglied vieler Konsortien kooperiert das Unternehmen Heitec darüber hinaus mit vielen anderen Industriepartnern, die in ihren Anwendungsbereichen führend sind, um gemeinsam innovative Technologien und Produkte auf den Weg zu bringen. Nicht zuletzt fördert die inländische Präsenz die lokale Wirtschaft in der Region und belebt die örtlichen Kapazitäten wie Zulieferer, Gastgewerbe, Einzelhandel oder kleine Gewerbetreibende.

## Beschaffung in der Lieferkette

Bei der Auswahl der Distributionskanäle ist Nähe zum jeweiligen Endkundenmarkt wichtig, was genaue Kenntnis des jeweiligen Marktes bedingt und mehr Kundennähe und Nachhaltigkeit bewirkt. Da Endkunden immer anspruchsvollere und individualisierte Produkte erwarten, müssen immer leistungsfähigere und spezialisierte Komponenten verwendet werden, wodurch ein komplexeres Lieferanten-Netzwerk zu managen ist. Eine umfangreiche und diversifizierte Lieferantenbasis bedeutet potenziell einen geringeren logistischen Aufwand mit verbesserter Risikobalance und kürzerer Anlieferung mit weniger Länder- und Währungsrisiken. Unterschiedliche Zeitzonen und potenzielle Sprachbarrieren beispielsweise führen zu Ineffizienzen und somit weniger Nachhaltigkeit.

## Logistik und mehr

Gerade Lieferbedingungen und -Wege sind ein riesiger Faktor auf dem Weg zur Klimaneutralität. Insbesondere bei großen beziehungsweise schweren Einheiten kann es geboten sein, auf Luftfracht zu verzichten. Dennoch: Bei langsamen Transportwegen - wie Schiffsfracht - wird lange viel Kapital gebunden, dessen Verzinsung signifikante Ausmaße annehmen kann, so dass dies letztlich eine Abwägung zwischen Nachhaltigkeit und Betriebswirtschaftlichkeit bleibt. Nicht eingerechnet sind mögliche Risiken, die veränderte Rahmenbedingungen, wie etwa Lockdowns aufgrund einer Pandemie, heraufbeschwören können. Große Entfernung zwischen Fertigungsstandort und Zielmarkt zu vermeiden, kann daher ein guter Weg sein, nicht nur Nachhaltigkeit zu erzielen, sondern auch Kosten einzusparen. Ein oft vernachlässigter Aspekt ist das Verpackungsmaterial, weshalb man auf Mehrwegtransportverpackungen setzen sollte, wo es möglich ist.

## Obsoleszenz-Management gehört dazu

Bei Unternehmen sollte Obsoleszenz-Management, Beschaffung, Konzeption, Entwicklung, Fertigung und Logistik Hand in Hand verbunden sein und einen ganzheitlichen Prozess ergeben, wobei jede Stufe optimal an die anderen angepasst wird. Das hauseigene Portfolio an Standard-Mechanik, die mögliche Konsignationslagerhaltung in einem breit gefächerten Netzwerk von Partnern und Lieferanten sowie der gesunde Mix aus regionalem und internationalem Footprint des Unternehmens bilden ein solides Fundament. Ziel des globalen unternehmerischen Fußabdrucks ist es, immer nah am jeweiligen Zielmarkt zu sein und dennoch synergetisch aus einem Pool von Ressourcen – etwa im Fall von Software, Datenanalysen und Technologien – zu schöpfen sowie geschäftliche Funktionen wie Einkauf und Logistik zu konsolidieren und damit ein hohes Maß an Flexibilität und Anpassung mit geringerem Aufwand zu erreichen.



Die Embedded System Plattform HeiSys basiert auf herstellerunabhängiger Modultechnik.

## Fazit

Nachhaltigkeit auf der einen, immer größere technische Herausforderungen und kürzere Produkteinführungszeiten auf der anderen Seite müssen in keinem unlösbaren Konflikt stehen. Grüne Ökonomie muss keine Utopie bleiben! Die Herausforderung lautet, ökologische und ökonomische Gesichtspunkte zu vereinbaren. Es ist vorhersehbar, dass die CO<sub>2</sub>-Besteuerung steigen wird, andererseits ist der pure Fokus hinsichtlich Gewinnmaximierung auf Kosten der Umwelt für das Erreichen der Klimaziele keine Option.

Das Ineinandergreifen von Entwicklungsstufen sowie optimierte Prozesse können zu mehr Effizienzsteigerung führen und damit auch zu mehr Klimaschutz. Internationale Krisen und erstarkter Protektionismus haben die Anfälligkeit globaler Lieferketten aufgedeckt. Fertigung und Beschaffung nahe am Zielmarkt haben so Auftrieb erhalten und punkten mit Flexibilität, kurzen Wegen und Lieferzeiten, hohem Service- und Qualitäts-Level, Kundennähe sowie weniger Landes- und Währungsrisiken. Gerade Entwicklungs- und Fertigungsszenarien ohne sehr großen

Personalaufwand und mit hohem Qualitätsanspruch - zum Beispiel für den Automotive und Medizintechnik-Markt - lohnen sich nicht nur in puncto Nachhaltigkeit, sondern auch in puncto Rentabilität. Wenn dabei ständig nachzubessern wäre, würde es den Aufwand massiv erhöhen, die Kundenzufriedenheit reduzieren und den Umweltschutz verschlechtern.

Durch neue Klimaziele wird das Potenzial für Innovation besser ausgeschöpft, Agilität und Widerstandsfähigkeit gegen Krisen werden erhöht und Risiken minimiert. Es ergeben sich neue Geschäftsfelder und Märkte. Und nicht zuletzt: Unternehmen mit Nachhaltigkeits-Initiativen werden von Kunden, Investoren, Partnern, aktuellen und künftigen Mitarbeitern positiver beurteilt beziehungsweise sie sind gegenüber Firmen ohne klare diesbezügliche Positionierung kritischer.

Gerade die Haltung der Letztgenannten ist unter dem Aspekt des Fachkräftemangels und des Werbens um geeignete Kandidaten nicht zu unterschätzen. Um sich zukunftsfähig zu positionieren, wird die Definition umweltfreundlicher Ziele also immer mehr zu einem existenziellen Teil der Geschäftsstrategie. □



Seit über 30 Jahren der EMS-Partner für komplexe Baugruppen und Systeme im Bereich High Mix / Low-Middle Volume.



## Digitaler Zwilling für die Fertigung elektronischer Baugruppen

# Griff in die Toolbox

Welche Auswirkungen hat die Digitalisierung auf die Elektronikindustrie? Kann die Digitalisierung bei der Einführung neuer Produkte auf dem Markt wirklich einen entscheidenden Vorteil bringen? Ist es ein Wettbewerbsvorteil, in der Digitalisierung weiter fortgeschritten zu sein? Um diese Fragen zu beantworten, muss ein Projekt über seinen gesamten Entstehungsprozess hinweg verfolgt werden, vom Entwurf bis zum fertigen Produkt.

TEXT: Cadlog BILDER: Cadlog; iStock, carloscastilla

Wie beeinflusst Digitalisierung die Elektronikindustrie? Eine Übersicht zu einigen der wichtigsten auf dem Markt erhältlichen Softwaretools, mit Schwerpunkt auf den Produkten von Siemens Digital Industries, soll diese Frage beantworten. Siemens ist bisher als einziges Unternehmen in der Lage, alle Lösungen in einer einzigen, integrierten Umgebung bereitzustellen.

### Die Theorie: Digitalisierung der Organisation

Zunächst muss das Problem abstrakt betrachtet werden. Viele Unternehmen sind heutzutage immer noch in geschlossenen Abteilungen organisiert. Der Informationsfluss ähnelt nicht einem sogenannten kontinuierlichen Prozess, sondern besteht aus einer Reihe von manuellen Schritten und einzelnen Benachrichtigungen, die zwischen verschiedenen Abteilungen ausgetauscht werden. Wenn es um die Einführung neuer Produkte geht, denkt man in der Regel an:

- Produktentwicklung
- Fertigungstechnik

- Verwaltung der Produktionsabläufe
- Nutzungsanalyse und Leistung

Und nicht nur das: Selbst innerhalb dieser organisatorischen „Silo“ sind nicht zusammenhängende Sachverhalte anzutreffen, die vor allem durch den Einsatz von Softwarelösungen verursacht werden, die nicht miteinander kommunizieren und zu einer Vervielfältigung von Informationen führen.

Die Hersteller von Softwareanwendungen müssen heute mehr denn je in der Lage sein, eine Infrastruktur zu schaffen, die in der Lage ist, Silos und Barrieren zu überwinden und einen „digitalen Faden“ zu spannen, der alle Phasen vom Entwurf über die Ausführung bis hin zur Fertigstellung des Produkts verbindet

### Der digitale Zwilling

Der digitale Zwilling ist eine virtuelle Darstellung eines physischen Produkts oder Prozesses, die dazu dient, die Leis-



tungsmerkmale seines physischen Gegenstücks zu verstehen und vorherzusagen. Der Digitale Zwilling wird während des gesamten Produktlebenszyklus zur Simulation und Optimierung des Produkts sowie zur Prognose des Produktionssystems herangezogen, bevor in Prototypen und physische Ressourcen investiert wird.

Nur so kann „Digital Manufacturing“ wirklich realisiert werden – als Verbindung von Fertigungstechnik und Produktion und als Grundlage für eine langfristige digitale Kontinuität zwischen innovativem Produktdesign und erstklassiger sowie qualitativ hochwertiger Leistung.

All dies wird in der Elektronikindustrie mit einer Reihe von Softwarelösungen in die Praxis umgesetzt, die sämtliche Anforderungen im Zusammenhang mit der Einführung neuer Produkte abdecken:

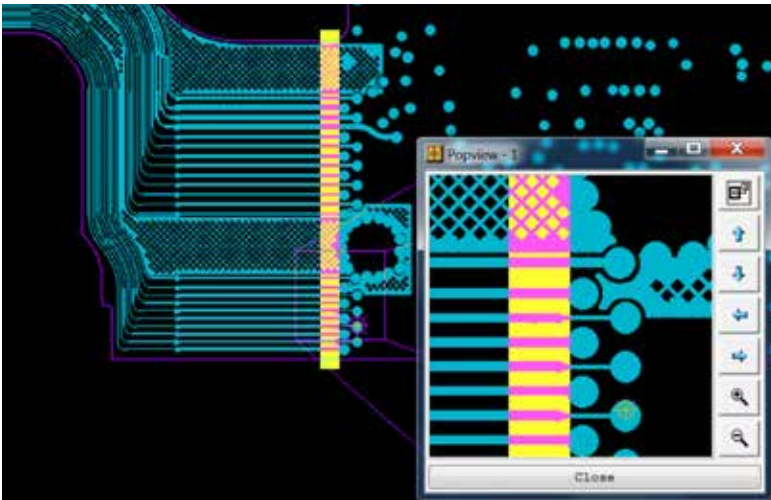
- Valor NPI für DFM-Analysen (Design for Manufacturing)
- PCBflow für eine unmittelbar mit den tatsächlichen Produktionsmöglichkeiten verbundene DFM-Analyse

- Process Preparation für die Verwaltung der gesamten Phase der Fertigungstechnik
- BOM Connector für die Erstellung von zuverlässigen Angeboten auf Basis der Stückliste

## DFM-Verifizierung von Leiterplatten

Das Produkt, das auf den Markt gebracht werden soll, ist in erster Instanz ein Projekt. Projekte werden bereits seit vielen Jahren mit digitalen Werkzeugen (Electronic Design Automation – EDA) entwickelt. Ein häufig anzutreffendes Manko ist jedoch die fehlende Verbindung zwischen Design und Produktion. Denn oft sind Designer mit den verschiedenen Produktionsprozessen, die zur Herstellung einer Leiterplatte führen, nicht tiefgehend vertraut.

Diese Prozesse gehören zu zwei sehr unterschiedlichen Bereichen: die Herstellung der bloßen Platine und die Montage der Bauelemente auf der Platine. Beide Bereiche sind komplex, zum einen wegen der unterschiedlichen Technologien, zum



Anwendung der DFM-Analyse auf das flexible PCB-Design

anderen, weil jeder Hersteller seine eigenen Besonderheiten in Bezug auf die verschiedenen Parameter hat, die er bei der Ausführung eines Projekts erfüllen kann.

Valor NPI ist das Siemens-Tool, das praktisches Wissen über Produktionsprozesse – Fertigung und Montage – direkt in den Leiterplattenentwurfsprozess einbringt. Das Tool ermöglicht die Durchführung aller erforderlichen Realisierbarkeitsprüfungen vor der Umsetzung des physischen Prototyps, einschließlich zahlreicher Kontrollen basierend auf konkreter Produktionstechnologien, für Herstellung als auch für Montage. Dies hat den Vorteil, dass eventuelle Probleme vorweggenommen werden und die Produktion in kürzester Zeit mit der korrekten Version beginnen kann.

Valor NPI ermöglicht es, jegliche Art von Fehlern oder Defekten frühzeitig zu erkennen und das Design für die Massenerzeugung zu optimieren, indem festgestellt wird, wo geringe Erträge oder Fehlfunktionen auftreten können.

Der „digitale Faden“, der das Produkt begleitet, wird unmittelbar am Beginn des Entwurfs aufgenommen, denn Valor NPI ist direkt in der Siemens-Xpedition-Layout-Umgebung verfügbar und kann auch in andere PCB-Design-Tools integriert werden. Die DFM-Verifikation startet mit Beginn des Projekts und es sind keine komplexen Datenexportoperationen nötig.

## DFM in der Cloud mit PCBflow

Auch im Bereich DFM verspricht ein kürzlich von Siemens eingeführtes Tool einen wesentlichen Mehrwert, insbesondere für kleinere Unternehmen. PCBflow ist eine Cloud-Plattform und ein Ort der Zusammenarbeit, der den Prozess vom Design bis zur Produktion beschleunigt, indem er Entwickler direkt mit Herstellern verbindet.

Unternehmen können ihre Leiterplattenentwürfe vor der Freigabe für die Produktion einfach und kostengünstig durch eine DFM-Analyse unter Verwendung der aktuellen Auflagen des jeweiligen Herstellers prüfen. In einer sicheren, kollaborativen Umgebung können Leiterplattenhersteller den Designern ihre Qualifikationen unter Verwendung einer standardisierten Methode zur Verfügung stellen.

Der Ansatz von PCBflow ist ideal für Unternehmen, die neue Produktionsmöglichkeiten im Zusammenhang mit der Innovation der eigenen Produkte bewerten möchten

## Zuverlässige New Product Introduction

Nach einer sorgfältigen DFM-Analyse ist der Entwurf bereit, an den Hersteller übermittelt zu werden, der den physischen Prototypen herstellen soll. Diese Phase ist von besonderer Wichtigkeit, um Probleme in der Produktion zu vermeiden. Daher ist es unter den Auftragsfertigern (EMS) zur Norm geworden, ihren Kunden eine komplette, mit Valor NPI durchgeführte DFM-Analyse als Dienstleistung anzubieten.

Wenn das Design einer guten DFM-Analyse unterzogen wurde, wird erwartet, dass bei der Bestückung der Platine schon beim ersten Versuch alles problemlos funktioniert. Ein erfolgreiches Ergebnis beim ersten Versuch ist viel wahrscheinlicher, wenn der digitale Faden, der von Anfang an bestand, konsequent weitergeführt wird. Das ideale Werkzeug dafür ist Process Preparation, die Siemens-Lösung für das Process Engineering in den SMT-Bestückungs- und Testlinien.

Sogenannte Process Preparation vereinfacht die Erstellung von Dokumentationen mithilfe integrierter und angepasster Vorlagen in einem einfachen und effizienten Prozess, der mit Stücklisten- und CAD-Daten verknüpft ist. Das Process Preparation Tool steigert auch die Effizienz des Engineerings, da es



die Verwendung eines einzigen Tools für alle weiteren technischen Aktivitäten der Arbeitsvorbereitung ermöglicht.

Es eliminiert redundante Vorbereitungen mit lernbasierten Bibliotheken durch Automatisierung und die Verwendung von Vorlagen. Maximiert die Offline-Vorbereitung und eliminiert die Online-Prüfung und fehlerbedingte Verzögerungen. Ermöglicht die schnelle und einheitliche Erstellung und Pflege von Maschinendaten mit Ad-hoc-Konfigurationen zur Reduzierung von Abweichungen.

Durch die Nutzung des ODB++-Formats kann die Produktion nahtlos zwischen Linien und Werken verschoben werden, was die Entwicklungszeit verkürzt und die Qualität des Endprodukts erhöht. Es ermöglicht außerdem die direkte Entwicklung von Stencils (Schablonen).

## Schnelle und genaue Angebote

Ein weiterer wichtiger Schritt in der Markteinführung eines Produkts ist die Preisgestaltung der Projekte. Ein präzises Angebot ist vor allem in einem High-Mix-Low-Volume Szenario und bei niedrigen Margen entscheidend. Zudem haben die jüngsten Ereignisse in der Logistik gezeigt, dass die tatsächliche Verfügbarkeit eines bestimmten Bauteils oft ungewiss ist – was die Zuverlässigkeit von Angeboten stark beeinträchtigt.

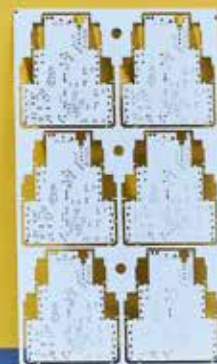
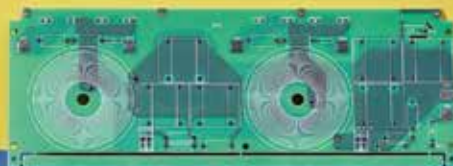
Hier kommt der BOM Connector ins Spiel, eine spezielle Softwarelösung von Siemens, die den benötigten Zeitaufwand für die Erstellung präziser Angebote für Leiterplattenbaugruppen deutlich reduziert.

BOM Connector importiert und standardisiert die von Kunden gesendeten Stücklisten und verbindet sie direkt mit dem ERP-System des Herstellers. Durch die Integration mit Process Preparation kann auch eine entsprechende CAD-Datei erstellt werden, um sicherzustellen, dass alle Bauteile für die Platine geeignet sind.

Die Covid-19-Pandemie brachte viele irreversible Veränderungen in der Branche mit sich und beschleunigte einige Trends, die bereits im Gange waren. Die Komponentenbeschaffung wurde schwieriger. OEMs mussten nach Alternativen suchen und Designs überarbeiten, um andere Komponenten einzusetzen. BOM Connector hat dazu beigetragen, diese globale Herausforderung zu bewältigen.

Die Kombination von Valor NPI, Process Preparation und BOM Connector bietet eine Komplettlösung für die Arbeitsvorbereitung, welche CAD und Stücklisten, die Positionierung von Bauteilen, Inspektions- und Testprogramme, das Stencil-Design, die Design-Validierung und die Auftragsplanung verschmelzen lässt. □

**SEIT 37 JAHREN SPEZIALIST  
FÜR IHRE ANFORDERUNGEN.  
BECKER & MÜLLER**



**IHR SPEZIALIST FÜR:** Prototypen | Kleinserien & Muster | Express-Service |  
individuelle Fertigung | hohe Flexibilität | 100% Made in Germany

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

**BECKER  
MÜLLER** 



INNOVATIONEN, QUALITÄT UND MITARBEITER STEHEN IM MITTELPUNKT

## Neue Maßstäbe für die Automatisierung

Der Begriff „Made in Switzerland“ steht für absolute Qualität und Zuverlässigkeit. Diese hohen Anforderungen und Standards hat der Automatisierungsspezialist Jenny Science aus Rain fest in die Unternehmens-DNA verknüpft. Dabei spielen innovative Produkte, die Mitarbeiter und soziales Engagement für den Firmengründer Alois Jenny die entscheidende Rolle für einen dauerhaften Unternehmenserfolg.

TEXT: Alois Jenny, Jenny Science BILDER: Jenny Science; iStock visual7

Das Technologie-Unternehmen hat sich von einem typischen Start-up zu einer herausragenden und international agierenden High-Tech-Firma entwickelt. Der Fokus liegt dabei auf elektromagnetische Präzisionsantriebe mit integrierten und externen Digitalcontrollern für die Automatisierungsbranche und das von der Planung, Entwicklung über Herstellung bis zum Verkauf. Der Erfolg des Familienunternehmens kommt nicht von ungefähr. Was mit der Erfindung eines Dynamosys-

tems für Fahrräder, das auch im Stillstand die Leuchtquellen mit Energie versorgte, begann, mündete in der Entwicklung eines innovativen elektromagnetischen Linearmotors. Dieser kann schnelle und präzise Linearbewegungen durchführen und das unter voller Kontrolle des Anwenders. Eingesetzt werden solche Systeme zum Beispiel in der Uhrenindustrie für die Montage von Zifferblättern oder Zeigern, da es hier auf höchste Präzision ankommt. Aber auch in der Medizintechnik sind



Noch nie wurde auf so kleinem Bauraum ein Linearmotor-Direktantrieb komplett mit dem Servocontroller und der Busankopplung integriert, als wie im INTAX® Linearmotor-Achse von Jenny Science.



die Jenny-Science-Produkte gefragt. Hier nutzt das Unternehmen sogar partikelarme und hygienische Reinräume bei der Montage, um die strengen Anforderungen für Medizingeräte zu erfüllen.

Ein Novum in diesem Umfeld ist aktuell das INTAX®-System. Dabei handelt es sich um eine komplett integrierte Linearmotorachse. Die Neuentwicklung besticht durch eine in der Industrie einzigartige Packungsdichte, in der das Servo-drive, Verdrahtung und der Kabelschlepp sämtlich in dem Gerät integriert wurde. Dieses miniaturisierte System erlaubt es, Maschinenkonstrukteuren viel kleinere, platzsparende Lösungen zu entwickeln. Im Vergleich zu Zahnriemen- und Spindel-lösungen arbeiten der Direkt-Linearmotor präziser, schneller und leiser. Auf der elektrischen Seite beinhaltet die Linearmotorachse eine komplett integrierte Ethernet-Busanbindung mit verschiedenen Protokollen. So lässt sich das System ohne Umwege über Gateways direkt an eine SPS anschließen und mit den PLCopen Bibliotheken in entsprechenden Modi betreiben. Für die Inbetriebnahme ist dann lediglich eine 12 bis 36 V DC-Einspeisung erforderlich. Zudem kann auf eine Referenzierung des Absolutmesssystems verzichtet werden.

Die Schweizer Innovationsschmiede punktet mit Forceteq® mit einem weiteren außergewöhnlichen System, das sogar den Innovationspreis der Industrie- und Handelskammer der Zentralschweiz erhielt. Die Kraftmesstechnologie kann während des Produktionsprozesses ohne externe Kraftsensoren Kraft-Weg-Diagramme erstellen und diese dann im Zuge eines Qualitätssicherungskonzeptes zur Verfügung stellen. So können etwa Montageprozesse im laufenden Betrieb überwacht werden und bei Abweichungen sofort eine Meldung erfolgen. Daraus resultierten in der Produktion ein höherer Durchsatz und eine bessere Qualität. Das System ist in die XENAX®-Xvi-System-

plattform integriert, so dass sich alle Jenny Science Linear- und Drehmotorachsen mit integrierter Kraftüberwacht ansteuern lassen. In der Pro-Version lassen sich auch herkömmliche DMS-Kraftsensoren in die Applikation integrieren. Die erfassten Werte wandern hier direkt zur weiteren Verarbeitung in den XENAX®-Servocontroller. Damit werden kurze Messzyklenzeiten möglich und eine zusätzlich kostspielige Auswertelektronik entfällt.

Neben High-End-Produkten setzt Jenny Science auch auf attraktive Arbeitsplätze und moderne Infrastruktur, um das passende Umfeld für kreatives, qualitativ hochwertiges Tun und innovatives Denken zu fördern. So bezog Mitte 2021 das Unternehmen ein neues Geschäftsgebäude, in dem bis zu 90 Mitarbeitende Platz finden und nach neusten architektonischen Konzepten mit dem Fokus: „Der Mensch steht im Mittelpunkt“ geplant wurde. Das Gebäude bildet eine Symbiose aus Produktionshallen im Erdgeschoss und Büroräumlichkeiten mit Galeriegarten im Obergeschoss. Im Dachgeschoss können die Mitarbeiter sich im Firmeneigenen Restaurant verköstigen lassen. Eine betriebseigene Kita steht ebenfalls zur Verfügung. Zudem wurde die Innenraumgestaltung von Architekten nach neusten wissenschaftlichen Erkenntnissen durchgeführt, um für die Mitarbeiter eine Wohlfühlatmosphäre zu schaffen. Auch die Belange der Natur wurden berücksichtigt. Um diese weitreichend zu schonen, wurde etwa eine Tiefgarage angelegt, die bereits mit zahlreichen Ladestationen ausgestattet ist, die wiederum per Photovoltaikanlage gespeist werden.

Das vom Erfindergeist geprägte Jenny-Science-Hauptquartier in Rain in der Schweiz vereint moderne Architektur, motivierte Mitarbeiter und familiäre Innovationskraft mit hohem Qualitätsanspruch an die Produkte. Hier ist „Made in Switzerland“ nicht nur ein Versprechen, sondern es wird gelebt. □



PXI-Express Controller - mehr Platz für mehr I/O-Karten im System

## MEHR PLATZ AUF KLEINSTEM RAUM

In der Elektronikfertigung werden oft Mess-, Prüf- und Testsystemen gerne per PCI-Express-basierter Karten modular zusammengesteckt. Techniker, die nach diesem Baukastenprinzip arbeiten, vermissten bisher jedoch besonders schmale CPU-Karten, um mehr Messkarten in ein System packen zu können. Diese hat nVent nun in Kooperation mit Congatec entwickelt.

TEXT: Zeljko Loncaric, Congatec BILDER: Congatec; iStock, Photology1971



Die 4TE-PXI-Carrier von nVent mit COMs von Congatec sind deutlich flacher als klassische 8TE- oder 12TE-Baugruppen.



PXI-Anwender sind Experten für Test- und Messsysteme. Ihre Schwerpunkte sind vor allem die Test-Software und die vielfältigen I/Os. Die zentralen Controllerbaugruppen sind deshalb eher Mittel zum Zweck. Daher nutzen sie häufig einfach ein Notebook oder einen Desktop-PC, den sie an das PXI-Messsystem anschließen, das lediglich

Erweite-

häufig sogar übererfüllen. 3HE-CPU-Baugruppen für PXI sind deshalb in der Regel eher 8 oder 12TE breit, obwohl grundsätzlich auch Controller in 4TE möglich wären.

### Weniger ist oft mehr

Viele Unternehmen nutzen bewusst solche umfangreichen Controller in 8 oder 12TE, da sie möglichst viele Anwendungsfälle abdecken können. Das funktioniert allerdings nur so lange, wie Platz keine kritische Anforderung ist. Oder so lange die Stückzahlen pro dediziert

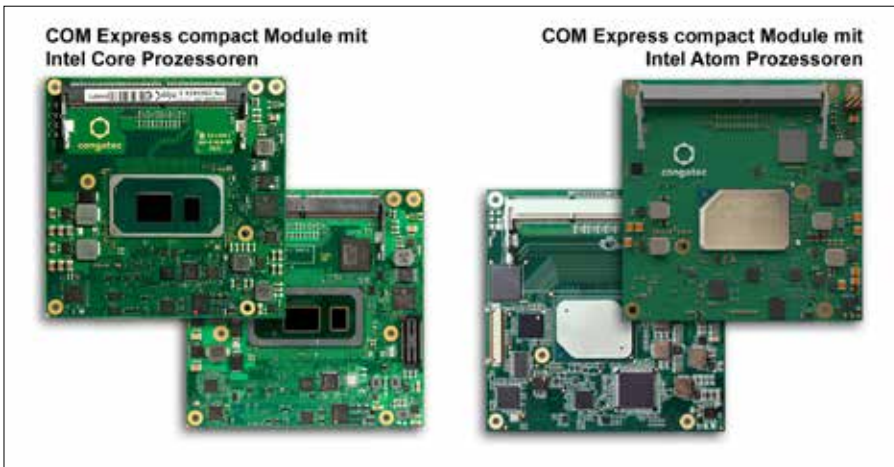
terung zur Verfügung stehen, was für so manche Test- und Messaufgaben nicht hinreichend ist. Wünschenswert ist es deshalb oft mehr I/Os auf kleinem Raum unterbringen zu können, um nicht doppelstöckig bauen zu müssen und so weiteren Platz im Rack zu belegen. Ein solches Workaround ist jedoch bislang vielfach Standard. Häufig wird er mit Adapterkarten für den Systemslot adressiert. Diese führen PCI-Express-Lanes nach außen aus, sodass man über externe Standard-Kabel dann auch ein ganz normales Notebook oder einen Desktop-PC anschließen kann. Solche Systemauslegungen sind allerdings unhandlich und wirken improvisiert – und sind damit letztlich nur ein Behelf.

### Mit COM und Carrier zum Ziel

Erweiterungskarten beherbergt. Oder sie nutzen eine PXI-Controllerbaugruppe. Diese sind in der Regel jedoch so umfangreich, damit sie quasi alle Bedürfnisse über alle Applikationen hinweg erfüllen und daher

zusammengestelltem Messsystem nicht so groß sind, dass auf jede Steckkarte geschaut werden muss, um Geld zu sparen. Es gibt aber viele Applikationen, wo Platz rar ist. Beispielsweise bei 8-Slot-3HE-Systemen. CPU-Baugruppen mit 8 bis 12TE blockieren schnell zwei bis drei Slots, sodass das System entweder breiter werden muss oder nur wenige Slots zur Erweite-

Zur Lösung dieses Platzproblems hat nVent in Zusammenarbeit mit Congatec einen 3HE 160 mm PXI-Carrier für COM Express Compact Module entwickelt. Er wurde in einem ersten Schritt für das conga-TC175 optimiert, um einen leistungsfähigen und kompakten Controller basierend auf der 7. Generation der Intel Core Prozessoren zu realisieren. Zur Backplane hin wurden



Die beiden Carrier für COM-Express-Compact- und Basic-Module von congatec können bereits heute in 40 Bestückungsvarianten geliefert werden, beschränkt man sich auf die aktuellen Prozessoren. Mit den langzeitverfügbaren Vorgänger-Modulen kommt man auf sage und schreibe rund 100 Varianten.

nur die für den PXI-Express-Systemaufbau erforderlichen PCIe-Lanes geführt. Auf dem Frontpanel bietet die schlanke Plattform lediglich einen DisplayPort zur Bildschirmanschlussschnittstelle, 3 USB-Schnittstellen und 2 Ethernet-Schnittstellen und mit einem M.2-Slot für schnelle SSDs ist das Featureset dann auch schon abgeschlossen. dadurch konnte nVent einen extrem schlanken – aber leistungsfähigen – PXI-SBC schaffen, der sich voll auf die Kernfunktionen konzentriert, die für eine zentrale CPU-Einheit in einem PXI-System gebraucht werden. Dank des modularen Aufbaus können Kunden heute bedarfsgerecht jedwede Intel Core Prozessorbestückung wählen, die mit einer TDP von 15 Watt auskommt. Dadurch konnte man die Baugruppe flach bauen, um inklusive der Kühlung 4TE einzuhalten.

### Vielfalt ist das Programm

Erweitert wird das Programm nun auch um eine Variante mit dem congatec TS370 im COM-Express-Basic-Format, das Intel Core Prozessortechnologie aktuell bis hin zu 6-Kern-Lösungen der achten Generation erlaubt und so auch Systemaufbauten – sogar mit virtuellen Maschinen – ermöglicht. Diese hohe Skalierbarkeit ohne nennenswertes Redesign, selbst über Prozessorgenerationen hinweg, ist für Anwender dabei ein riesiger Vorteil,

da die Performance des Controllers einzig durch Modultausch skaliert werden kann. Auch individuelle Varianten für größere Testfelder lassen sich durch das COM- und Carrier-Prinzip mit rechtfertigbarem Zeit- und Kostenaufwand realisieren, sodass COM-Express-basierte Controllerbaugruppen für PXI-Systeme ein durchaus attraktives Angebot sind, das Lösungsanbieter von Full-Custom-PXI-Controllern wohl ausschließlich bei Massenserien kostengünstiger umsetzen könnten.

Darüber hinaus lassen sich neue Prozessoren schneller implementieren, da Module oftmals die ersten Produkte sind, die mit neuester Embedded-Prozessortechnik verfügbar werden. Zusätzlich ist das schlanke Design letztlich auch kostengünstiger als voll ausgebaute 8TE- oder 12TE-SBCs. Kunden profitieren auch vom modularen Ansatz, denn sie können letztlich auf Basis des Carriers über die Module skalieren und so in puncto Preis und Performance besser auf die reale messtechnische Aufgabe hin ausbalancieren, da es innerhalb einer Modul-Serie einer Prozessorgeneration deutlich mehr Varianten gibt, als es ein PXI-CPU-Board-Hersteller mit Full-Custom-Designs je anbieten könnte. In der Summe der verschiedenen Aspekte also ein durchaus attraktiver Ansatz für passgenaue Test- und Messsysteme in der Elektronikfertigung.

### Weitere Aussichten

nVent sieht zudem auch Potenzial, den modularen Aufbau der Test- und Messbereich-Controller auch für die Standards AXI und VXI anzubieten. Sie bilden – zusammen mit dem Platzhirsch-Standard PXI – einem Anteil von rund 78 Prozent des Marktes der sogenannten ‚Modular Instruments‘, der bis 2027 satte 3,11 Milliarden US-Dollar erreichen soll. Ein nicht unerheblicher Anteil wird davon im Bereich Elektronik und Halbleiterindustrie nachgefragt.

Auch der Ausbau des Angebots in Richtung VME, VPX und CompactPCI Express wäre eine gangbare Option. Er erscheint Ganninger aus strategischen Gründen derzeit jedoch nur dann eine zuverlässige Option, wenn andere Boardhersteller aus diesem Markt keine passenden Angebote machen können.

Die Wahl bei der Entwicklung der Baugruppen mit Congatec zu kooperieren, fiel nVent übrigens leicht. „Congatec hat einen guten Namen im Bereich Computermodule, ist sogar Marktführer und der Support des Unternehmens ist absolut Klasse und es war auch sehr einfach, erforderliche Firmware-Anpassungen zu erhalten“, erklärt Christian Ganninger Global Product Manager bei nVent Schroff Europe. □





OPTIMALE WÄRMELEITTECHNIK FÜR DIE LEISTUNGSELEKTRONIK GESUCHT

# Entwärmungslösungen sind Teamwork

Fast jedes Gerät, das mit Strom betrieben wird, arbeitet mit Leistungshalbleitern. Um eine lange Lebensdauer zu erreichen und Energiekosten zu sparen, müssen diese störungssicher und effizient ihren Dienst verrichten – und da kommen wir, die ICT-SUEDWERK GmbH ins Spiel.

TEXT: ICT-SUEDWERK    BILD: Dominik Gierke

Wir sind die Spezialisten, wenn es um Entwärmungslösungen und Wärmeleitmaterialien geht und das nicht nur im Bereich Leistungshalbleiter. Wir sind ein innovatives Unternehmen aus Oberhaching und bieten maßgeschneiderter Wärmemanagementlösungen aus einer Hand. Durch unser einzigartiges Know-how sind wir in der Lage, unseren Partner von der Planung bis hin zum fertigen Produkt zu begleiten, um die ideale Lösung zu finden. Wir greifen dabei auf ein tiefgreifendes Wissen in puncto technischer Beratung zurück und nutzen unsere Inhouse-Fertigung mit modernsten Maschinen damit Projekte in kürzester Zeit umgesetzt werden können.

Als Familienunternehmen steht im Fokus unseres Handelns immer der Mensch. Durch seine Verantwortung, fachliche Kompetenz, Zuverlässigkeit und Qualitätsansprüche sowie der gelebten Unternehmenswerte, ist er die ideale Schnittstelle zu unseren Partnern und Produkten. Dies ist nur ein Geheimnis unseres Erfolges. Doch neben Menschen spielen auch High-Tech-Maschinen eine zentrale Rolle in unserem Unternehmen. Hierbei stehen uns digitale Schneideplotter, Lasertechnologien und Stanzsysteme zur Verfügung. Damit realisieren wir in sehr kurzer Zeit innovative und zielgerichtete Lösungen für unsere namhaften Kunden.

Mit unserem Know-how adressieren wir auch Unternehmen, die im Bereich Prototyping, Kleinserien und Serienfertigung einen zuverlässigen Partner benötigen. Im Detail arbeiten

wir mit Thermal-Interface-Materialien, welche hauptsächlich in der Elektronikindustrie, der Leuchtmittel- und Automobilindustrie sowie im Maschinenbau eingesetzt werden.

Dabei legen wir besonderen Wert auf eine optimale und qualitativ hochwertige Materialauswahl, denn nur durch eine zuverlässige Kontakthanbindung zwischen Wärmeverursachung und Wärmesenke kann ein idealer Thermotransfer in das aktive oder passive Kühlsystem erfolgen. Mit dem von uns genutzten Portfolio an unterschiedlichsten Materialien ist es außerdem möglich, eine breite Palette nicht elektrisch isolierter Stromversorgungen abzudecken. Was für uns bei Wärmeleitfolien gilt, lässt sich auch auf unseren Bereich der Isolationswerkstoffe oder elektrisch isolierender Folien adaptieren.

Das Thema Qualität ist wesentlicher Bestandteil unserer DNA und das leben wir auch. So wird schon bei der Materialanlieferung die Güte der Produkte geprüft. Und auch während der Fertigung prüfen wir die Endergebnisse auf die Einhaltung der im Pflichtenheft vorgegebenen Eigenschaften. Hierfür stehen uns modernste computergestützte Messsysteme zur Seite, welche berührungslos per optischer Auswertung oder Laser-gestützter Scans die festgelegten Parameter überprüfen. Sie sind überrascht, dass eine erfolgreiche Fertigung „Made in Germany“ heute noch möglich ist? – Ja, es ist möglich, wie das gesamte Team der ICT-SUEDWERK in Oberhaching seit Jahren beweist! □



## TRANSPARENTER DISPLAYS

# Voller Durchblick

Normale Displays beeindrucken mit Leuchtkraft, hoher Auflösung und brillanten Farben. Doch ausgeschaltet sieht man schwarz – man kann durch sie nicht hindurchsehen. Anders bei transparenten Displays. Sie gibt es in verschiedenen Technologien. Ähnlich einer Brille für Augmented Reality kann dies an einer Maschine den Durchblick auf das Werkstück erlauben oder in einem Schaufenster auf die Exponate und dabei zusätzliche Informationen zu diesen geben

TEXT: Rudolf Sosnowsky, Hy-Line

BILDER: Hy-Line; iStock, Christian Länger

Ein Farbdisplay besteht aus einzelnen Pixeln. In der Regel wird jedes Pixel aus drei Subpixeln in den Primärfarben rot, grün und blau gebildet. Farbabstufungen werden durch Ansteuerung mit weniger als 100 Prozent Strom oder Spannung dargestellt. Die Bildelemente werden als Matrix zusammengeschaltet und zeilenweise angesteuert. In der Verdrahtungsebene befinden sich außer den Steuerinformationen für den Bildinhalt je nach Displaytyp auch die Stromversorgungsleitungen. Je mehr Leistung ein Bildelement für den Betrieb braucht, umso niederohmiger und damit massiver müssen sie ausgeführt werden. Bei Passiv-Matrix-LCD reicht das Anlegen einer Spannung, um die Flüssigkristallmoleküle zum Umschalten zu bewegen, bei Technologien wie LED muss immer ein Strom fließen, der die LED zum Leuchten bringt.

Zunächst muss zwischen emissiven und modulierenden Display-Technologien unterschieden werden. Dabei ist gemeint, ob das Display selbst Licht emittiert oder das einer Lichtquelle moduliert, die von hinten strahlt. In der Abbildung ist die Struktur eines emissiven transparenten Displays zu sehen. Das aktive Bildelement nimmt nur eine kleine Fläche ein, da es selbst nicht transparent ist. Der Rest des Subpixels steht für die Ansteuer- und Versorgungsleitungen des Bildelements

zur Verfügung. Mit der Dicke des Materials nimmt die Leitfähigkeit zu, die Transparenz allerdings dagegen ab.

Betrachtet man die Pixelstruktur eines modulierenden Displays, so ist festzustellen: Um die Lichtquelle effizient auszunutzen, besteht der größte Teil des Subpixels aus dem modulierenden Teil. Bei Flüssigkristall-Displays befindet sich hier der Farbfilter. Jedes Subpixel wird über einen Transistor angesteuert, der einen Kondensator je nach Graustufe mit dem gewünschten Spannungspegel auflädt. Zwischen den Subpixeln befinden sich die Ansteuerleitungen. Die Abmessungen sind zum Beispiel bei einem 55-Zoll-Display mit FHD-Auflösung (1920 x 1080) für ein Pixel 630 µm und ein Subpixel 210 µm, abzüglich der Gaps.

Je nach Anwendung und Betrachtungsabstand werden unterschiedliche Technologien für Displays eingesetzt. Während Apple mit den „Retina“-Displays versucht, eine möglichst hohe Pixeldichte (Dot Pitch) bei minimalem Abstand zwischen den Pixeln (Gap) zu erzielen, ist

es bei transparenten Displays umgekehrt: Die leuchtenden Pixel sind nicht transparent, aber der Raum zwischen ihnen kann transparent gestaltet werden.

## Die Apertur

Unter dem Begriff „Apertur“ versteht man bei Displays den Bereich, aus



dem das Licht austritt, im Verhältnis zur Gesamtgröße eines für ein Pixel genutzten Bereichs. Das emissive Display weist eine geringe aktive Fläche auf, aus der der Lichtstrom austritt. Dieses Design ist günstig für ein transparentes Display, bei dem die aktive Fläche undurchsichtig ist, da der größere Teil Licht von hinten durchfallen lässt. Beim modulierenden Display ist es umgekehrt, da dort die großen Flächen das durchfallende Licht sperren oder passieren lassen. Hier ist in jedem Pixel die für Transistor und Kondensator verwendete Fläche intransparent. Die für die Verdrahtung benötigten Flächen scheinen entweder permanent durch (bei einem transparenten Display) oder werden bei einem normalen TFT mit einem Schwarzdruck (black mask) lichtundurchlässig gemacht.

## Technologien transparenter Displays

Die grundsätzliche Voraussetzung für Transparenz ist, dass die Displaytechnologie erlaubt, dass Licht durch das Panel hindurch fallen kann. Bei reflektiven TN-Displays (Twisted Nematic) wie im Taschenrechner oder ePaper ist dies nicht der Fall. Das Display kann dann einzelne Segmente ausblenden (zum Beispiel TFT)

oder Inhalte hinzufügen (transparentes OLED oder transparentes LED-Modul).

### TFT

Dünnschicht-Transistor-Displays basieren auf einer Halbleitertechnologie. Elektrische Felder beeinflussen die Lage von zwischen zwei Glasplatten eingeschlossenen Flüssigkristallen. Auf diese Zelle sind Polfilter laminiert, die Licht nur in einer Polarisationsrichtung durchlassen. Durch das Feld wird die Polarisationsrichtung durchfallenden Lichts pixelweise geändert, und es kann so auch zum Auge des Betrachters gelangen.

Die Lichtquelle befindet sich hinter dem Display, das Display selbst wirkt nur als Lichtventil. Wegen der vielen Schichten und Filter-Folien beträgt die Transmission eines TFTs deutlich weniger als 10 Prozent. Daher muss der Hintergrund sehr gut ausgeleuchtet werden, um ein akzeptabel helles Bild zu erzielen. Typische Anwendungen sind daher hinterleuchtete Vitrinen und Verkaufsautomaten, also Geräte, bei denen der Hersteller die Helligkeit der Beleuchtung selbst auf einen bestimmten Wert festlegen kann.

Sharp beschreitet einen Sonderweg: das neu entwickelte transparente TFT wechselt nur zwischen der Darstellung einer Farbe und dem transparenten Zustand. Die spezielle Displaytechnologie erlaubt jedoch eine hohe Transparenz von 60%. Für Anwendungen, bei denen der Hauptzweck des Displays in der Umschaltung zwischen transparent und undurchsichtig liegt, ist dies ideal. Es gibt zwei Varianten: eine, die ohne Energie transparent ist, und eine, die undurchsichtig ist. Bistabil ist sie nicht.

### T-OLED

Beim Fließen eines Stroms durch die Materialien eines OLEDs rekombinieren Elektronen und Löcher. Die dabei freiwerdende Energie tritt als sichtbares Licht aus. Unterschiedliche Materialpaarungen sorgen für unterschiedliche Wellenlängen, die als verschiedene Farben wahrgenommen werden. OLEDs sind nicht transparent, bei der normalen Bauform emittieren die Pixel das Licht durch das Substrat hindurch, wodurch die Helligkeit reduziert wird.

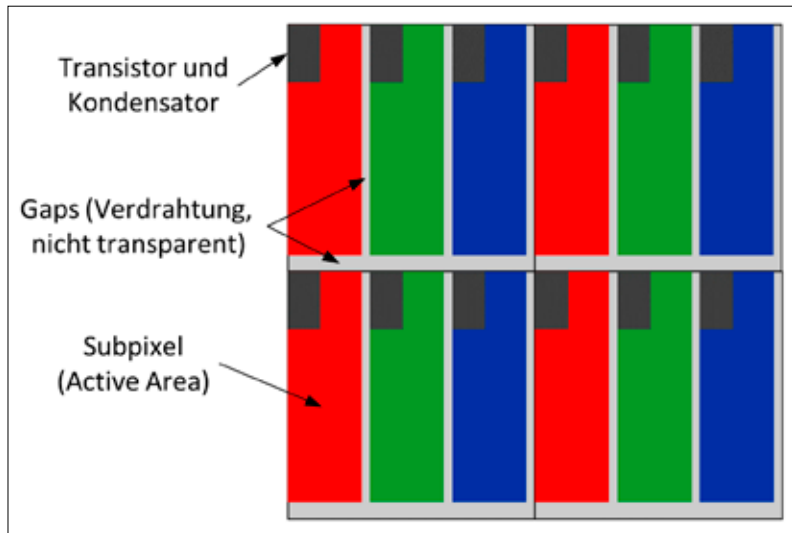
Bei einem transparenten OLED besteht die Herausforderung, die Leitungen auf dem Display so auszuführen, dass sie gleichzeitig transparent und elektrisch leitfähig sind. Im Vergleich mit TFT müssen diese auch einen Stromfluss übertragen können, damit die OLED-Elemente leuchten. Im Unterschied zu TFT, die durchfallendes Licht filtern, emittieren OLED selbst Licht.

Die neue Technik von LG Display hat nicht viel mit der von OLED-TVs bekannten gemein: Der so genannte Stack wurde völlig neu entwickelt und die Materialien für die Leitungen wurden aus IGZO hergestellt, das gegenüber dem ansonsten verwendeten ITO einige Vorteile bietet. Damit konnte eine Transparenz von 40 Prozent bei gleichzeitig brillanten Farben hergestellt werden.

### TLM

Transparente LED Module bestehen aus Folien, die mit Leiterbahnen aus transparentem Material, etwa ITO beschichtet sind. RGB-LEDs mit integriertem Treiber sind dort in Abständen von 10 bis 20 mm montiert. Die Folie ist flexibel und auf der





Struktur eines modulierenden Displays im Detail

Rückseite mit einer Klebeschicht versehen. Dadurch kann sie einfach auf ein Trägerglas, zum Beispiel eine Schaufensterscheibe, laminiert werden. Die Abmessungen einzelner Module sind so kompakt, dass sich durch Anreihung Anzeigen nahezu beliebiger Größe erstellen lassen. Die Folie kann individuell vom Anwender zugeschnitten werden, so dass auch nicht-rechteckige Anzeigen im Raster des LED-Pitches möglich sind.

## Betrachtungsabstand und Pixel-Abstand

Displays für Digital Signage im Außenbereich müssen groß sein, damit sie aus der Ferne abgelesen werden können. Sie müssen skalierbar sein, weil dort die Bildformate nicht festgelegt sind und sich nicht an die gängigen Seitenverhältnisse halten, sondern den verfügbaren Raum optimal ausnutzen sollen. Bei manchen Applikationen wie zum Beispiel Schilder an Haltestellen sind die Abmessungen von den darzustellenden Informationen vorgegeben. Displays wie etwa Wegweiser durch das Einkaufszentrum hingegen brauchen einen niedrigen Pixel Pitch, weil sie aus der Nähe betrachtet werden.

Ein wichtiger Aspekt ist der Zusammenhang zwischen dem Abstand des Betrachters und dem notwendigen Abstand der Pixel eines Displays zueinander. Hierbei geht man davon aus, dass ein optimales Verhältnis dann erreicht ist, wenn der Betrachter zum TV-Gerät je nach Auflösungen auch einen bestimmten Abstand einhält, nämlich bei 55 Zoll Diagonale mit Full HD-Auflösung etwa 3,5 m. Daraus lassen sie zwei Schlüsse ziehen: Um den gleichen Eindruck wie am TV-Gerät zu erzielen, sollte der Pitch nicht größer, also nicht unterhalb einer gedachten Geraden sein. Um den gleichen Eindruck zu erzielen, braucht der Pitch aber auch nicht feiner zu sein, also nicht oberhalb der Geraden liegen. Für transparente Displays bedeutet das, dass die Transparenz umso besser ist, je kleiner das aktive Bildelement bezogen auf den Pixel Pitch ist. Desto mehr Freiraum bleibt für den transparenten

Bereich zwischen den Pixeln, der aber auch als Verdrahtungsebene gebraucht wird. Diesem Trend entgegen spricht, eine möglichst große Helligkeit bezogen auf die Gesamtfläche zu erzielen. Ist das Bildelement nur klein, muss es (im Falle von transparenten Pixeln wie beim TFT) sehr durchlässig sein. Bei aktiven Displays wie LED oder OLED muss das Bildelement eine hohe Leistung pro Fläche von Strom in Licht umsetzen. Das hat zur Folge, dass die einzelnen Bildelemente wesentlich stärker gestresst werden und das führt zu einer beschleunigten Alterung.

## Skalierbarkeit

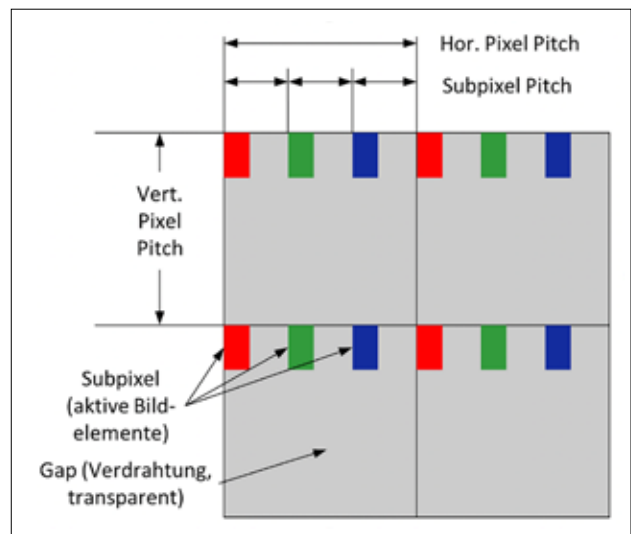
Besonders beim Einsatz in der Digital Signage ist ein einzelnes Display-Modul zu klein. Die Anordnung mehrerer Displays in Matrix-Anordnung vergrößert die Displayfläche. Um den Eindruck zu verstärken, sollten die Nahtstellen unsichtbar, das heißt die Ränder der einzelnen Module möglichst schlank sein. Anders als bei nicht-transparenten Displays können die Ansteuer-Elektronik und die Zuleitungen nicht hinter dem Display direkt versteckt werden.

Mögliche Anordnungen zur Vergrößerung der aktiven Fläche offenbart zum Beispiel das T-OLED. Die Ansteuer-Elektronik, die sich an einer Längsseite eines Displays befindet, wird dabei so angeordnet, dass sie sich außerhalb des Blickfelds befindet. Sie kann auch hinter konstruktiven Elementen, wie zum Beispiel Fensterrahmen, verborgen werden. Geht man von einem Display im Seitenformat 16:9 aus, lassen sich damit nur bestimmte Seitenverhältnisse abbilden, die für die Ansteuerung genutzt werden kann.

## Anwendungen für transparente Displays

Transparente Display haben sich in Europa im Gegensatz zu Asien noch nicht auf breiter Linie durchgesetzt. Ideen für Anwendungen gibt es bereits:

Struktur eines emissiven Displays im Detail



- Trennscheiben zur Wahrung des hygienischen Abstands oder mit steuerbarer Transparenz für Vertraulichkeit
- Frontseiten von Verkaufsautomaten und Tiefkühlshranken für Durchsicht auf das Produkt und gleichzeitige Darstellung von Informationen dazu Vitrinen mit Erläuterung der Exponate
- Infotainment bei Produktpräsentationen, zum Beispiel Fahrzeug-Showroom
- Informationen an Haltestellen von Bus und Bahn: Fahrplan und Lageplan; Fahrpläne und Werbung in Fahrzeugen des öffentlichen Personenverkehrs
- Aufzüge mit Glasfronten, Flanken von Rolltreppen, Fensterfronten, transparente Türen
- Schaufenster von Schnell-Restaurants
- Lenkung von Personenströmen, wo eine Durchsicht gewährleistet sein muss

Dem Design der Inhalte ist besondere Aufmerksamkeit zu widmen. Die Farbe „schwarz“ existiert nicht – dort ist das Display einfach transparent und zeigt den Hintergrund. Um die Transparenz zur Geltung zu bringen, muss der dargestellte Inhalt eher aus schlanken Linien als aus großen Flächen bestehen. Die folgenden Abbildungen zeigen typische Installationen.

## Zusammenfassung

Displays beeindruckten mit ihrer Leuchtkraft, hohen Auflösung und brillanten Farben. Man kann jedoch nicht durch sie hindurchsehen. Dies ermöglichen transparente Displays: Sie erlauben den Durchblick auf das dahinter Liegende. Unterschiedliche Technologien verfolgen verschiedene Ziele: TFT als Lichtventil funktioniert am besten vor einer hell beleuchteten Lichtbox, in der Produkte präsentiert werden; das transparente OLED brilliert mit gleichzeitig sehr guter Transparenz und Emission von Licht durch die OLED-Pixel; die Multicolour-LEDs des transparenten

LED-Moduls sind hell und auch aus großer Entfernung gut ablesbar. So unterschiedlich wie die Technologien sind auch die Anwendungsfälle: Schaufenster zur Warenpräsentation, Fronten von Aufzügen oder Fenster in der Gebäudetechnik, „Augmented Reality“ an der Maschine oder Sicherheit durch Durchsicht im öffentlichen Bereich. Während in Asien Displays allgegenwärtig sind, gibt es in Europa noch viele unterschiedliche Möglichkeiten, diese Technologie einzusetzen. □

Entdecken Sie unsere neue Homepage:

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

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



800-GIGABIT-ETHERNET STEHT VOR DER TÜR

# Optische Datenautobahn

Der Bandbreitenhunger wächst immer schneller. Daher haben viele Enterprise Rechenzentren sich zum Ziel gesetzt, so bald wie möglich auf 400G-Infrastrukturen umzustellen. Große Hyperscaler wechseln bereits auf 800GbE – ein Trend, der schneller als sonst auch große und mittlere Rechenzentren erreichen wird, sodass auf die Anwender eine Fülle an Standards und Steckervarianten zukommt.

TEXT: Harry Jacob, freier Journalist aus Augsburg

BILDER: Rosenberger OSI; iStock, nadla

Auf der OFC 2022 (Optical Fiber Communication Conference and Exhibition) in San Diego stand zwar 400-Gigabit-Ethernet (GbE) im Fokus, aber 800GbE ist bereits auf dem Sprung, was nicht nur die IEEE-Session „Beyond 400G“ belegte. Aussteller wie Accelink, Eoptolink, Infinera, InnoLight Technology, Linktel, Marvell, Source Photonics und Surinno Photonics kamen mit 800GbE-Transceivern nach Kalifornien, unter anderem MultiLane, Keysight Technologies, Spirent Communications und Viavi Solutions haben entsprechendes Test-Equipment präsentiert.

Das ist insofern so bemerkenswert, da sich 400GbE erst im Jahr 2019 kommerziell auf breiter Front durchgesetzt

hatte. Doch die Nachfrage nach Bandbreite steigt immer schneller. Bis 2019 rechneten die Netzwerkbetreiber mit einer jährlichen Wachstumsrate des Netzwerkverkehrs von 25 Prozent. Dann kam Corona – mit Home-Office, Videokonferenzen statt Geschäftsreisen und Streaming-TV statt Kino-Besuchen. So stieg der weltweite Datenverkehr innerhalb von 12 Monaten sogar um 35 Prozent.

## 800GbE-Trend angekommen

In Deutschland nahm der Datendurchsatz am Netzknoten DE-CIX bis 2019 nur langsam zu, in den beiden Pandemie-Jahren dagegen umso mehr: Fast 60 Prozent höher liegt derzeit der mittlere Datendurchsatz im Vergleich

zu den Zahlen vom Jahresbeginn 2020. Auch DE-CIX hatte erst 2019 seine Infrastruktur auf 400Gb-Netzwerktechnik umgestellt. Kaum drei Jahre später kündigte der deutsche Internet-Knoten, an dem 1.100 Netzwerke angeschlossen sind, nun den nächsten Schritt an. Gemeinsam mit Nokia wird der Frankfurter Knoten, der auf 35 Standorte verteilt ist, bis zur Jahresmitte auf 800-Gigabit-Ethernet aufgerüstet.

Für Thomas King, CTO bei DE-CIX, ein wichtiger Schritt, um sich für die Zukunft zu rüsten. Der größte europäische Internet-Knoten, mit einem Datendurchsatz-Peak von 11 Tbps, benötige Hardware der neuesten Generation, um den Kunden zuverlässige und nahtlose





Peering- und Interconnection-Dienste anbieten zu können, betonte King. So werden die Edge-Server mit den neuen Nokia 7750 SR-14-Modellen bestückt. Diese unterstützen 800GbE und sollen auch zur Reduzierung des Stromverbrauchs beitragen.

## Hyperscaler forcieren Umstieg

Das Marktforschungsunternehmen LightCounting geht davon aus, dass bei den fünf größten Cloud- und Hyperscale-Rechenzentrumsbetreibern – Alibaba, Amazon, Facebook, Google und Microsoft – sowohl 200GbE- wie auch 400GbE-Transceiver bereits im kommenden Jahr ihren Höhepunkt erreichen und die Stückzahlen dann wieder

zurückgehen. Noch 2024 würde demnach der Umsatz der Top-5-Kunden mit 800-GbE-Transceivern die Umsätze der beiden vorangegangenen Technologie-Generationen übertrumpfen.

Aber nicht nur die großen Hyperscaler benötigen in Zukunft deutlich mehr Bandbreite. Denn auch in vielen anderen Bereichen werden die Datenmengen steil ansteigen. Leistungshungrige Anwendungen wie Augmented und Virtual Reality (AR/VR), die in den kommenden Jahren zum Beispiel bei Instandhaltung und Wartung in der Industrie zunehmend zum Einsatz kommen, Videoinspektionen per Drohnen, beispielsweise von Windkraftträgern, hohen Türmen und anderen unzugänglichen Gebäude-

teilen, Qualitätskontrolle per Kamera und viele weitere Bewegtbild-Anwendungen werden für erhebliche Datenmengen sorgen, insbesondere wenn auch noch höher aufgelöste Videoformate benötigt werden, wie etwa in der Telemedizin. 5G-Campusnetze, die Sensor- und Maschinendaten an Edge-Server weiterleiten, und 5G Public Networks, die den mobilen Datenzugriff beschleunigen, tragen ebenfalls zur wachsenden Datenflut bei, genau wie datenhungrige KI-Anwendungen, die in immer zahlreichere Lebensbereiche vordringen.

## 800GbE-Technik im Detail

Nach der Verabschiedung des Standards 800GBASE-R durch das Ethernet



Technology Consortium im April 2020 dauerte es weniger als ein Jahr, bis die ersten kohärenten DSP-Chips der fünften Generation vorgestellt wurden. Inzwischen haben eine ganze Reihe von Anbietern entsprechende Transceiver vorgestellt, wie etwa Hitek Systems, Marvell oder Microchip. Die neue DSP-Generation, die erstmals in einem 7-nm-CMOS-Prozess hergestellt wird, zeichnet sich durch viele Innovationen aus.

Mit höheren Daten-Raten (>90Gbaud), der Unterstützung von 800G-Wellenlängen und der flexiblen Anpassung der benötigten Bandbreite ermöglichen sie einen effizienteren Netzwerkverkehr. So können die Netzwerkbetreiber die Kosten pro Bit pro Kilometer senken, und auch der Energiebedarf in Watt pro Bit pro km liegt niedriger als in vorangegangenen Transceiver-Generationen. Zudem können sie flexibler konfigurieren, ob sie eher eine höhere Bandbreite oder eine größere Reichweite benötigen.

### Standardisierung schreitet voran

Die IEEE 802.3 Ethernet Working Group hat die P802.3df Task Force ins Leben gerufen, die Standards für 800-Gbit/s- und 1,6-Tbit/s-Ethernet definieren soll. Davon abgeleitet soll es auch zusätzliche Standardisierungen für die 200- und 400-GbE-Varianten geben.

Die Weiterentwicklung der Ethernet-Technologie ermöglicht einen Leistungszuwachs jeweils auf zwei Wege. Wo bislang 400 Gbit/s über 8 Lanes mit je 50 Gbit/s (bzw. brutto: 56 Gbit/s) möglich waren, können beim 800GbE 8 Lanes mit je 100 Gbit/s (brutto: 112 Gbit/s) genutzt werden. Alternativ ermöglichen die neuen Standards, 2x400GbE zu einem 800GbE-Datenstrom zusammenzufassen. Zugleich wirken sich die Neuerungen auch auf die vorangegangenen Ethernet-Varianten aus. Mit Transceivern neuer Generation wird auch 400GbE mit 4x100Gbit/s möglich. Und die nächsten Schritte stehen

bevor. Im kommenden Jahr soll 1.6TbE realisiert werden, dann mit 200 Gbit/s je Lane (brutto: 224 Gbit/s), die auch ein 800GbE mit 4x200 Gbit/s verwirklichen. Das Normierungsgremium International Photonics & Electronics Committee (IPEC) hat darüber hinaus Ende Januar die Basisspezifikationen für 800G DR8- und 2x400G FR4-Schnittstellen vorgestellt. In der zweiten Jahreshälfte sollen 800G DR- und FR-Standards folgen. Die PMD-Arbeitsgruppe des IPEC (Physical Media Dependent) arbeitet an einer Vielzahl von Netzwerkszenarien, darunter auch die 800G-Übertragung über 500 m, 2 km, 10 km und 80 km.

### Schnittstellen und mehr

Um diese Bandbreitenverbesserungen ohne großen Aufwand nutzen zu können, musste ein einfacher Übergang von Single-Port- zu Dual-Port-400G-Optik im 800G-Formfaktor bereitgestellt werden, der es erlaubt, die installierte Basis von LC- und MTP/MPO-Glasfaseranschlüssen weiter zu nutzen.

Zwei konkurrierende Industrie-Konsortien von Transceiver-Herstellern haben entsprechende Spezifikationen vorgelegt, die auch die Stecker für die Glasfaser-Verkabelung des 800GbE betreffen. OSFP MSA (Multi Source Agreement) hat mit Revision 4.0 im Mai 2021 die Unterstützung von 800GbE mittels Dual-400G und Oktal-100G in seine OSFP Module Specification (aktueller Stand: Rev 4.1) eingefügt. Das Konsortium betont jedoch, dass auch mit der vorangegangenen Spezifikation bereits 800GbE möglich gewesen war. Zugleich starteten die Arbeiten am künftigen 1.6TbE, das mit Rev. 5.0 eingeführt werden soll. Beinahe zeitgleich hatte die QSFP-DD MSA Group ihre Hardware-Spezifikation 6.0 erstmals um den Standard QSFP-DD 800 erweitert, der ebenfalls auf 2x400G oder 8x100G setzt und später mit 200Gb je Lane auf 1,6 Tbit/s erweitert werden soll. So soll der reibungslose Übergang von 400GbE zu 800 GbE und 1.6TbE gewährleistet werden.





electronica

15.–18. November 2022

# Driving sustainable progress.

Die Zukunft schon  
heute erleben.  
Auf der electronica 2022.

**Jetzt Ticket sichern!**

[electronica.de/ticket](https://electronica.de/ticket)

## Diversifikation der Stecker

400 bzw. 800G Anwendungen können auf vielseitige Weise umgesetzt werden. Dadurch steigt auch die Variabilität bei den Steckverbindern. Dieser Trend war bereits bei 400GbE erkennbar und setzt sich auch bei 800GbE-Lösungen fort.

Beim Multimode-Standard 800G-SR8 für kurze Strecken (bis 50 m) wird zum einen die bisherige MPO/MTP-Technik zum Einsatz kommen, wahlweise in der Variante OM4 MPO/MTP 16 mit Schrägschliff (APC8°), oder als Dual MPO/MTP 4+4 (OCTO), mit geradem Schliff (PC0°). Daneben sind jedoch auch die brandneuen Very Small Form Factor (VSFF) Konnektoren wie der MDC oder der SN im Anmarsch. Insbesondere dem MDC (Miniature Duplex Connector) von US Conec, durch den die Portdichte deutlich erhöht und dadurch Platz im Rack eingespart werden kann, wird ein großes Potential für die Zukunft beigemessen. Entwickelt als Media Dependent Interface (MDI) bzw. Optical Interface der neuen SFP-DD und QSFP-DD Transceiver könnte dieser dem Massenstecker LC-Duplex künftig den Rang ablaufen. So die Prognose. Für den Singlemode-Standard 800G-DR8 (bis 2 / 10 km) sind ebenfalls entsprechende MPO/MTP-Varianten zu erwarten.

Mit den Standards 800G-FR8 und 800G-LR8 lassen sich ebenfalls bis 2 / 10 km überbrücken. Hier setzen die Hersteller weiterhin auf LC-Konnektoren, ebenso wie bei 800G-FR4, 800G-ZR und 800G-ZR-Lite. Aus der Reihe fallen 800G-2FR4 und 800G-2LR4, für die Dual-LC-Stecker zum Einsatz kommen, dazu noch in zwei unterschiedlichen Varianten: entweder als Singlemode LC-Duplex (LC-Compact) oder als Dual-Mini-LC, auch unter der Bezeichnung Mini-LC-Duplex zu finden.

## Aktuelles Know-how gefragt

Die Entwicklung von 800GbE ist noch nicht am Ende – weitere Standards sind bereits angekündigt. Die Vergrößerung der Bandbreite mittels höherer Übertragungsgeschwindigkeiten je Lane oder neuen Kombinationen beim Bündeln von Lanes wird zum Teil auch in den Standards für 200GbE und 400 GbE nachvollzogen. Was das für die Infrastruktur heißt, welche Stecker benötigt werden und wie es um die Rückwärtskompatibilität steht, sind wichtige Fragen, die jeweils aktuell beantwortet werden müssen. □





Interview zum Ultra-Low-Power-GPS-Chip

# „Das weltkleinste GPS-Modul“

Präzise Ortungslösungen kämpfen mit Herausforderungen wie Miniatur-Designs, kleine Batterien und problematische Signalumgebungen. Das Ultra-Low-Power-Modul MIA-M10 liefert mit einer winzigen Antenne und einer kleinen Batterie eine anhaltende, zuverlässige Performance und verbessert somit die Leistung intelligenter Geräte, durch lange Batterielebensdauer und hoher Positionsgenauigkeit. Wie das funktioniert, erklärt Kevin Truempi, Senior Product Manager bei U-blox, im Interview.

**DAS INTERVIEW FÜHRTE:** Bernhard Haluschak, E&E **BILD:** U-Blox

## Was sind die Hauptmerkmale des MIA-M10 Moduls?

Die Ultra-Low-Power-Funktion hat einen Stromverbrauch von weniger als 25 mW im kontinuierlichen Tracking-Modus. Der Chip verbraucht 35 Prozent weniger Strom als frühere Generationen. Der Miniatur-Formfaktor punktet mit einem Modul in Chipgröße 4,5 x 4,5 mm x 1,0 mm. Durch die hohe RF-Empfindlichkeit, die die Zeit für eine Positionsbestimmung verkürzt und eine maximale Positionsverfügbarkeit bei gleichzeitigem Empfang von 4 GNSS ermöglicht, erlaubt hochpräzise Positionierung und Verfügbarkeit. Zudem ist das Modul mit der Super-S-Technologie ausgestattet. Sie dient zur Steigerung der Positionsgenauigkeit in Umgebungen mit schwacher Signalverfügbarkeit. Die U-blox M10 Platform ist ideal für kleine batteriebetriebene Anwendungen geeignet. Zusätzlich bietet der Schutzradius 95 Prozent Vertrauen in den maximalen Positionsfehler in Echtzeit, den die Anwendung berücksichtigen kann. Außerdem verfügt der Chip über eine Kompensation schwacher Signale und erlaubt die Verfolgung aller vier globalen GNSS-Konstellationen.

## Warum ist das MIA-M10-Modul die maßgeschneiderte Lösung für Smart-Geräte und Wearables?

Batteriebetriebene Asset-Tracker unterliegen besonderen, voneinander abhängigen Größen-, Leistungs- und Energieeinschränkungen. Da das MIA-M10 nur etwa halb so groß ist wie Konkurrenzprodukte, ermöglicht der Miniaturformfaktor Entwicklern, attraktivere und komfortablere Lösungen zu entwerfen. Das Modul bietet einen extrem niedrigen Stromverbrauch ohne Beeinträchtigung der GNSS-Leistung. Dies ist besonders wichtig, wenn man die Aktualisierungsrate des GNSS-Empfängers betrachtet: Wenn ein Gerät seine Positionsaktualisierungsrate erhöht, zieht der erhöhte Rechenbedarf mehr Strom aus der Batterie, was die Energieautonomie verringert. Ebenso werden kleine Geräte in der Regel mit kleinen Batterien betrieben, was sich ebenfalls negativ auf die Energieautonomie auswirkt. Kleine GNSS-Antennen wirken sich ebenfalls negativ auf die Ortungsleistung aus, ebenso wie eine schlechte Antennenplatzierung. Fitness-Tracking-Geräte, wie zum Beispiel Sportuhren, sind mit kleinen Antennen und Batterien ausgestattet, die eine relativ hohe Aktualisierungsrate von 1-4 Hz erfordern. Das MIA-M10 umfasst auch diverse Energiesparmodi, die die Batterielebensdauer verdoppeln können, indem sie

&gt;

- > Positionsgenauigkeit und Stromverbrauch optimal ausbalancieren. Die Unterstützung des AssistNow GNSS-Dienstes von U-blox, der Orbitaldaten über das Internet liefert, verkürzt die Zeit, die das MIA-M10 benötigt, um seine anfängliche Position beim Start zu bestimmen, so dass er sofort Satelliten verfolgen kann, ohne auf den Abschluss langsamer Satellitendaten-Downloads warten zu müssen. Anwendungen, die eine besonders lange Energieautonomie benötigen, können den CloudLocate-Service von U-blox nutzen, der die Lebensdauer von IoT-Anwendungen verlängert, indem er die energieintensive Positionsberechnung in die Cloud verlagert.

**Für welche Wearables oder Consumer-Geräte eignet sich der MIA-M10 beziehungsweise wird es verwendet?**

Der Ultra-Low-Power-GPS-Chip kann seine Stärken besonders in Anwendungen wie Sportuhren/Fitness-Tracking-Geräte, Handheld-Geräte und gesundheitsbezogene Tracker sowie Tracker für Haustiere, Kinder und Senioren ausspielen.

## „Die U-blox M10 Plattform ist ideal für kleine batteriebetriebene Anwendungen geeignet.“

**Wie wird der extrem niedrige Stromverbrauch erreicht, ohne die Positionierungsleistung zu beeinträchtigen?**

Der MIA basiert auf der neu entwickelten Siliziumplattform M10, die für einen geringen Stromverbrauch ausgelegt ist. Neben Hardware-Verbesserungen haben auch intelligentere Algorithmen dazu beigetragen, noch mehr Strom zu sparen.

**Wie wirkt sich der Miniaturformfaktor (kleinstes GNSS-Modul) auf die Ultra-Low-Power-Funktion aus beziehungsweise ermöglicht sie diese?**

Die Energieeinsparungen werden hauptsächlich durch die neue M10-Plattform ermöglicht. Der kleine Formfaktor ergibt sich daraus, dass MIA auf einer SiP (System in Package)-Technologie basiert, die es ermöglicht, die Komponenten in einem kleineren Gehäuse enger zu platzieren.

**Welche Vorteile bietet der MIA-M10 den Entwicklungsingenieuren?**

Das sofort einsatzbereite GNSS-Modul in Chipgröße erfordert keine externen Komponenten, was den Entwicklungs- und Testaufwand reduziert, Kosten und Ressourcen spart und die Markteinführung beschleunigt. Welche Design-Entscheidungen ermöglichten es U-blox, diesen Meilenstein in Bezug auf Energie, Leistung und Fläche zu erreichen? Um einen so wichtigen Meilenstein zu erreichen, gibt es zwei Bereiche, in denen Verbesserungen erzielt werden können. Einer davon ist die Hardware, die auf unserem eigenen U-blox-Siliziumdesign basiert, wo wir mit der M10-Siliziumplattform einen enormen Sprung in Bezug auf den niedrigen Stromverbrauch gemacht haben. Darüber hinaus konnten wir auch neue Ideen und Optimierungen auf der Firmware-Seite verwirklichen, die eine weitere Reduzierung des Stromverbrauchs ermöglichen. □



WIE AUTONOME FAHRZEUGE MIT EINEM HALL-EFFEKT-SENSOR SICHER ABBIEGEN

# STÖRUNGEN VERMEIDEN

Eine der großen technischen Herausforderungen beim autonomen Fahren ist das genaue Erfassen des Lenkwinkels beim Abbiegen. Herkömmliche Sensoren sind empfindlich auf Magnetfeldstörungen, wie sie in Elektrofahrzeugen (EVs) vorkommen und hauptsächlich durch elektrifizierte Systeme verursacht werden. Dieser Beitrag stellt einen 3D-Positions-Hall-Effekt-Sensor vor, der gegen diese Störungen immun ist.

TEXT: Jens Schubert, TDK-Micronas BILDER: TDK-Micronas; iStock, toonerman

Das Lenksystem eines Fahrzeugs ist ein Mechanismus, der die Richtung der Räder auf der Grundlage des Winkels ändert, in dem das Lenkrad gedreht wird. Servolenkungen unterstützen den Fahrer, indem sie das Einschlagen der Reifen durch eine leichte Berührung des Lenkrads ermöglichen. Früher wurden diese Servolenksysteme hydraulisch betrieben, sind aber heute durch elektrische Servolenkungen (EPS; Electric Power Steering) ersetzt worden, die eine Hydraulikpumpe, Schläuche und einen Antriebsriemen erübrigen. Sie bieten zudem den Kostenvorteil eines geringeren Kraftstoffverbrauchs.

Ein EPS-System besteht aus Elektromotoren, Sensoren und einer elektronischen Steuerung, um die Lenkunterstützung zu gewährleisten. Der Motor treibt ein Getriebe an, das entweder mit der Lenksäule oder der Zahnstange verbunden ist, und die Sensoren messen das Lenkmoment (Lenkkraft) sowie die Drehgeschwindigkeit und Winkelposition des Lenkrads. Das elektronische Steuermodul interpretiert diese Drehmoment-, Geschwindigkeits- und Positionsdaten zusammen mit der Fahrzeuggeschwindigkeit und anderen Fahrwerksdaten, um die Reifen entsprechend einzulenken.

Da EPS-Systeme elektronisch gesteuert werden, können sie Fahrzeuge ohne

Zutun des Fahrers lenken und werden bereits für Parkassistenzsysteme mit automatischer Lenkung und elektronischer Stabilitätskontrolle (ESC) eingesetzt. Außerdem unterstützen die EPS-Systeme den Übergang von Verbrennungsmotoren zu batteriebetriebenen Fahrzeugen. Die in diesen EPS-Systemen verwendeten Lenkwinkelsensoren müssen jedoch sehr genau sein, um das autonome Fahren für den Anwender effektiv und sicher umzusetzen.

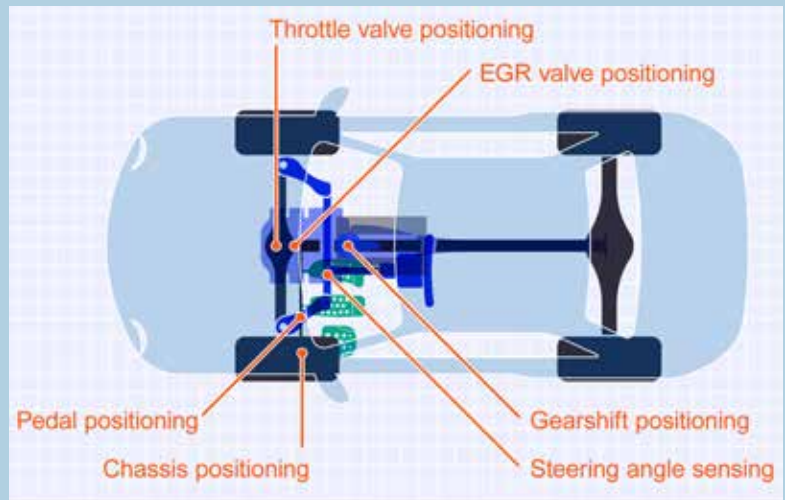
## Fortschritte bei Lenksensoren

In der Regel kommen Hallensensoren für die Lenkwinkelerfassung zum Einsatz, wobei die Stärke oder Änderung von Magnetfeldern gemessen wird. Mit zunehmender Datenverarbeitung und Elektrifizierung in Fahrzeugen stören jedoch die magnetischen Streufelder, die von den eingesetzten E-Motoren

oder Stromleitungen in Hybrid- oder Elektrofahrzeugen erzeugt werden, die Funktion des Sensors. Die Minderung dieser Störung ist daher zu einem immer wichtigeren Thema geworden.



Zu den Anwendungen des HAL 39xy zählen neben der Lenkwinkel- auch die Positionserfassung an verschiedenen Stellen im Fahrzeug, wie etwa Pedale, Ventile und Gangwechsel.



TDK geht diese Herausforderung mit dem Sensor HAL 39xy an, der Streufelder kompensiert. Der Sensor basiert auf der patentierten 3D-HAL-Pixelzellentechnik von TDK, die dazu beiträgt, Magnetfelder genau zu messen und

gleichzeitig unempfindlich gegenüber Streufeldern zu sein. Der kompakte 4-in-1-Sensorchip unterstützt Linear-messung, die Messung von zwei Rotationspositionen bis zu 180 und 360° sowie 3D-Magnetfeldmessungen in x-, y- und z-Achse. Der Sensor verwendet dabei unterschiedliche Anordnungen von Hall-Platten innerhalb des Chips, um die Leistungsfähigkeit in jedem Modus zu optimieren.

Da alle vier Modi in einem einzigen Baustein integriert sind, bietet der Sensor klare Vorteile für Entwickler, da sie nur ein Bauteil statt vier qualifizieren müssen.

Der Sensor unterstützt verschiedene digitale Schnittstellen für fahrzeuginterne Netzwerke, einschließlich SENT/PSI5 und Short PWM Code (SPC). SPC ist eine Erweiterung des Standard-SENT-Protokolls gemäß SAE J2716. Es

ermöglicht die Datenübertragung basierend auf einem Triggerimpuls, der von einer externen ECU gesendet wird und

unterstützt Punkt-zu-Punkt-Verbindungen sowie einen Single-Wire-Bus-Modus mit bis zu vier Sensoren. Der HAL 39xy ist ein ASIL-B-fähiger SEooC-Sensor (Safety Element out of Context), der gemäß ISO 26262 entwickelt wurde, um funktionale Sicherheit zu unterstützen. Der Sensor kommt bereits in Lenkwinkelerfassungssystemen für autonome Fahrzeuge zum Einsatz.

## Weitere Sensoranwendungen

Darüber hinaus werden derzeit Lösungen wie die Lenkwinkelerfassung in Steer-by-Wire-Systemen für den praktischen Einsatz entwickelt, die eine natürliche Ergänzung zum fortschrittlichen autonomen Fahren sind. Steer-by-Wire beseitigt die mechanische Verbindung zwischen dem vom Fahrer gesteuerten Lenkrad und dem Einschlagen der Reifen. Stattdessen wird die Lenkung über elektrische Signale umgesetzt. Darüber hinaus kann der HAL 39xy noch mehr X-by-Wire-Systeme unterstützen, wie Brake-by-Wire und Shift-by-Wire (Bremsen und Gangwechsel). Die 3D-Sensoren eignen sich auch für zahlreiche andere Anwendungen, u.a. für alle Arten

von Ventilen und Stellgliedern, Wähl- und Schaltehebeln, Pedalpositionserkennung, Positionserkennung in Getrieben oder zur Fahrgestellpositionserkennung. □





WEITERENTWICKELUNGEN BEI RELAIS, UM DIE HERAUSFORDERUNGEN  
FÜR INTELLIGENTE GEBÄUDE ZU MEISTERN

## Perfekter Schalter für Energiespeicher

Die Welt verändert sich schnell, und wir stehen als Gesellschaft vor großen Herausforderungen. Dazu gehören das Erreichen der Kohlenstoff-/Klimaneutralität, die Verwirklichung einer digitalen Gesellschaft und eine verlängerte gesunde Lebenserwartung.

**TEXT:** Steve Drumm und Yoshiaki Anai, Omron Electronic Components

**BILDER:** Omron, iStock, Shenki



Das Leistungsrelais G9KB bietet bidirektionale Hochleistungs-Gleichstromschaltungen für die nächste Generation erneuerbarer Batteriespeichersysteme (BESS) für Haushalte und DC-Wallboxen für Elektrofahrzeuge (EV).



Omron ist davon überzeugt, dass die Elektronikindustrie einen großen Beitrag zur Bewältigung dieser Herausforderungen leisten kann. Präsident und CEO Yoshihito Yamada erläuterte die Rolle, die das Unternehmen bei der Verkündung seiner SF2030-Vision des Unternehmens spielen kann. In diesem Artikel untersuchen wir die verfügbaren Lösungen für die Umstellung der Energiequellen, ein Element dieser Vision. Diese Schaltlösungen werden die Nutzung erneuerbarer Energien vereinfachen, die Einführung sauberer Technologien wie EV fördern und den Energieverbrauch insgesamt senken.

## Solarmodule und Ladestationen für E-Fahrzeuge

Der Markt für Systeme zur Erzeugung erneuerbarer Energien in Haushalten wandelt sich von einem Einspeisetarifmodell (FIT), bei dem ungenutzte ("überflüssige") Energie aus Solarmodulen in das Stromnetz eingespeist wird, zu einem Eigenverbrauchssystem oder einem größeren Energiespeichersystem (ESS), das die Netzabhängigkeit verringert und die optimale Nutzung von emissionsarmem oder -freiem Strom erleichtert.

Eine Reaktion darauf ist zum Beispiel das neue Power-Relais G9KB. Es leistet bidirektionale Hochleistungs-Gleichstromschaltungen für die nächste Generation erneuerbarer Batteriespeichersysteme (BESS) für Privathaushalte und Gleichstrom-Wallboxen für Elektrofahrzeuge (EVs). In Anwendungen dieser Art kann es zwei unidirektionale Standardrelais ersetzen, um ein zuverlässiges und sicheres Umschalten zwischen dem Laden und Entladen von Strom aus Speichergeräten zu ermöglichen. Das bidirektionale Relais kann in einem Power Conditioner eingesetzt werden, um eine stabile Stromabgabe von einer Batterie zu gewährleisten, und es ist besonders vorteilhaft für erneuerbare Energiesysteme in Haushalten: zum Beispiel, wenn Strom aus Sonnenkollektoren zum Aufladen eines Elektrofahrzeugs verwendet wird.

Das G9KB (DC 600 V/50 A) verfügt über Omrons ungepolte Lichtbogenlöschungstechnologie (CAE), die den Lichtbogen mithilfe der Magnetkraft eines in der Nähe des Kontaktpunkts

platzierten Permanentmagneten 'streckt'. Dadurch eignet sich das Relais für die nächste Generation von Vehicle-to-Home- (V2H) und Vehicle-to-Grid- (V2G) Ladesystemen. In einem V2H-System ermöglicht das Relais die Nutzung einer EV-Batterie als Stromquelle für ein Haushaltsstromsystem, wenn die Solarzellen keinen Strom erzeugen. In einem V2G-System hingegen kann die gespeicherte Energie in das Netz eingespeist werden. Für diese Anwendungen wurde außerdem ein DC-Leistungsrelais mit geringem Platzbedarf auf den Markt gebracht, das ohne Leistungseinbußen Platz auf der Leiterplatte spart: Ein einzelnes G5PZ-X-Relais mit einer Größe von nur 15,2 mm (B) x 26,4 mm (L) deckt

## OGN für THR

### Offener Sicherungshalter für Through-Hole-Reflow

- Verfügbar für all ihre Montagefälle in THT, SMT und THR
- Geeignet für vollautomatische PCB Bestückung
- Reflow beständig und kleine Bauhöhe





Der innovative Schaltkontakt des G5Q-Relais vervierfacht die Lebensdauer.

200 VDC/20 A ab. Zwei dieser Relais können jedoch in Reihe geschaltet werden, um Ströme bis zu 400 VDC/20 A zu schalten.

## Relais für Gebäudeautomationssysteme

In typischen Gebäudeautomationssystemen sind die Lasten sehr unterschiedlich und umfassen Heizung, Klimatisierung, Beleuchtung und andere Elemente. Neueste angewandte Technologien stellen auch neue Anforderungen an die Relais. Eine Reihe von Plattformrelais erfüllen alle unterschiedlichen Anforderungen eines Gebäudeautomationssystems. Die G5Q-Familie bietet beispielsweise verschiedene Spezifikationen mit demselben PCB-Layout, um unterschiedliche Schaltanforderungen zu erfüllen. Wie bei anderen Bauteilklassen auch sind Relaishersteller gefordert, ihre Komponenten kompakter zu gestalten. Früher waren Designs mit einer Länge von fast 30 mm durchaus akzeptabel - heute nicht mehr. Das G5Q ist daher nur 20 mm lang, 15 mm hoch und 10,3 mm tief, bietet aber eine hohe Spezifikation.

Spezifische Anwendungen haben ihre eigenen Herausforderungen. So erzeugen beispielsweise LED-Beleuchtung, Wasserpumpen und kapazitive Eingangsfiler mit Leistungsfaktorkorrektur hohe Einschaltströme, die in der Regel Mikrosekunden lang sind. Dadurch werden die Relaiskontakte extrem belastet. Wenn Relaiskontakte miteinander verschweißen, wird das Relais und damit das Gerät zerstört. Der Typ G5Q-1A4-EL2 wurde für kapazitive Einschaltströme im  $\mu\text{s}$ -Bereich entwickelt. Dieses Relais ist vollständig gekapselt und kann Einschaltströme von 40 A/100  $\mu\text{s}$  und Nenn-Ausschaltströme von 1 A/250 V AC bis zu 100.000 Mal schalten. Außerdem entspricht es der UL508 TV3 (Einschaltströme von 51 A). Dies wurde durch eine neue Form der Kontaktfedern erreicht, deren Federkraft auf die Spulenleistung von 400 mW optimiert ist. Dies unterdrückt schädliches Kontaktprellen und Lichtbogenbildung und trägt nachhaltig zur Erhöhung der Relais-Lebensdauer bei.

## PWM-gesteuerte und bistabile Relais

Da Relais selbst Strom verbrauchen, ist Systementwicklern die Reduzierung dieser Leistungsaufnahme ebenfalls ein Anliegen. Hauptursache dafür ist der "Spulenhaltestrom", der benötigt wird, um den Relaiskontakt geschlossen zu halten, wenn der Stromkreis unter Spannung steht. Die Relais G2RL, G5Q and G5NB unterstützen eine Pulsweitenmodulation (PWM) des Haltestroms, wodurch das Tastverhältnis und damit der durchschnittliche Strom reduziert werden. Sie bieten eine um circa 50 Prozent niedrigere Spulenleistung als vergleichbare Standardversionen. Dies senkt den gesamten Stromverbrauch und damit die Wärmeentwicklung im Relais, verbessert den Wirkungsgrad und verringert die Wärmebelastung, insbesondere bei Anwendungen, bei denen mehrere Relais gleichzeitig eingesetzt werden. Alle drei Relais-Familien sind ebenfalls optional in den IEC/EN 60335-1 konformen Versionen erhältlich.

Bei bistabilen Relais entfällt die Notwendigkeit eines Haltestroms für die Spule gänzlich. Das bistabile 16A-Relais G5RL-K-EL beispielsweise ist nach IEC60669-1 zugelassen und weist eine hohe Einschaltstrombelastbarkeit von bis zu 255 A (Kondensator 140  $\mu\text{F}$ ) aus. Damit eignet es sich ideal für anspruchsvolle Schaltungsumgebungen mit stark schwankenden Lasten. Das Bauelement ist auch mit der internationalen Sicherheitsnorm für elektrische/elektronische Haushaltsgeräte (IEC60335-1) kompatibel.

## Fazit

Elektromechanische Leiterplattenrelais sind beliebt, weil sie zuverlässig und sicher sind, eine hohe Isolierung bieten und kostengünstig sind. Relaishersteller haben sich den Herausforderungen neuer Anwendungen gestellt und neue Lösungen entwickelt. Auf diese Weise helfen sie Kunden, Systeme zu liefern, die eine nachhaltige, energieeffiziente Welt für uns alle schaffen. □

## Effiziente und nachhaltige Leistungselektronik

### EMBEDDED-SYSTEME

Batterielaufzeit verlängern S. 52

### BUSINESS-PROFIL

Hy-Line Power Components S. 56

### BUSINESS-PROFIL

Fischer Elektronik S. 57

### LEISTUNG SATT

Effiziente Energiequellen mit Power S. 58

### BUSINESS-PROFIL

Mersen Electrical Power S. 61

### BUSINESS-PROFIL

Mitsubishi Electric S. 62



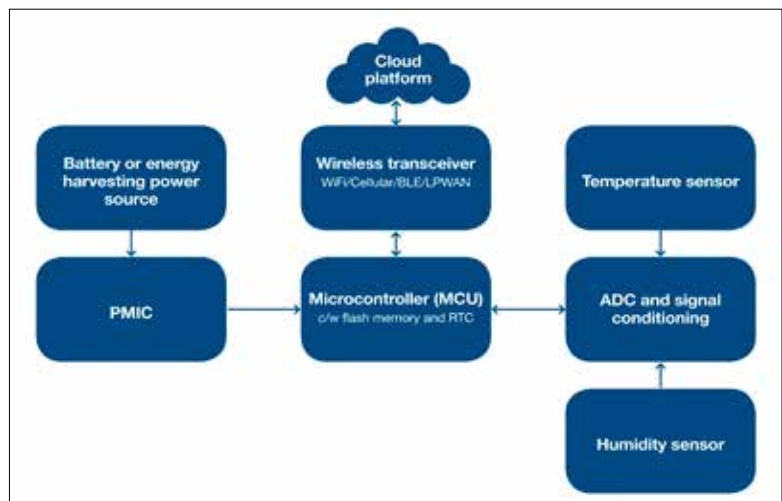
LEISTUNGSELEKTRONIK IN EMBEDDED-SYSTEMEN

## Batterielaufzeit verbessern

Als Verbraucher prüfen wir beim Kauf eines batteriebetriebenen Geräts in der Regel zuerst, wie lange es mit einer einzigen Batterieladung durchhält. Die Batterielaufzeit ist bei vielen tragbaren Geräten mittlerweile ein wichtiges Kaufkriterium, aber auch für die stark wachsende Zahl industrieller IoT-Sensoren und anderer ähnlicher Anwendungen ist sie ein wichtiger Faktor.

TEXT: Mark Patrick, Mouser Electronics

BILDER: Mouser; Nordic Semiconductor; iStock, peepo



Der vereinfachte Funktionsaufbau eines typischen IoT/IIoT-Sensors

Eine längere Batterielaufzeit lässt sich nicht einfach durch eine größere Batterie erreichen, denn physische Größen und Abmessungen setzen praktische und auch optische (Design-) Grenzen. Entwickler von Embedded-Systemen müssen sich daher eingehend mit dem Stromverbrauchsprofil ihrer Anwendung befassen, um sowohl den Strombedarf in Echtzeit als auch die Faktoren, die den Stromverbrauch beeinflussen, vollständig zu verstehen. Dieser Beitrag befasst sich mit der Ermittlung des Stromverbrauchsprofils eines IIoT-Sensors und den praktischen Schritten, die Entwickler unternehmen können, um den Stromverbrauch zu senken.

## Unsere batteriebetriebene Welt

Das gelegentliche Auswechseln der Batterie eines drahtlos verbundenen Thermostats oder Sicherheitssensors, der in unserem Haus verwendet wird, mag für uns eine kleine Unannehmlichkeit sein. Es dauert nur ein paar Minuten und kostet nur wenig. In den meisten Fällen informiert uns das Gerät über eine Smartphone-App, dass die Batterie ausgetauscht werden muss. Bei einem Rauchmelder zum Beispiel ist eine Benachrichtigung besonders wichtig, um die Funktion des Sensors immer zu gewährleisten.

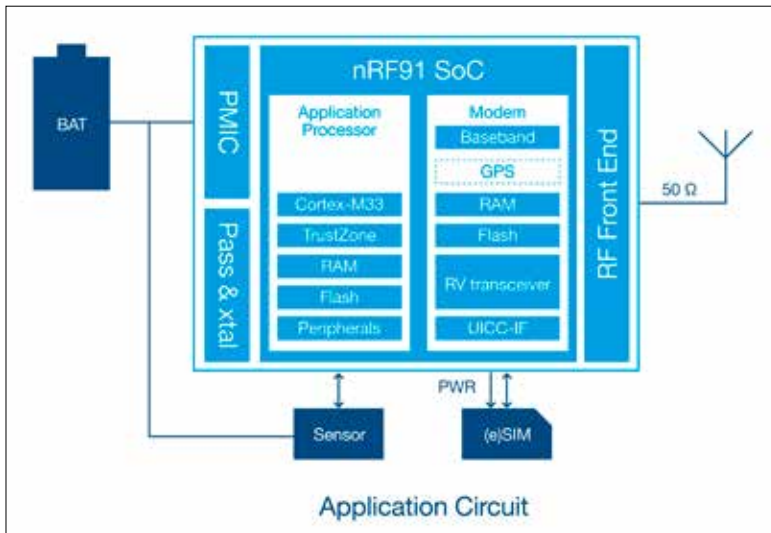
Doch die Sache sieht anders aus, wenn wir an die Aufgabe denken, den Batterie-

wechsel von Hunderten von Industriesensoren zu verwalten, die sich an mehreren entfernten Standorten befinden. Der Batteriewechsel selbst mag zwar nur ein paar Minuten dauern, aber die Fahrt zu jedem Standort, das Auffinden der einzelnen Sensoren und die Fahrt zum nächsten Sensor kann zu einer teuren Vollzeitaufgabe werden. Dieses so genannte „Truck Roll“ ist zu einem versteckten und kostspieligen Aspekt jeder IIoT-Einführung geworden.

Damit die Auswirkungen von häufigen Batteriewechseln gemildert werden können, müssen die Hersteller von batteriebetriebenen Geräten wissen, wie ihr Produkt während des Betriebs Strom verbraucht. Anhand dieser Informationen lässt sich die voraussichtliche Batterielaufzeit berechnen. Dieser Ansatz ist auch ein wichtiger erster Schritt, um die Batterie durch eine alternative Energiequelle, wie etwa durch eine Solarzelle, zu ersetzen.

Ein Beispiel ist der Einsatz von Energy-Harvesting-Technologien, bei denen Energie in einem Superkondensator gespeichert wird. Als potentielle Energiequellen kommen Vibrationen, Sonnenenergie und Wärme in Frage. Eine eingehende Untersuchung des Stromverbrauchsprofils und des Arbeitszyklus des Geräts zeigt, ob genügend Energie gewonnen und gespeichert werden kann, um einen kontinuierlichen Betrieb zu gewährleisten.





Das hochintegrierte zellulare drahtlose Transceiver-Mikrocontroller-SiP nRF9160

## Batteriebetriebener Sensor

In der Abbildung ist der funktionale Aufbau eines drahtlos vernetzten, batteriebetriebenen Temperatur- und Feuchtigkeitssensors zu sehen. Dieser Aufbau ist typisch für viele IoT/IIoT-Geräte, die zur Messung und Meldung verschiedener Umweltparameter verwendet werden. Beim Sensorbetrieb führt der Mikrocontroller (MCU) die folgenden Schritte durch:

- Aufwachen aus dem Sleep-Modus
- Abfragen der Temperatur- und Luftfeuchtigkeitswerte von den Sensorelementen
- Paketieren der Sensordaten in ein Nachrichtenprotokollformat
- Herstellen einer Verbindung zu einem Wireless Access Point durch den drahtlosen Transceiver
- Übertragen der Daten an das Hostsystem
- Versetzen des gesamten Geräts in den Sleep-Modus

Die Stromregelung und Umwandlung der Batteriespannung erfolgt über einen Power Management IC (PMIC); weitere Schaltkreise sorgen für die Messung von Spannung und Strom. Diese Daten können mit den Sensordaten an die Host-Anwendung weitergegeben werden.

Hochintegrierte drahtlose System-on-Chip (SoC)-Mikrocontroller verfügen über sehr viele Funktionen. Ein Beispiel

ist das zellulare System-in-Package (SiP) nRF9160 von Nordic Semiconductor. Zur Fertigstellung eines Designs sind nur die Sensoren und die zugehörigen Komponenten für die Signalkonditionierung erforderlich. Auf dem Datenblatt des Bauelements sind die einzelnen Stromverbrauchsparameter des Mikrocontrollers und des drahtlosen Transceivers in den verschiedenen Sleep-Modi angegeben. Der drahtlose Transceiver wird unabhängig gesteuert und bietet so die Möglichkeit zur Verwaltung seines Verbrauchsprofils. So kann die integrierte Firmware etwa sicherstellen, dass der drahtlose Transceiver nur bei Bedarf aktiviert wird. Einige der Peripheriegeräte des Mikrocontrollers können während dieses Vorgangs in den energiearmen sogenannten Sleep-Modus versetzt werden und dadurch das Gesamtverbrauchsprofil deutlich senken.

## Messung des Stromverbrauchs

Für die Abschätzung der Batterielaufzeit eines Sensors muss der laufende Stromverbrauch eines Geräts sorgfältig analysiert werden. Wenn ein Durchschnittsverbrauch ermittelt wurde, kann das Entwicklungsteam einige Maßnahmen testen, um die theoretisch vorhergesagte Batterielaufzeit zu verbessern. Hierzu können folgende Maßnahmen gehören:

- MCU und drahtlosen Transceiver sorgfältig aufeinander abstimmen.

- Abschaltung von Peripheriegeräten, wenn sie nicht benötigt werden.
- Änderung des vorgegebenen Arbeitszyklus des Geräts.
- Testen verschiedener Sleep-Modi.
- Drosselung des MCU-Takts, wenn keine Daten verarbeitet werden.

Eine präzise Messung des Stroms mit einem so hohen dynamischen Bereich ist jedoch komplex und übersteigt häufig die Möglichkeiten eines typischen Digital-Multimeters (DMM).

Der fließende Strom wird normalerweise mit dem Ohm'schen Gesetz berechnet, wobei der Spannungsabfall über einen Querwiderstand (Shunt) gemessen wird. Der Spannungsabfall über dem Querwiderstand – die so genannte Bürdenspannung – reduziert die von der Last gelieferte Spannung. Für erkennbare, genaue Strommessungen im niedrigen  $\mu\text{A}$ -Bereich muss die Bürdenspannung ausreichend hoch sein, damit das DMM sie messen kann, ohne die Versorgung so weit zu reduzieren, dass sie ein fehlerhaftes Verhalten des zu prüfenden Geräts verursacht. Hinzu kommt, dass der Prüfling dynamisch arbeitet und sofort von niedrigen  $\mu\text{A}$ - zu mA-Werten wechselt. Bei typischen SoC-Versorgungsschienen von 1,8 V oder 3,3 V würde die Änderung der Bürdenspannung zu Brownout-Resets des zu prüfenden Geräts während des Betriebs führen.

**Stromverbrauch des Mikrocontrollers nRF9160 in verschiedenen Sleep-Modi**

Sleep					
Symbol	Description	Min.	Typ.	Max.	Units
I <sub>MCUOFF0</sub>	MCU off, modem off, no RAM retention, wake on GPIO and reset		1.4		µA
I <sub>MCUON0</sub>	MCU on IDLE, modem off, RTC off		1.8		µA
I <sub>MCUON1</sub>	MCU on IDLE, modem off, RTC off		2.2		µA
I <sub>MCUON2</sub>	MCU on IDLE, modem off, wake on GPIOTE input (event mode, LATENCY=LowLatency)		600.3		µA
I <sub>MCUON3</sub>	MCU on IDLE, modem off, wake on GPIOTE input (event mode, LATENCY=LowPower)		17.8		µA
I <sub>MCUON4</sub>	MCU on IDLE, modem off, wake on GPIOTE input (port event)		1.8		µA
I <sub>RAM</sub>	RAM retention leakage current of a 32kB block		0.10		µA

Für diese speziellen Anforderungen gibt es einige Präzisionsmessgeräte. Diese teuren Geräte verwenden jedoch Relaischaltungen, um die Werte des Querwiderstands während des Betriebs zu ändern, aber der damit verbundene Zeitaufwand führt selbst bei Halbleiterschaltungen zu einer Verschlechterung der Messdetails und der Genauigkeit. Um das Problem der Messungen im hochdynamischen Strombereich zu lösen, haben die Hersteller Power-Profiling-Tools entwickelt, die den Verbrauch in Echtzeit genau messen und aufzeichnen. Beispiele hierfür sind das Power Profiler Kit 2 (PPK) von Nordic Semiconductors und das Otti Arc von Qoitech.

## Power Profiler 2

Das USB-Powered Power Profiler Kit 2 (PPK) von Nordic Semiconductor mit USB-Stromversorgung bietet einen Messbereich von 200 nA bis 1 A mit einer bereichsabhängigen Auflösung zwischen 100 nA und 1 mA. Es kann in einem Source-Modus arbeiten, bei dem es die Spannung des zu prüfenden Geräts liefert, oder in einem Amperemeter-Modus, bei dem es ausschließlich den Strom misst. Das PPK bietet einen per Software konfigurierbaren Ausgang von 0,8 VDC bis 5 V mit maximal 1 A. Die Fähigkeit zur Strommessung in Echtzeit beträgt 100 kS/s. Das Gerät schaltet automatisch zwischen fünf Strom-

messbereichen um und gewährleistet dadurch eine optimale Auflösung.

Die PC-basierte Power-Profiler-App stellt eine Verbindung zum PPK her und bietet die Schnittstelle zur Konfiguration des PPK und zur Aufzeichnung von Messdaten. Das PPK2 bietet zudem eine Reihe digitaler GPIO-Pins für den Anschluss an das zu prüfende Gerät, um bestimmte Funktionen zu steuern, oder an einen Logik-Analysator, um die Strommessungen mit dem Anwendungsprogramm des zu prüfenden Geräts zu synchronisieren.

## Qoitech Otti

Das Otti Arc von Qoitech ist ein kompakter, tragbarer und vielseitiger Stromanalysator, der mit einer Auflösung von über 50 nA in acht Stufen messen kann, von einigen zehn Nanoampere bis 5 A. Das Otti Arc kann als Konstantspannungs- oder Stromquelle und als Stromsenke konfiguriert werden. Mit der Stromsenke lassen sich verschiedene Batterien und Anwendungsszenarien bis maximal 2,5 A emulieren und profilieren. Die Abtastrate des Arc beträgt 4 kS/s. Das Gerät kann über den USB-Anschluss des Host-Computers oder über eine externe Stromversorgung betrieben werden.

Die Otti Arc-Software enthält alle Funktionen, um den Betrieb der Strom-

messquelle und -senke zu konfigurieren und den Stromverbrauch des zu prüfenden Geräts aufzuzeichnen. An der Vorderseite befinden sich GPIO-Pins, mit denen logische Zustände verfolgt und der Betrieb des zu prüfenden Geräts zu Analysezwecken gesteuert werden kann.

## Power Profiling für Ihr Design

Wenn Sie die Batterielaufzeit maximieren möchten, müssen Sie das Stromverbrauchsprofil Ihres Geräts genau kennen. Der durchschnittliche Stromverbrauch hilft bei der Abschätzung der Batterielaufzeit, aber Spitzenwerte können den Durchschnitt während des normalen Betriebs stark beeinflussen. Bevor Sie mit der Optimierung der Firmware des Geräts beginnen können, müssen Sie ein Stromverbrauchsprofil über den gesamten Betriebszyklus des Geräts erstellen.

Die beiden vorgestellten Messsysteme sind in der Lage, extrem niedrige Stromwerte mit einem hohen dynamischen Bereich zu messen. Sie sind in der Lage, die gemessenen Daten aufzuzeichnen und auf einer mit der Firmware des Geräts synchronisierten Zeitachse darzustellen. Anhand dieser Informationen können Embedded- und Hardware-Entwickler damit beginnen, den Programmcode zu untersuchen, um Möglichkeiten zur Senkung von Stromspitzen zu ermitteln. □



### Anschrift

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

### Gründungsjahr

1988

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

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



[www.hy-line-group.com/power-showroom](http://www.hy-line-group.com/power-showroom)

### Zielmärkte

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

### Dienstleistungen

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

### Präsenz

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

### Lagerstandort

Unterhaching bei München

### Qualitätsmanagement

ISO 9001-zertifiziert

### Firmenphilosophie

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

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

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

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

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



# fischer

## elektronik

kühlen schützen verbinden

### Anschrift

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

### Firmenbeschreibung

Bereits seit 1968 ist Fischer Elektronik ein vielseitiger und flexibler Hersteller von mechanischen Elektronikkomponenten am Standort Deutschland. Man beschäftigt am Hauptsitz in Lüdenscheid in Nordrhein-Westfalen und in den Verkaufsbüros mehr als 400 Mitarbeiter, denen hochmoderne Produktionsanlagen, Betriebsmittel und Verwaltungstools zur Verfügung stehen. Mit eigenen Verkaufsbüros in Österreich, der tschechischen Republik sowie der Slowakei sichert sich Fischer Elektronik den Zugang in interessanten Märkten im Osten Europas.

Aufgrund eines engmaschigen Vertriebsnetzes im In- und Ausland ist es möglich, die Produkte weltweit in mehr als 90 Länder zu verkaufen. Namhafte Branchen- und Marktführer haben Fischer Elektronik Produkte einedesigned. Mit mehr als 17.000 Kunden der Elektro- und Elektronikindustrie ist Fischer Elektronik eine echte Brand für mechanische Elektronikkomponenten, die auch in den Katalogen der wichtigsten international tätigen Katalogdistributoren zu finden ist. Das Herstellungsprogramm umfasst Kühlkörper und Systeme für die Halbleiterentwärmung, thermische Transfermaterialien wie Folien, Kleber und Pasten, Steckverbindungen rund um die Leiterplatte sowie ein komplettes 19" Aufbausystem und systemunabhängige Gehäuselösungen. Die Varianz der Standardartikel unter Berücksichtigung verschiedener Oberflächen, Polzahlen und Längen beträgt weit mehr als 80.000 Einzelartikel, die man in dem am Markt bekannten dreiteiligen Produktkatalog und unserer Website wie-

derfindet. Durch frühe Beteiligungen an Forschungsprojekten und in Entwicklungsverbänden steht man in der ersten Reihe bei Kunden aus den Gebieten E-Mobilität, erneuerbare Energien, LED-Lighting und Brennstoffzellen. Die Stärke des Unternehmens liegt zum einen in der Vorhaltung eines Lagers für mehr als 680 verschiedene Aluminium-Kühlkörperprofile, die in einem rund 3.200 Tonnen fassenden Hochregal-Wabellagereine eine schnelle Versorgung unserer Kunden garantiert. Zum anderen besteht die Möglichkeit, aus den Standards spezielle, kundenspezifisch bearbeitete Lösungen generieren zu können, die in puncto Stückzahl, Qualität und Preis den hohen Kundenanforderungen entsprechen. Ein hohes Maß an Qualitäts- und Umweltbewusstsein sowie die Fokussierung auf die Wünsche und Belange der Kunden gehören zur Unternehmensphilosophie. Der Zertifizierungsstand nach ISO 9001, ISO 14001, ISO 27001 und AEO-C zeugt hiervon. □



MEHR ENERGIE AUS FESTKÖRPERBATTERIE HERAUSHOLEN

# Leistung satt

Batterien mit möglichst viel Energie sind vor allem für Elektrofahrzeuge gefragt. Das Fraunhofer IPA arbeitet im Rahmen des Forschungsprojekts "SOLIST – Solid state rechargeable accumulator launch" an Festkörperbatterien (FKB), die mit 700 Wattstunden pro Kilogramm eine fast doppelt so große Energiedichte haben sollen wie heutige Lithium-Ionen-Batterien.

TEXT: Fraunhofer IPA BILDER: Fraunhofer IPA; iStock, BabySofja

Die gegenüber herkömmlichen Zellen erhöhte Energiedichte wäre ein Meilenstein in der Elektromobilität der nächsten Generation. Darüber hinaus soll ein massentaugliches, kostengünstiges Produktionskonzept für FKB-Zellen entwickelt werden, um eine schnelle Umsetzung und Skalierung der Ergebnisse in eine industrielle Serienfertigung zu ermöglichen. Digitale Zwillinge helfen dabei, bestehende Hürden für die Massenproduktion aus dem Weg zu räumen.

Ein Ziel von SOLIST ist es, diese Industrialisierung mit den Konsortialpartnern in Baden-Württemberg vorzubereiten beziehungsweise die erforderlichen Kompetenzen aufzubauen. Damit kann Baden-Württemberg durch die Umsetzung des Projekts eine führende Rolle in dieser zukunftsweisen- den Technologie erreichen.

## Lithium-basierter Festkörperelektrolyt

Festkörperbatteriezellen enthalten im Gegensatz zu einer Lithium-Ionen-Batterie keine Flüssigkeit als Elektrolyt, sondern einen keramischen oder sulfidischen, also schwefelhaltigen Festkörperelektrolyt. Auch Polymerelektrolyte sind eine Option. Heutzutage werden Festkörperbatterien überwiegend mit Lithium als Anode aufgebaut, was besondere Herausforderungen an die Montageumgebung mit sich bringt. Damit das Material nicht mit dem Sauerstoff oder der Feuchtigkeit aus der Luft reagiert, sind neben einer kostspieligen Trockenraumbedingung teils zusätzliche gekapselte





Anwendungsbeispiel Rohstoffaufgabesystem bei der VARTA Consumer Batteries GmbH & Co. KGaA im Überblick.

Produktionsbereiche mit einem Schutzgas wie Argon notwendig. Forscherinnen und Forscher vom Fraunhofer IPA untersuchen deshalb, wie Festkörperbatterien unter moderaten Bedingungen gefertigt werden können. Ein vielversprechender Ansatz ist dabei die In-situ-Abscheidung des Lithiummetalls. Dabei bilden die in der Kathode vorhandenen Lithium-Ionen beim ersten Ladevorgang eine Schicht auf dem Ableiter der negativen Elektrode. Versuche sollen zeigen, mit welchem Ableitermaterial die In-situ-Anodenbildung am besten gelingt.

### Digitaler Zwilling simuliert Fertigung

Um herauszufinden, welche der vielen Parameter für die Fertigung am geeignetsten sind, ist es bisher erforderlich, umfangreiche Versuchsreihen durchzuführen – und zwar nicht nur im Labor, sondern auch unter skalierbaren industriellen Produktionsbedingungen. Der Materialverbrauch wäre dabei erheblich und jede Modifikation würde sich auf weitere Schritte in der Prozesskette auswirken. Eine elegantere Lösung ist der Digitale Zwilling. Er assistiert dem Mitarbeiter in der Produktion mithilfe seiner Überwachungs-, Analyse- und Vorhersagefähigkeiten.

Beim Digitalen Zwilling handelt es sich um ein virtuelles Abbild einzelner Prozessschritte oder ganzer Fertigungslinien, das kontinuierlich mit zusätzlichen Betriebsdaten angereichert wird. Der Digitale Zwilling unterstützt Ingenieure dabei, das zukünftige Verhalten der Fertigung bei verschiedenen Parametrierungen zu simulieren und deren Auswirkungen



In dem Forschungsprojekt »DeMoBat« entwickelt ein Forschungsteam vom Fraunhofer IPA einen Industrieroboter, der die ausgedienten Batterien von Elektroautos sortenrein demontiert. Dazu muss er zunächst einmal das Gehäuse aufschrauben.

im Voraus zu bewerten. Gefüttert mit umfangreichen Datenquellen aus der Produktion, trifft der Digitale Zwilling Aussagen über die Effizienz einzelner Prozessschritte, aber auch über die Auswirkungen unterschiedlicher Verarbeitungsparameter auf die zu erreichende Qualität der Zwischenprodukte, Prozesszeiten und deren Stabilität. So lässt sich mit dem Digitalen Zwilling beispielsweise auf dem Computer des Bedieners bestimmen, wie die Bearbeitungsschritte für eine Elektrode aussehen müssten, damit sie am Ende elastisch genug ist, um sich wickeln zu lassen. Nach der Implementierung ist der Digitale Zwilling mit dem Produktionsschritt synchronisiert und wird kontinuierlich mit aktuellen Daten aus der Fertigung gespeist. Er überwacht nun, wie stabil die Produktion läuft und wird zum integralen Bestandteil des Qualitätsmanagements.

### Rundzellen im Format 21700

Beim Fraunhofer IPA konzentriert man sich auf Technologien, bei denen das Upscaling vom Labormuster zur industriellen Großproduktion machbar erscheint. Entscheidend dafür ist, dass sich neuartige Batterien mit gewissen Modifikationen auch auf bestehenden Anlagen produzieren lassen. Als Endprodukt sollen dabei Rundzellen im gängigen Format 21700 vom Band rollen, die einen Durchmesser von 21 Millimetern haben und 70 Millimeter lang sind. Soweit das Produktionskonzept. Hersteller wie Varta haben sich nicht ohne Grund mit ihren Anlagen auf diese zylindrischen Zellen festgelegt. Einzelne solcher Zellen lassen sich in einem Batteriemodul leichter überprüfen und bei einem möglichen Defekt austauschen.

Über Hohlräume zwischen den Zellen kann Wärme abgeführt werden. Oft werden die Zellen noch als Energieträger in anderen Anwendungen weiter genutzt, nachdem die Autobatterie ausgemustert wurde. Ein Reparatur- und Recyclingkonzept für diese Festkörperbatterien arbeitet das IPA ebenfalls aus.

### Made in Baden-Württemberg

Das Institut für Photovoltaik – Elektrische Energiespeichersysteme der Universität Stuttgart (ipv-EES) ist verantwortlich für das Anodendesign und die Entwicklung der negativen Ableiterlektroden mit neuartigen sehr dünnen Keimschichten zur In-situ Abscheidung von metallischem Lithium beim ersten Laden. Außerdem erstellt ipv-EES ein Lastenheft für den Festelektrolyten in Abstimmung mit den Unternehmen Ionic Liquids Technologies und Varta.

Die IoLiTec, Kurzform der Ionic Liquids Technologies, entwickelt einen Festkörperelektrolyten und bereitet dessen Markteinführung vor. Das Unternehmen ACI systems entwickelt und baut die Produktionstools im Labormaßstab für die essenziellen Produktionsschritte der Festkörperbatterie. Außerdem arbeitet ACI an der Produktionstechnologie, die für die Umsetzung einer Großserienproduktion zwingend erforderlich ist. Dabei geht es vor allem um die Produktionsprozesse, die sich von einer konventionellen Lithium-Ionen-Batterieproduktion deutlich unterscheiden. Die Varta Microbattery ist dabei der Endanwender. Er definiert das gesamte Anwendungsfeld für den Einsatz der Festkörperbatterie. □



## MERSEN ELECTRICAL POWER



### Anschrift

Mersen Electrical Power  
In d. Büg 12,  
91330 Eggolsheim  
T: + 49/9191/73380  
<https://ep-de.mersen.com/>

### Gründungsjahr

1885

### Mitarbeiter

6.800, davon ca. 340 in Deutschland

### Produktportfolio

Schutz von Elektrischen Anlagen, Lösungen für das Energiemanagement.

### Firmenausrichtung

Als globaler Experte auf den Gebieten der elektrischen Energie und der Hochleistungswerkstoffe entwickelt Mersen innovative und auf die Bedürfnisse seiner Kunden zugeschnittene Lösungen zur Optimierung der industriellen Leistung. Mersen bietet periphere (passive) Produkte an, die zur Optimierung des Betriebs und zur Erhöhung der Sicherheit und Zuverlässigkeit von Stromwandlersystemen eingesetzt werden. Mersen ist der Erfinder des LINO CUR und hat unter dem Namen MERSEN die Marken Lindner, M-Schneider und Ferraz Shawmut vereinigt. Unter den Marken FTCAP und Leclanché Capacitors werden Aluminium-Elektrolyt- sowie Film-Kondensatoren „Made in Germany“ vertrieben und innovative Konzepte im Bereich der Leistungselektronik entwickelt. Im Fokus liegen insbesondere integrierte Kondensatorbänke und impulsbelastbare Kondensatoren für das Energiemanagement.

### Präsenz

weltweit

### Standorte in Deutschland

Husum (Kondensatoren), Frankfurt, Linsengericht (Lösungen für den Korrosionsschutz), Maulburg (Lösungen für den Korrosionsschutz), Eggolsheim (Vertriebsbüro), Suhl (Graphitspezialitäten)

### Zielmärkte

Energieerzeuger, Verteilernetzbetreiber, Bahnanwendungen, Regenerative Energien, Elektromobilität, Transport, Elektronik, Chemie/Pharma, Medizintechnik und Prozessindustrie, Bauen/Konstruktion

### Referenzen

Deutsche Bahn, Infineon, AEG Power Solutions, Alstom, Siemens, Liebherr, Hager, Schneider Electric

### Unternehmens-/Fertigungsstandorte

Das Unternehmen verfügt über mehr als 135 Jahre Erfahrung und ist mit mehr als 50 Industriestandorten und 16 F&E-Zentren in 35 Ländern vertreten.

### Qualitätsmanagement

Mersen liefert Produkte zum elektrischen Schutz, die alle wichtigen Normen in jedem Land der Welt erfüllen (ISO 9001, ISO/TS 22163, IATF, EN 9100...). Die Fachleute kennen sich mit den regionalen Vorschriften ebenso wie mit internationalen Bestimmungen und weltweit anerkannten Qualitätsprozessen aus. Sie helfen Ihnen, Ihr Produkt auf den Markt zu bringen, wo auch immer sich dieser Markt befindet.



Mersen liefert ein breites Portfolio im Bereich elektrischer Schutz- und Steuertechnik



### Anschrift

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

### Qualitätsmanagement

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

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

Mitsubishi Electric gehört zu den weltweit führenden Unternehmen in Herstellung und Vertrieb von elektrischen und elektronischen Produkten für die vielfältigsten industriellen Anwendungen und Alltagsbereiche.

Seit 1978 ist Mitsubishi Electric in Deutschland vertreten. Die deutsche Niederlassung in Ratingen, Nordrhein-Westfalen, ist für die Durchführung der technischen Service-, Vertriebs- und Marketingaktivitäten in Deutschland verantwortlich. Für den Geschäftsbereich Semiconductor werden von Ratingen aus auch die Exportaktivitäten für EMEA gesteuert.

Im Bereich der Halbleiter nimmt Mitsubishi Electric weltweit eine führende Rolle ein. Innovatives Denken, Investitionen in moderne Produktionsstätten und leistungsfähige Entwicklungsabteilungen sichern diese Spitzenposition.

Unsere Kunden profitieren von umfassenden technischen Serviceleistungen sowie einem breiten Vertriebs- und Distributionsnetz.

Unser Erfolg in der Halbleitertechnologie basiert auf den drei Produktbereichen Hochfrequenz, Optoelektronik und Leistungselektronik.

### Leistungselektronik / Technologien

Mitsubishi Electric verfügt über eine mehr als 60-jährige Erfahrung in der Entwicklung und Produktion von Leistungshalbleitern. Als weltweit erstes Unternehmen, das alle erforderlichen Technologien beherrscht, 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
- SiC Schottky Diodes
- IGBT Modules
- Intelligent Power Modules (IPMs, DIIPM+, DIP-/Mini-DIP-IPMs, DIP-IPM, SLIMDIP, SOIPM)
- Automotive Modules (6in1 Pin-fin Power Modules)
- MOSFET Modules
- Diode Modules
- HV Integrated Circuits

High Power Semiconductors

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

### Zielmärkte

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





MIT DIGITAL EMPLOYEE EXPERIENCE (DEX)  
EINFACHER ZU ZERO-TRUST

# KEINE ANGST VOR CYBER-ATTACKEN

Zero-Trust-Konzepte beruhen auf der Erkenntnis, dass die Sicherheit auf Endnutzerebene gestärkt werden muss, da es keine grundsätzliche Vertrauensstellung mehr gibt. Mit der Verlagerung der Endgeräte heraus aus dem vermeintlich geschützten Unternehmensnetzwerk entsteht ein mehr oder weniger blinder Fleck im IT-Management. Hier gilt es, sich die Automatisierungs- und Analytics-Funktionen von Digital Employee Experience Management zunutze zu machen, um Produktivität, Akzeptanz und Sicherheit gleichzeitig sicherzustellen.

TEXT: Henning Ermert, Nexthink  
BILDER: iStock, LumerB, HIRAMAN

Zero Trust-Konzepte können auf unterschiedliche Weise um- und durchgesetzt werden, je nach bestehenden Infrastrukturen und Organisation der IT. Klar ist in jedem Fall, dass sie hochgradig automatisiert werden müssen. Typischerweise definiert ein Sicherheitsteam das Zero-Trust-Framework und stellt dessen Umsetzung sicher. Netzwerkteams kümmern sich um die Bereitstellung, Konfiguration und das Management der einzelnen Security-Komponenten. Das IT Service Management steht letztlich vor der Anforderung, insbesondere das Geschehen bis zu den Endgeräten beziehungsweise Endanwendern im Blick zu behalten. Hier treffen vielschichtige Risikofaktoren aufeinander.

- Konsolidierte Sicht auf alle Endgeräte
- Automatisiertes Patch-Management
- Echtzeit-Telemetriedaten in der Gesamtsicht
- Korrelation von möglichen Risikofaktoren
- Hinterlegte Lösungsverfahren
- Endanwender-Support:

In der Konsequenz dieser Anforderungen sind Zero-Trust-Umgebungen nicht umsetzbar, wenn das IT Service Management Team mit der häufig üblichen verteilten Sicht auf das Unternehmensnetzwerk konfrontiert ist, die teils noch überlappende Verantwortlichkeiten aufweist.



Der Serverraum stellt alle wichtigen Unternehmens-Applikationen zur Verfügung. Dieser bildet die Schaltzentrale für das Zero-Trust-Konzept.

Das Client-Management kümmert sich um Endgeräte und gemeinsam mit dem Network Monitoring um die Navigation im Unternehmensnetz. Das Network Monitoring hat in der Regel noch Public und Private Networks im Blick, teilweise auch lokale Infrastrukturen. Anbieter aus den Bereichen Application Performance Management (APM) und Software-as-a-Service (SaaS) liefern ihrerseits Daten zum Geschehen auf Netz- und Endanwenderebene.

Diese vielschichtigen, teils isolierten Sichten, gepaart mit sporadischen E-Mail-Umfragen bei Endanwendern zu ihren Erfahrungen mit dem digitalen Arbeitsplatz, bergen mehrere Risikofaktoren:

- Es bleibt zu viel Raum für Interpretationen der Sicherheit.
- Compliance-Probleme werden übersehen, wenn Monitoring- und Performancedaten nicht übergreifend korreliert werden können.
- Sicherheitsmaßnahmen können nicht lückenlos automatisiert ausgerollt und überprüft werden.
- Fehlkonfigurierte Schutzmechanismen können die Produktivität des Arbeitsplatzes beeinträchtigen.

Um Zero-Trust mithilfe von Plattformen für das End-User Experience Management (EUEM) beziehungsweise Digital Employee Experience (DEX) zu unterstützen, sind folgende Kriterien relevant:

### Konsolidierte Sicht auf Endgeräte

Vom Grundsatz her muss die DEX-Plattform auf eine ganzheitliche Sicht der digitalen Arbeitsumgebung ausgerichtet sein. Für eine schnelle und zielgerichtete Reaktion auf Störungen und Sicherheitsproblematiken sollten Prozesse für Entstörungen automatisiert werden können. Anwender proaktiv zu

schulen, zu informieren und deren Feedback einholen zu können, ist wichtig. Entscheidend ist aber, die direkte Mitarbeiterkommunikation und Feedback-Daten mit den technischen Informationen korrelieren zu können.

### Zustandsanalyse der Endgeräte – Client Health

Fundamentale Daten zur Geräte- und Software-Performance, Informationen zu Netzwerkaktivitäten, Security-Funktionen wie Überprüfungen auf auslaufende Zertifikate oder Passwörter und Group Policies: DEX-Plattformen zeigen in Echtzeit in einer einheitlichen Übersicht, ob Endgeräte „gesund“ sind und den Compliance-Vorgaben entsprechen. Hinterlegte Key-Metriken machen dabei nicht nur deutlich, wo es Probleme gibt und welche Anwender betroffen sind. Die intelligente Korrelation von verschiedenen Daten lassen Rückschlüsse auf drohende Ausfälle zu und vereinfachen es, deren Ursachen zu identifizieren.

### Netzwerkanalyse mit Kontext

Mit der Erfassung und Analyse von Dutzenden von Netzwerkdaten schaffen DEX-Plattformen ein besseres Verständnis zur Qualität des Unternehmensnetzes aus Sicht von Endgeräten. Nach Region, Standort oder Gebäude kategorisiert ermöglichen es die konsolidierten Netzwerkdaten, hunderte von Endpunkten zu korrelieren, besondere Leistungsschwankungen zu erkennen und aussagefähige Benchmarks für künftige Abweichungen zu etablieren.

### Intelligente Mustererkennung

Mustererkennung bei der Nutzung von Applikationen, Telemetriedaten von erwarteten und unerwarteten Zugriffen

auf Unternehmensanwendungen und Web-Applikationen sowie die Identifizierung von Schatten-Anwendungen: Diese Informationen auf Endgeräte-Ebene bilden die Basis, um die IT-Sicherheit im Sinne von Zero Trust zu gewährleisten. Analysen über DEX-Plattformen zeigen kritische Abweichungen und ungewöhnliche Aktivitäten, um vorausschauend Security-Maßnahmen zu ergreifen.

## Kontext-bezogener Endanwender-Support

Abgesehen von Schulungen und dokumentierten Sicherheitsregelungen: Effizient sind Security-Hinweise für Endanwender dann, wenn sie automatisiert aufgrund sicherheitskritischer Aktivitäten auf dem Bildschirm eingeblendet werden. Dies stellt sicher, dass die Produktivität nicht unnötig gestört wird und auch weniger technikaffine Anwender die nötige Unterstützung erfahren.

## Fazit

Zero Trust und Digital Employee Experience haben das gleiche Ziel: Endanwendern eine produktive und gleichzeitig sichere digitale Arbeitsumgebung zu gewährleisten. Worauf es dabei ankommt, sind drei Dinge: Client- und Netzwerkteams müssen eng verzahnt zusammenarbeiten können mithilfe der Integration von geeigneten DEX- und Netzwerkmonitoring-Plattformen. Das Client-Management muss aufholen im Hinblick auf Automatisierung und Analytics – Dinge, die im Netzwerkmanagement seit langem Standard sind. Und drittens, nicht weniger wichtig, brauchen die meisten Endanwender mehr und bessere Unterstützung – sporadische E-Mails und kryptische Support-Tickets genügen bei Weitem nicht, weder für Zero-Trust-Umgebungen noch für einen produktiven, digitalen und vor allem sicheren Arbeitsplatz. □

## 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), Dana Neitzke (-930), Ragna Iser (-898)

**Newsdesk** newsdesk@publish-industry.net

**Head of Sales** Andy Korn

**Anzeigen** Saskia Albert (Director Sales/verantwortlich/-918), Beatrice Decker (-913), Caroline Häfner (-914), Alexandra Klasen (-917);  
Anzeigenpreisliste: vom 01.01.2022

**Inside Sales** Sarah Mikorey (-938); 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

**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 7 Ausgaben pro Jahr inkl. redaktioneller Sonderhefte und Messe-Taschenbücher) sowie als Gratiszugabe das jährliche, als Sondernummer erscheinende E&E-Kompodium.

### Jährlicher Abonnementpreis

Ein JAHRES-ABONNEMENT der E&E ist zum Bezugspreis von 64 € inkl. Porto/Versand innerhalb Deutschland und MwSt. erhältlich (Porto Ausland: EU-Zone zzgl. 10 € pro Jahr, Europa außerhalb EU zzgl. 30 € pro Jahr, restliche Welt zzgl. 60 € pro Jahr). Jede Nachlieferung wird zzgl. Versandkosten und MwSt. zusätzlich berechnet. Im Falle höherer Gewalt erlischt jeder Anspruch auf Nachlieferung oder Rückerstattung des Bezugsgeldes. Studentenabonnements sowie Firmenabonnements für Unternehmen, die E&E für mehrere Mitarbeiter bestellen möchten, werden angeboten. Fragen und Bestellungen richten Sie bitte an leserservice-pi@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 Mediacenter GmbH, Holzhauser Feld 2, 83361 Kienberg, Germany

**Nachdruck** Alle Verlags- und Nutzungsrechte liegen beim Verlag. Verlag und Redaktion haften nicht für unverlangt eingesandte Manuskripte, Fotos und Illustrationen. Nachdruck, Vervielfältigung und Online-Stellung redaktioneller Beiträge nur mit schriftlicher Genehmigung des Verlags.

**ISSN-Nummer** 1869-2117

**Postvertriebskennzeichen** 30771

**Gerichtsstand** München

**Der Druck der E&E erfolgt auf PEFC™-zertifiziertem Papier, der Versand erfolgt CO<sub>2</sub>-neutral.**



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

## FIRMEN UND ORGANISATIONEN IN DIESER AUSGABE

Firma	Seite	Firma	Seite
Ansys.....	16	Messe München.....	43
Arrow.....	20	Microsys.....	20
Becker & Müller.....	29	Mitsubishi Electric.....	62
BJZ.....	U3	Mouser.....	52
Cadlog.....	26	National University of Singapore.....	16
Congatec.....	32	Nexthing.....	63
Conrad.....	U4	Omron.....	48
Dehn SE.....	16	Productware.....	25
Display Elektronik.....	39	Rosenberger OSI.....	40
Fischer Elektronik.....	3, 57	Schukat.....	Titel, 12
Franke.....	5	Schurter.....	49
Fraunhofer IPA.....	58	Semicon.....	U2
Heitec.....	22	Siemens.....	16
Hy-Line.....	36, 52	Syslogic.....	20
ICT Suedwerk.....	6, 35	TDK-Micronas.....	46
Infineon.....	16	U-blox.....	44
Jenny Science.....	30	University of Virginia.....	16
Kontron.....	3	Weco.....	20
Mahle.....	16	ZVEI.....	66
Mersen.....	61		



# 9

QUELLE: ZVEI

**Prozent mehr an Elektronik wurde 2021 im Vergleich zum Vorjahr in Deutschland produziert.**

**Dieser Anstieg geht dieses Jahr schon deutlich zurück und wird zum Ende des Jahres nur noch auf vier Prozent prognostiziert.**

Die Entwicklung der Elektronikfertigung erholt sich aktuell nach zwei schweren Corona-Jahren wieder. Durch diese Entwicklung existiert auch wieder eine erhöhte Nachfrage für Innovationen im Bereich der Elektronikfertigung. Mehr dazu erfahren Sie unter anderem in unseren Fokus-Beiträgen ab Seite 18.

# Zutrittskontrollsysteme von BJZ

**10% Rabatt**  
**auf den Listenpreis**  
**beim Kauf Ihres nächsten**  
**BJZ - Zutrittskontrollsystems**  
 gültig bis 31.12.2022



Direkter Service durch eigenes, geschultes Personal



Formschön integriertes Messgerät



Kompakte Anlage



Sehr geringer Wartungsaufwand



Modularer Aufbau



Einfache Installation



Einbau verschiedener Messgeräte inkl. Fremdgeräte möglich



Verschiedene Schuhkontaktmatten möglich



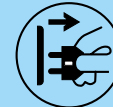
In ESD Boden integrierbar



Alarmfunktion bei unberechtigtem Durchgangsversuch



Notfallabschaltung mit herabfallendem Absperrarm



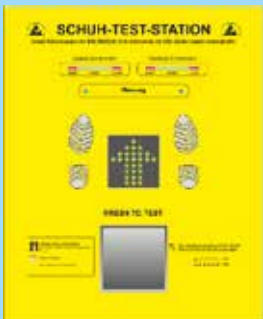
Umstellbar auf rechte oder linke Bedienung



Berührungsloses Testen



Zugang durch RFID, Chipkarte, etc.



# WIR SIND TECHNIK

## MESSTECHNIK FÜR PROFIS

Präzise Ergebnisse? Dank hochwertiger Messtechnik.  
Entdecken Sie unser passgenaues Sortiment von knapp 95.000  
Produktangeboten unter [conrad.de/messtechnik](https://www.conrad.de/messtechnik)



**CONRAD** | BESCHAFFUNG. EINFACH. SCHNELL. UMFASSEND.