

# Freiheit den Robotern!

**Mobilität und Interaktion mit dem Menschen.** Roboter, die sich selbstständig durch Fabrikhallen bewegen und – ohne den sonst üblichen Sicherheitskäfig – in direkter Nähe von Menschen arbeiten: Neben Sensoren und Motorsteuerungen sind es vor allem Stromversorgungs- und Leistungskomponenten, die dafür den Grundstein legen.



**G**eprägt von den Initiativen rund um die Industrie 4.0 und von fortschrittlichen Robotiklösungen, befindet sich die Fertigungswelt im Wandel. Dieser ist vor allem gekennzeichnet durch die flexible Vernetzung von bisher sequenziellen, bandgestützten Produktionsabläufen mithilfe mobiler Roboter, der Autonomously Guided Vehicles (AGVs), sowie durch vielseitig einsetzbare kollaborative Robotersysteme, die sogenannten Cobots (**Titelbild**).

Anders als klassische Industrieroboter arbeiten Cobots ohne Sicherheitskäfig, und sie interagieren direkt mit dem Menschen. Um die Roboter aus ihren Käfigen zu befreien, muss sichergestellt werden, dass der Mensch erst gar nicht in die kritische Reichweite eines mit Hochgeschwindigkeit und Präzision arbeitenden Roboters kommt – und infolge von eigenem Verschulden oder Fehlfunktionen verletzt werden könnte. Roboter dementsprechend sensitiv zu machen, funktioniert

nur mit ausgeklügelter Sensortechnik; mehr dazu im Wissenskasten.

AGVs können autonome Produktionsinseln miteinander vernetzen, die somit in der Lage sind, die statische Bearbeitung von Gütern auf Fließbändern zu ersetzen. Sie befördern Halbfabrikate gezielt zu den hochspezialisierten Inseln, wo stationäre Roboter dann die gewünschten Fertigungsschritte ausführen. Anschließend

bringen AGVs die (Halb-) Fabrikate entweder zur nächsten Produktionsinsel oder ins Zwischenlager.

Neben dieser variablen Fertigung sind Industrieunternehmen bestrebt, die Verfügbarkeit ihrer Anlagen und Systeme weiter zu erhöhen und – angesichts steigender Energiekosten und CO<sub>2</sub>-Abgaben – Energie möglichst effizient zu nutzen. Daraus ergeben sich Forderungen an die Automatisierungslösungen: Individuelle Teilsysteme wie Roboter, Antriebe, Ladesysteme für mobile autonome Roboter sowie die Stromverteilung und -lieferung sollen ausfallsicher und ständig verfügbar sein sowie zu einer besseren Energiebilanz beitragen.

## Einfache und sichere Verkabelung

Strom- und Signalkabel sind die Komponenten eines Robotersystems mit der höchsten Ausfallwahrscheinlichkeit. Dies trifft besonders für extern geführte Kabel zu. Hier ermöglichen moderne Leistungshalbleiter eine Alternative zur klassischen Kabelführung. Denn mit ihrer Hilfe lassen sich Antriebe direkt in die Aktoren integrieren (**Bild 1**). Auf diese Weise kann dann ein einziges Kabelbündel für die Stromverteilung verwendet werden. Wird die Integration noch weiter vorangetrieben, dann lässt sich diese Stromversorgung auch für die Kommunikation nutzen – mit

## FAZIT

Die fortschreitende Robotikrevolution hat mit den Cobots und AGVs neue Typen von Industrierobotern hervorgebracht. Sie interagieren ohne geschlossene Sicherheitskäfige direkt mit Menschen und können autonome Produktionsinseln miteinander vernetzen. Damit wächst der Bedarf an kleineren Steuergeräten, effizientem Betrieb und intelligenten Sicherheitsmaßnahmen. Außerdem gilt es, dynamische Arbeitsumgebungen/-aufgaben zu unterstützen sowie bessere Sicherheitsfunktionen zum Schutz vor Manipulation und Hackerangriffen anzubieten. Moderne Mikrocontroller mit Safety-Funktionen, präzise und schnelle Sensoren sowie effiziente Leistungsbauteile hauchen der neuen Robotergeneration Leben ein – für ein sicheres, zuverlässiges Arbeiten mit und nicht nur für den Menschen.

## KONTAKT

Infineon Technologies AG,  
Am Campeon 1-15,  
85579 Neubiberg,  
Tel. 089 234-0,  
www.infineon.com

Trägerfrequenztechnologien (Powerline Communication, PLC). Damit ließe sich ein zusätzliches Kabel, also eine weitere potenzielle Fehlerquelle, eliminieren.

Mit nur einem optimierten Kabelbündel ließen sich dann alle möglichen am Roboterarm angebrachten Werkzeuge (Endeffektoren) mit Energie versorgen und steuern. Ein so aufgebautes System kann mit Blick auf später wechselnde Aufgaben deutlich variabler gestaltet werden. Eine skalierbare Infrastruktur, besonders in Bezug auf die verbauten Manipulatoren, gewährleistet dabei künftige Erweiterungen.

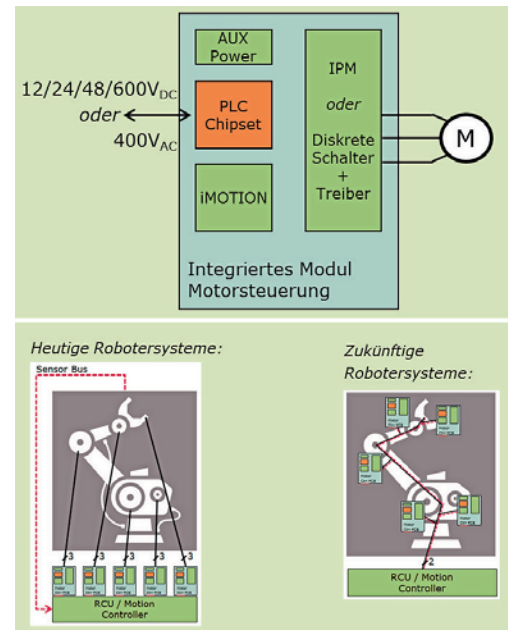
Moderne Halbleiter und die Integration von PLC zusammen mit der Motorsteuerungselektronik können den Verkabelungsaufwand signifikant senken – und damit auch Gewicht und Kosten. Infineon hat im Labor gezeigt, dass die Zahl der Kabel in einem Roboterarm von fast 30 auf nur noch zwei bis drei reduziert werden kann – bei Übertragungsgeschwindigkeiten von weit über 100 MBit/s. Weniger Kabel bedeuten aber auch weniger Schnittstellen in der rauen Fertigungsumgebung, was die Zuverlässigkeit erhöht. Die Integration von PLC-Technik und die höhere Leistungsdichte der Motorelektro-

nik ermöglichen einen sehr einfachen Einbau dezentral gesteuerter Motoren direkt in die Achsen des Roboters.

## Optimierte Leistungsbaulemente

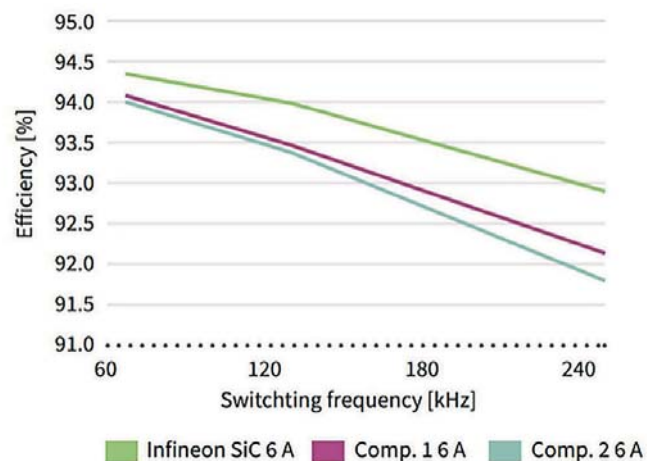
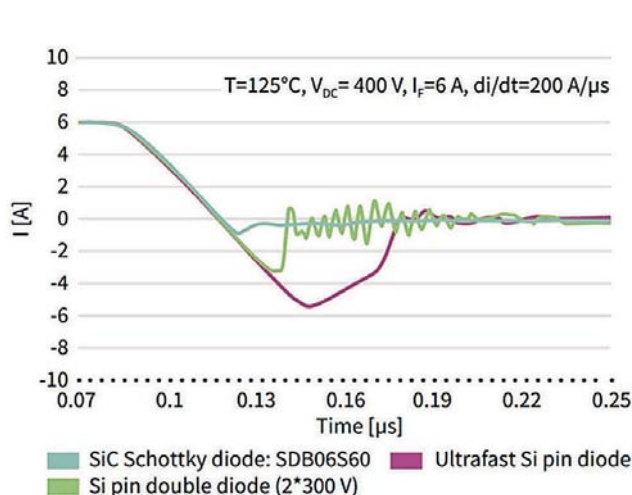
Das für moderne Roboter erforderliche Integrationsniveau stellt mit den heutigen kompakten und effizienten MOSFET- und IGBT-Leistungsschaltern grundsätzlich kein Problem mehr dar. MOSFETs der ProFET-, OptiMOS-, CoolMOS- und CoolSiC-Produktfamilien sowie die Trench-stop-IGBTs von Infineon decken beispielsweise einen Spannungs- und Leistungsbe- reich von <12 bis 1200 V beziehungsweise von <400 W bis 20 kW ab. Hinzu kommen diverse in ein Gehäuse vorintegrierte Inverterschaltungen der Produktfamilien Cipos, EasyPIM und CoolSiC Easy1B, die ebenfalls das oben genannte Spannungs-/ Leistungspektrum bedienen. Alle Komponenten zeichnen sich durch geringe Einschaltwiderstände, kompakte Bauweise und damit eine hohe Leistungsdichte aus. Das verbessert die Möglichkeiten zur Integration der Antriebselektronik direkt am Motor.

Kompakte Gate-Treiber für die Motorumrichter tragen auch dazu bei, die Gesamtkosten für das System gering zu halten. Die EiceDriver der 2EDL-Produktfamilie ergänzen diskrete MOSFETs sowie IGBTs in Halbbrücken-Konfigurationen. Diese auf SoI-Technologie (Silicon-on-Insulator) basierenden Bauteile sind resistent gegen Spannungssprünge. Da sie keine parasitären Thyristorstrukturen besitzen, sind sie gegen temperatur- und spannungsbedingte Kurzschlüsse geschützt.



1 | Vereinfachte Verkabelung: Direkt in die Aktoren integrierte Antriebselektronik hat einfachere und zuverlässigere Kabelbündel zur Folge

Die Treiber bieten darüber hinaus eine Reihe von Funktionen, die sonst mehrere diskrete Halbleiter wie Sensoren, Operationsverstärker und A/D-Wandler sowie eine komplexe Mikrocontrollerprogrammierung benötigen würden. So werden beispielsweise ungewollte, von elektromagnetischen Störungen hervorgerufene kurze Impulse an den Eingängen durch integrierte Filter unterdrückt. Weitere Filter im Überwachungskreis der Versorgung sorgen dafür, dass kurzzeitige Spitzen an der High- oder Low-Side nicht zu einer Abschaltung wegen Unterspannung führen.



2 | Leistungsfaktorkorrektur: Im Vergleich zu konventionellen Siliziumbausteinen weisen SiC-Schottky-Dioden eine signifikant bessere Umkehr-Erholungsladung (Reverse Recovery Charge,  $Q_{rr}$ , links) auf. Das verleiht PFC-Anwendungen, wie Robotern, eine deutlich höhere Systemeffizienz (CCM, Vollast, rechts)



3 | Time-of-Flight: In Infineons Fertigung in Dresden fährt ein Roboter, der auch Bewegungsrichtungen antizipieren kann. Hierfür arbeitet er mit ToF-3D-Kameras

Für die Anwendung mit IGBTs wird eine asymmetrische Unterspannungsabschaltung implementiert. Totzeit wird ebenfalls automatisch gehandhabt. Eine Sperrfunktion verhindert die gleichzeitige Aktivierung zweier Ausgänge beziehungsweise erkennt potenzielle Kurzschlüsse über eine integrierte Schutzfunktion, bevor es zu Beschädigungen der Leistungshalbleiter oder gar des nachgelagerten Antriebs kommen kann.

### Energie effizienter nutzen

In größeren Fabriken, die beim Hochfahren der Produktionslinie einen hohen Strombedarf zu bewältigen haben oder für kritische Produktionsbedingungen, bei denen Stromausfälle abzufedern sind, ist eine unterbrechungsfreie Stromversorgung zwingend notwendig. Es liegt nahe, hierfür die in den Batterien der AGVs gespeicherte Energie zu nutzen. In der Fabrik der Zukunft sind sie deshalb eine sinnvolle Ergänzung zu USV-Systemen und können, zumindest teilweise, zur unterbrechungsfreien Stromversorgung beitragen und damit eine Reduktion des teuren, im Normalfall kaum genutzten USV-Batteriebestands ermöglichen.

Eine intelligente Ladeinfrastruktur für AGVs kann zu kleiner dimensionierten USV-Systemen führen. Dafür müssen AGVs aber nicht nur selbst über Wechselstrom aufgeladen werden können: Sie müssen auch Wechselstrom generieren und wieder in das Stromnetz speisen. Möglich wird das über einen bidirektionalen

DC/DC-Wandler mit Nullspannungsschalter (Zero-Voltage Switching, ZVS) und einer Vollbrücke für die Phasenverschiebung (Phase Shift Full Bridge, PSFB). Gekoppelt wird das an eine Leistungsfaktorkorrekturschaltung (PFC, Bild 2) mit kontinuierlichem Stromfluss (Continuous-Conduction Mode, CCM) in einer Totem-Pole-Konfiguration. Für eine möglichst hohe Effizienz sollten die Schaltvorgänge geringe Verlustleistungen aufweisen.

### Safety und Security – zwei Aspekte der Sicherheit

Nur im Hinblick auf Security, also Datensicherheit, sichere Systeme können funktional sicher sein – ein Aspekt, der im Zeichen von Industrie 4.0 und IoT immer wichtiger wird. Mittels Kryptografie muss sichergestellt werden, dass der Roboter

nur die beabsichtigten Funktionen ausführt. Hier gilt es vor allem, die Roboter als Teil des Fertigungsprozesses bei Remote-Software-Updates gegenüber Manipulation zu sichern. Außerdem ist eine sichere Authentifizierung von Anwendern sowie neu eingebrachten Komponenten erforderlich. Denn Missbrauch durch interne oder externe Schädiger kann schnell zu Schäden in dreistelliger Millionenhöhe führen.

Für die korrekte Funktion des Roboters ist eine Kalibrierung notwendig. Manipuliert aber beispielsweise ein Hacker die Kalibrierungen, dann könnte der Roboter die vorgegebenen Bewegungsgrenzen überschreiten. Hier wachsen Security und Safety zusammen – ohne effizienten Security-Schutz gibt es also keine funktionale Sicherheit. Das ist eine wichtige Anforderung für künftige Systeme und wird durch spezielle Security-Controller wie die Optiga-Familie oder Aurix-Mikrocontroller mit Funktionen wie dem Hardware Security Module (HSM) adressiert. Dank der Realisierung der Security-Funktionen in Hardware benötigen Anwender nur geringe Detailkenntnisse über die Verschlüsselungstechnologien. Darüber hinaus ist der Einfluss auf bestehende Softwareimplementierungen gering. ml

### Autor

Clemens Müller ist Director Business Development Robotics bei Infineon.

### Online-Service

Info: Infineon-Lösungen für die Industrieautomation;  
Power-Produkte von Infineon

[www.elektronik-informationen.de/70067](http://www.elektronik-informationen.de/70067)

## WISSENSWERT

Schutzmechanismen für befreite Roboter erfordern eine äußerst präzise Objekterkennung. Redundante Abtastung sorgt für ein hohes Maß an funktionaler Sicherheit. Hilfreich ist auch das Erfassen der Bewegungsrichtung. Eine intelligente Erkennung der tatsächlichen Gefahrensituation kann unnötige Stillstandzeiten oder eine verlangsamte Arbeit des Roboters vermeiden.

Infineon arbeitet hier zusammen mit Partnern an Time-of-Flight-Konzepten (ToF) sowie Radarsensoren. Diese können die Umgebung in 3D abtasten – zu geringeren Systemkosten als mit traditionellen Lidar-Scannern. Aus der 3D-Auflösung ergibt sich die Möglichkeit, über spezielle Algorithmen etwa die Bewegungsrichtungen zu antizipieren.

In der Fertigung in Dresden fährt bereits der Prototyp eines Roboters, der mit ToF-3D-Kameras sein Umfeld erkennt und damit später auch Bewegungsrichtungen antizipieren soll (Bild 3). Eine redundante Erweiterung auf 24- und 60-GHz-Radar befindet sich in der Vorbereitung.