

# PCIM Europe Insights

Ausgabe Oktober 2017



**Kommentar**  
Drastische Senkung der Klimagase ist  
technisch möglich



**E-Mobilität**  
Leistungselektronik – der »Schlüssel« für  
moderne Elektrofahrzeuge

3

## Kommentar

**Drastische Senkung der Klimagase ist technisch möglich**

4

## E-Mobilität

**Leistungselektronik – der »Schlüssel« für moderne Elektrofahrzeuge**

5

## E-Mobilität

**Hochleistungs-Schnellladen bis zu 500 kW**

6

## Antriebstechnik

**Der Planetenmotor – Elektromotor und Planetengetriebe neu kombinieren**

7

## Halbleiter-Materialien

**Nächste Schritte in der Industrialisierung von SiC-Leistungsschaltern**

8

## Young Engineer Award

**IGBT-Treiberschaltung mit integrierter Messung der Sperrschichttemperatur und des Laststromes**

9

## Information

**Das PCIM Europe-Team stellt sich vor**

### Impressum

Mesago Messe Frankfurt GmbH, Rotenbühlstr. 83–85, 70178 Stuttgart, Tel.: 0711-61946-0, Fax: 0711-61946-98, Mail: [info@mesago.com](mailto:info@mesago.com), [www.mesago.de](http://www.mesago.de) • Amtsgericht Stuttgart, HRB Stuttgart 1 33 44 • USt-Identifikationsnummer: DE 147794792 • Geschäftsführer: Petra Haarburger, Martin Roschkowski • Bereichsleitung: Lisette Hauser • Redaktion: Holger Best (VISdP), Tel.: 07251-724302, Mail: [holger.best@bestmedienkonzepte.de](mailto:holger.best@bestmedienkonzepte.de) • Leserservice: Sophie Pfauter, Tel.: 0711-61946-26, Mail: [sophie.pfauter@mesago.com](mailto:sophie.pfauter@mesago.com) • Gestaltung: [feedbackmedia.de](http://feedbackmedia.de) • Erscheinungsweise: 2 x jährlich.

© Copyright: Mesago Messe Frankfurt GmbH, 2017, Stuttgart.

Trotz sorgfältiger Prüfung durch die Redaktion kann keine Haftung für die Richtigkeit der Veröffentlichung übernommen werden. Der Newsletter und seine Bestandteile sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwendung außerhalb der Grenzen des Urheberrechts bedarf der Zustimmung der Mesago Messe Frankfurt GmbH. Mit der Annahme des Manuskriptes und seiner Veröffentlichung geht das umfassende, ausschließliche, räumlich, zeitlich und inhaltlich unbeschränkte Nutzungsrecht auf die Mesago Messe Frankfurt GmbH über. Dies umfasst die Veröffentlichung in Printmedien aller Art sowie entsprechender Vervielfältigung und Verbreitung, das Recht zur elektronischen Verwertung, zur Veröffentlichung in Datenbanken sowie Datenträgern jeder Art. Es umfasst auch das Recht, die vorgenannten Rechte auf Dritte zu übertragen. Im Namen oder Zeichen des Verfassers gekennzeichnete Beiträge geben nicht unbedingt die Meinung der Redaktion wieder. Für unverlangt eingesandte Manuskripte wird keine Gewähr übernommen.

## Kommentar // Drastische Senkung der Klimagase ist technisch möglich

Bis 2016 gab es 22 »Weltklimakonferenzen«. Jedes Mal trafen sich Tausende Regierungsvertreter, doch die Ergebnisse sind dürrig und die Klimakrise (»globale Erwärmung«) beschleunigt sich. Auch die 23. Konferenz (»COP23«), die vom 6. bis 18. November 2017 in Bonn stattfindet, scheint als weitere Scheinaktivität ohne verbindliche Ergebnisse geplant. Jedenfalls lassen die G20-Ergebnisse vom Juli nichts Positives erwarten.

### » Beim Klimaschutz müssen sich verstärkt Elektrotechniker in die Diskussion einbringen. «

Im Gegensatz dazu steht die dramatische Entwicklung des Weltklimas. Es sind drastische Maßnahmen zur Reduzierung der Klimagase erforderlich. Die Leistungselektronik spielt dabei in verschiedenen Bereichen eine Schlüsselrolle:

- Bei der regenerativen Erzeugung elektrischer Energie durch Photovoltaik: Der Anteil der Solarenergie wird bis 2050 nicht mehr nur – wie bislang angenommen – zwischen 5 und 17 %, sondern eher zwischen 30 und 50 % liegen [1].
- Die Windenergie kann in gemäßigten Klimazonen den Hauptteil der Stromerzeugung liefern.

- Die leistungselektronische Regelung großer Solarkraftwerke und Windparks kann gezielt Wirk- und Blindleistung bereitstellen und das Stromnetz stabilisieren.
- Die Nutzung der Wasserkraft lässt sich in Regionen mit hohen Gebirgen noch beträchtlich steigern. Statt Megaprojekten sind aber Kleinwasserkraftwerke sinnvoller, da der Eingriff in die Natur geringer ist.
- Elektrische Energie aus Biomasse kann Grundlast und Regenergie liefern. Sie sollte sich auf die Abfälle aus Land- und Forstwirtschaft beschränken.
- Geothermie kann – sinnvoll eingesetzt – in bestimmten Ländern einen Beitrag zur Energiegewinnung leisten.
- Die Hochspannungsgleichstromübertragung ermöglicht großräumigen Energieaustausch bei niedrigen Verlusten. Erd- und Seekabel bis in den Bereich von 600 kV sind heute verfügbar, die Natur kann geschont werden. Dazu ermöglicht der modulare Multilevel-Converter in IGBT-Technologie umfassende Funktionen der Netzsteuerung und -stabilisierung, sodass ein hoher Anteil fluktuierender regenerativer Erzeuger eingebunden werden kann [2].
- Die Speicherung von Energie über den Wasserstoffpfad ist sinnvoll, jedoch sollte dabei der noch schlechte Wirkungsgrad der gesamten Kette berücksichtigt werden.

- Elektromobilität ist ein Beitrag zum Klimaschutz, wenn der elektrische Strom regenerativ erzeugt wird.
- Leistungselektronische Umrichter ermöglichen in den EU-Ländern noch eine Einsparung von 5 bis 6% des Gesamtstromverbrauchs [3], in Ländern mit weniger Anteil von Leistungselektronik an der Motorsteuerung mehr.

Aus technischer Sicht sind damit in kurzer Zeit gewaltige Einsparungen an CO<sub>2</sub>-Emissionen mit heutigen regenerativen Technologien möglich. Das vielfach zu hörende Gerede, wir bräuchten Kohle noch für längere Zeit als Brückentechnologie, ist technisch falsch. Alle genannten alternativen Technologien sind ausgereift. Eine moderne Gesellschaft ist heute auch bei schonendem Umgang mit der Natur möglich. Dass die Möglichkeiten derzeit nur marginal genutzt und gar behindert werden, liegt nicht an technischen Schwierigkeiten, sondern an wirtschaftlichen Interessen.



Prof. Dr. Josef Lutz,  
TU Chemnitz

- [1] <https://www.nature.com/articles/nenergy2017140>
- [2] J. Dorn et al, »Full-Bridge VSC: An essential enabler of the transition to an energy system dominated by renewable sources«, IEEE Power and Energy Society General Meeting (PESGM) 2016
- [3] J. Lutz: »Semiconductor Power Devices as Key Technology for a Future Sustainable Society« 7. ETG-Fachtagung Bauelemente der Leistungselektronik und ihre Anwendungen Bad Nauheim, 2017

Möchten Sie die zweimal jährlich erscheinende PCIM Europe Insights automatisch erhalten? Dann tragen Sie sich jetzt in den [E-Mail-Verteiler](#) ein!

## E-Mobilität // Leistungselektronik – der »Schlüssel« für moderne Elektrofahrzeuge

Für Elektro-, Hybrid- und Brennstoffzellenfahrzeuge ist die Leistungselektronik eine Schlüsselkomponente für den sicheren und effizienten Betrieb. Hoch effiziente Ladegeräte sorgen für das Füllen der Antriebsbatterie aus dem Wechselstromnetz, Umrichter für den sicheren Antrieb des Elektromotors und Gleichspannungswan-

der für die Versorgung eines konventionellen 12-V-Netzes aus der Hochvoltbatterie. Durch neue Materialien bei Leistungshalbleitern, wie Siliziumkarbid (SiC) und Galliumnitrid (GaN), werden sich in den kommenden Jahren die Wirkungsgrade

nochmals erhöhen lassen – bei gleichzeitig deutlich höherer Leistungsdichte von über 50kW/dm<sup>3</sup>. So zeigt sich schon heute bei der Entwicklung von SiC-Antriebsumrichtern, dass man mit 1200-V-SiC-Mosfets die Wirkungsgrade von bisher mit 650-V-Silizium-IGBT bestückten Umrichtern unter realitätsnahen Fahrzyklen übertreffen kann (Bild 1). Vor allem bei Fahrzyklen mit tiefem Teillastbetrieb wie im Stadtverkehr lassen sich mit einem auf 800 V ausgelegten Antrieb im Vergleich zu einem 400 V System bis zu 5% höhere Zykluswirkungsgrade erzielen.

» Sowohl im Betrieb als auch beim Laden wird die Leistungselektronik entscheidenden Einfluss auf die weitere Entwicklung und damit Akzeptanz der E-Mobility haben.«

Neben der Reichweite eines Fahrzeugs wird für den Nutzer auch das Laden ein entscheidendes Kriterium sein, d.h., wie schnell und bequem sich das Fahrzeug wieder mit Elektronen befüllen lässt. Dabei versprechen Schnellladesäulen von aktuell 50 kW und zukünftig bis zu 350 kW Ladeleistung ein rasches Auffüllen

des Akkus bei längeren Fahrten. In Zukunft wird auch das lästige Einstecken des Ladekabels am Fahrzeugstellplatz der Vergangenheit angehören. Induktive Lösungen für die Fahrzeugladung mit 3,6 bis 22 kW werden hier zu einer Ver-

besserung des Komforts führen. Gleichzeitig werden solche induktiven Systeme auch für autonom fahrende Fahrzeuge essenziell sein. Entscheidend ist dabei, dass man induktive Ladesysteme kostengünstig und kompakt bei gleichzeitig hohem Wirkungsgrad realisieren kann. Für die effektive Nutzung ist auch eine Interoperabilität von Systemen unterschiedlicher Leistung notwendig. Einen Demonstrator eines derartigen Systems zeigt Bild 2. Hier kann über eine Spule mit nur 12 cm Durchmesser eine Ladeleistung von 3,6 kW bei 2 cm Abstand übertragen werden. Durch die Verwendung

von einer, zwei, drei oder sechs Spulen können 3,6; 7; 11 und 22 kW Ladeleistung interoperabel realisiert werden.

Fahrzyklus	Si-IGBT-3 400 VDC, 10 kHz	SiC-MOSFETs 800 VDC, 10 kHz
Artemis Jam (Stau Zyklus)	85,3 %	93,5 %
Artemis Urban (Stadtfahrt)	91,0 %	96,1 %
Artemis Road (Überlandfahrt)	95,2 %	97,9 %
Artemis Highway (Autobahnfahrt)	97,2 %	98,8 %

Bild 1: Vergleich Fahrzyklus-Wirkungsgrad Si-/SiC-Antriebsumrichter in einem Stadtfahrzeug. (Bild: Fraunhofer Institut für Integrierte Systeme und Bauelementetechnologie (IISB))



Bild 2: Prototyp eines kompakten, interoperablen, induktiven Ladesystems. (Bild: Fraunhofer Institut für Integrierte Systeme und Bauelementetechnologie (IISB))



**Dr. Bernd Eckardt,**  
Abteilungsleiter Fahrzeugelektronik,  
Fraunhofer Institut für Integrierte Systeme  
und Bauelementetechnologie (IISB)

## E-Mobilität // Hochleistungs-Schnellladen bis zu 500 kW

Zu lange Ladezeiten und eine zu geringe Reichweite sind bislang erfolgshemmende Faktoren der Elektromobilität. Das neue Schnelllade-System High Power Charging (HPC) auf CCS-Basis kann mit einer Ladeleistung bis zu 500 kW eine

Batterie in 3-5 min für eine Reichweite von 100 km aufladen. HPC von Phoenix Contact arbeitet mit einem Kühlsystem und wird die Akzeptanz der Elektromobilität gerade bei langen

Strecken deutlich erhöhen (Bild 1). Dank der HPC-Schnellladung mit Gleichstrom sind nur noch wenige Minuten für den Ladevorgang erforderlich, welcher Elektrofahrzeuge vor allem alltagstauglicher machen und die Akzeptanz erhöhen soll. Die Umsetzung deutlich höherer Ladeleistungen bedeutet eine wesentliche Erhöhung von Ladestrom und Ladespannung. Hier ergeben sich die 500 kW Ladeleistung aus 1000 V DC Spannung und 500 A Stromstärke. Die technischen Herausforderungen, die maximal mögliche Ladeleistung umzusetzen, finden sich entlang der gesamten Ladekette. So müssen nicht nur die Batterie, sondern auch das Fahrzeug-Inlet als Schnittstelle zur Infrastruktur sowie die Infrastruktur selbst für die hohe

Ladeleistung ausgelegt sein. Für die nahe Zukunft haben bereits einige Hersteller Fahrzeuge mit 300 bis 500 km Reichweite und kürzerer Ladezeit angekündigt.

» Das Laden mit HPC verändert die Elektromobilität und macht sie auch auf langen Strecken alltagstauglich. «

Höhere Ladeströme bedingen eine höhere Erwärmung und damit Belastung des Materials – beides ist aber unbedingt zu vermeiden. Normativ liegt der Grenzwert für Kontaktsysteme hier bei  $\Delta T \leq 50^\circ \text{K}$  (Bild 2). Um die thermische Beanspruchung

zu reduzieren, muss die Verlustleistung minimiert werden. Dies wird primär durch eine optimierte Leiteranschlussstechnik, eine geeignete Konstruktion und Oberfläche der Kontakte, sowie eine definierte Kontaktnormalkraft erreicht. Die Abfuhr der verbleibenden Wärme erfolgt über eine Kühlflüssigkeit und wird über eine Kühleinheit wieder an die Umgebungsluft abgegeben. Mit High Power Charging kann eine Aufladung für nur 500 km Reichweite in circa 15 - 25 min erfolgen. Neben dem Komfortgewinn für den Anwender profitiert davon auch die Energiewirtschaft. HPC wird zu einer optimalen Ergänzung zum Laden mit Wechselstrom und leistet damit einen aktiven Beitrag zur Entlastung der Niederspannungsnetze.



Bild 1: 3-5 min laden und wieder 100 km fahren: das gekühlte HPC-Ladesystem ebnet den Weg für die bequeme Schnellladung von Elektrofahrzeugen (Bild: Phoenix Contact Deutschland)

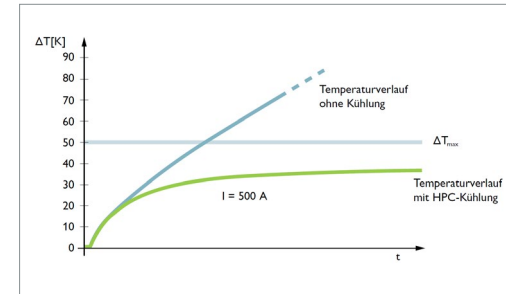


Bild 2: Erwärmung des Materials vermeiden: um die normativen Vorgaben von  $\Delta T \leq 50^\circ \text{K}$  einzuhalten, werden die hochleistungsfähigen DC-Ladekabel gekühlt – die intelligente Steuerung überwacht den Ladevorgang und reguliert die Kühlleistung des DC-Ladesystems (Bild: Phoenix Contact Deutschland)



**Jens Eickelmann,**  
Business Development Manager  
E-Mobility, Phoenix Contact Deutschland



## Antriebstechnik // Der Planetenmotor – Elektromotor und Planetengetriebe neu kombinieren

Um die Drehzahl der elektrischen Maschine zu reduzieren und das Drehmoment zu erhöhen, werden elektrische Maschinen in vielen Anwendungen mit Getrieben ausgeführt. Klassisch wird dabei die Abtriebswelle der elektrischen Maschine als Eingang in ein Stirnrad- oder Planetengetriebe verwendet. Motor

»Da Motor-Strukturen mit anderen Polpaarzahlen und Planetenzahlen realisierbar sind, ergeben sich zukünftig weitere Perspektiven«

und Getriebe bilden getrennte Funktionseinheiten. Ein neuer Ansatz der TU Wien sieht den kombinierten Aufbau einer Motor/Getriebe-Einheit vor. Der Motor ist hier als ein verteiltes System mit mehreren Rotoren, aber einem gemeinsamen Wicklungssystem ausgeführt. Das Getriebe – als Planetengetriebe ausgebildet – ist integrierter Bestandteil der Motorfunktion: Die Planeten bilden mit den Rotoren der elektrischen Maschine mechanisch eine Einheit. Unter Verwendung von synchron laufenden, vorzugsweise permanentmagneterregten Rotoren ergibt sich so ein hocheffizienter, sehr kompakter Antrieb mit der Möglichkeit,

die Leistungselektronik einfach an der getriebeabgewandten Stirnseite zu integrieren. Das Klemmenverhalten des Planetenmotors entspricht einer klassischen dreisträngigen Drehstrommaschine, die von einem konventionellen Umrichter betrieben wird. Um ein sehr kostengünstiges System zu realisieren, wird zudem die sensorlose Regelung bis Stillstand mit hoher Dynamik, basierend auf dem seit Jahren bewährten INFORM®-Verfahren, verwendet. Messergebnisse an einem Prototyp mit einer integrierten 1:10-Untersetzung zeigen die Perspektiven des neuen Maschinentyps. Vorteile des Planetenmotors sind:

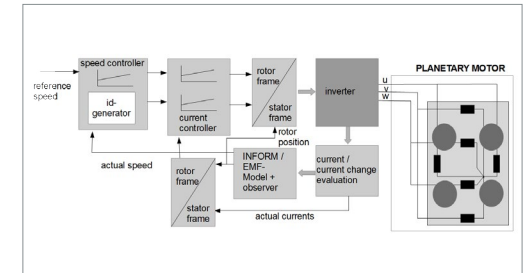
- reduziertes Gewicht der Aktiveile,
- reduzierte Anzahl von Spulen und einfache Fertigung,
- deutliche Erhöhung der installierbaren Leistung bei Hochdrehzahlrotoren,
- vereinfachte Planetengetriebestufe.

Die Struktur des Planetenmotors ist für verschiedene Anwendungsbereiche interessant. Speziell bei Antriebsaufgaben mit einem Untersetzungsgetriebe können sehr kompakte Lösungen mit hohem Automatisierungsgrad der Fertigung realisiert werden. Dazu zählen:

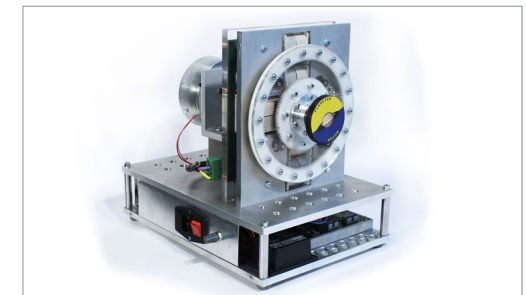
- Windkraftantriebe – Bei Windkraftantrieben, bei denen die Hauptwelle mit den Rotorblättern an das

Sonnenrad eines Planetenmotors/-generators angefügt werden kann und die elektrischen Generatoren der Planetenmaschine mit entsprechend erhöhter Drehzahl laufen, lässt sich die Baugröße der Generatoren und das häufig eingesetzte Getriebe deutlich günstiger realisieren.

- Außenläuferanwendungen – Bei Antrieben, wie z.B. Trommelmotoren, Radnabenmotoren, Rohrmotoren etc., kann das Sonnenrad des Planetenmotors direkt mit dem rotierenden Außenteil verbunden werden, wodurch sehr kompakte Lösungen möglich sind.
- Elektrofahrzeug-Antriebe – Nutzt man hier den Planetenmotor, erhält man eine sehr kompakte Einheit. Das Sonnenrad des Planetenmotors ist mit einer Hohlwelle ausgeführt und mit dem Planetengetriebe direkt konstruktiv verbunden. Damit können diverse mechanische Komponenten eingespart werden. Auch kommt hier der Vorteil der reduzierten Umfangsgeschwindigkeit der Rotoren und der kompakten Motor/Elektronik-Einheit zum Tragen.



Prinzip der sensorlosen Regelung (Bild: TU Wien)



Prototyp des Planetenmotors am Prüfstand (Bild: TU Wien)



Prof. Dr. Manfred Schrödl,  
TU Wien

\*Bildhinweis Autorenbild: (Foto Wilke, 1010 Wien, Nachdruck frei)

## Halbleiter-Materialien // Nächste Schritte in der Industrialisierung von SiC-Leistungsschaltern

Die letzten Jahre waren für die Entwicklung alternativer Halbleitermaterialien wie Siliziumkarbid (SiC) bemerkenswert, vor allem hinsichtlich der erhöhten Investitionsrate. Der dadurch niedrigere Preis und die erhöhte Verfügbarkeit von SiC steigerten die Nachfrage durch die Entwickler von Power-

Lösungen. Die SiC-Technologie etabliert sich in der Leistungselektronik, da sie eine bessere Leistungsdichte und -effizienz aufweist bzw. viele weitere Anwendungen erst ermöglicht. Sie macht siliziumkarbidbasierte Bauteile zu geeigneten Kandidaten, um die Grenzen von siliziumbasierten MOSFETs, IGBTs und Dioden weiter hinauszuschieben. Kunden bietet sich damit

eine umfassende Vielfalt an verbesserten Power-Produkten – von reinem Silizium über Hybride (Si und SiC effektiv kombiniert) bis zu dedizierten Lösungen ausschließlich realisiert durch Bauelemente mit großem Bandabstand. Effizienz, Leistungsdichte und die Senkung der Systemkosten sind die treibende Kräfte hinter der Verwendung alternativer Halbleitermaterialien wie SiC. Faktisch werden bestimmte Anwendungsbereiche aber immer Early Adopters einer neuen Technologie

bleiben – nämlich dann, wenn die Vorteile die Risiken überwiegen. Abhängig von mehreren Faktoren werden andere folgen, wenn das Preis-/Leistungsverhältnis attraktiv genug ist, um zu einer neuen Technologie überzugehen.

»Der steile Anstieg bei der Adaptierung von WBG-Technologien signalisiert den Beginn einer breiteren SiC-Übernahme. Schon heute profitieren die Herzstücke von Solarwechselrichtern von den Vorteilen, die die SiC MOSFET-Technologie bietet, unterbrechungsfreie Stromversorgungen (USV) und Ladestationen folgen schnell.«

Ein Beispiel hierfür sind Hybrid-Power-Module, die Silizium-IGBTs und SiC Schottky-Dioden kombinieren. Sie sind bereits vor einiger Zeit Mainstream bei Solarstromumrichtern mit hohen Schaltfrequenzen geworden. SiC ist allerdings kein 1:1-Ersatz für Silizium, sondern erfordert zum Teil neue Designs. Das ist einer der Hauptgründe dafür, dass die Technologie in den letzten Jahren nicht stärker adaptiert wurde. Aus unserer Sicht ändert sich das gerade. Der steile

Anstieg bei der Adaptierung von WBG-Technologien signalisiert den Beginn einer breiteren SiC-Übernahme. Schon heute profitieren die Herzstücke von Solarwechselrichtern von den Vorteilen, die die SiC MOSFET-Technologie bietet, unterbrechungsfreie Stromversorgungen (USV) und Ladestationen folgen schnell. Man kann davon ausgehen, dass die neuen Materialien anschließend auch in den Bereichen Motorantrieben, Traktion und Automobil breit akzeptiert werden.

Der Halbleiterhersteller Infineon bietet SiC-Dioden in der fünften Generation an, in der ersten Jahreshälfte 2017 wurden die ersten MOSFETs mit SiC-Technologie im Markt eingeführt. Das neue Trench-basierte MOSFET Konzept bietet eine einzigartige Kombination aus hoher Leistung und Zuverlässigkeit. Einfache Ansteuerung, an konkrete Applikationen ausgerichtete Produkte, innovative Gehäuselösungen, geeignete Treiber-ICs sowie weltweit kompetente Unterstützung



**Peter Friedrichs,**  
Senior Director SiC,  
Infineon Technologies AG

beim Design-in: das sind die Voraussetzungen für eine erfolgreiche Umstellung auf SiC und eine breite Akzeptanz. Unser nächster Schritt wird die Erweiterung des Produktportfolios sein, um den zunehmenden Bedarf an SiC in verschiedenen existierenden und neuen Anwendungsbereichen in unterschiedlichen Industrien zu decken.



Die Photovoltaikindustrie ist ein Early Adopter der SiC-Technologie mit üblicherweise hybriden SiC-Lösungen. Als nächstes wird die Industrie vollständige SiC-Lösungen für Umrichter sehen. (Bild: Infineon Technologies AG)

## Young Engineer Award // IGBT-Treiberschaltung mit integrierter Messung der Sperrschichttemperatur und des Laststromes

Innovative Treiberschaltungen mit integrierten Messfunktionen sind eine interessante Möglichkeit zur weiteren Reduzierung von Sensorkosten und -bauraum in leistungselektronischen Systemen. Ein Beispiel ist die auf der PCIM Europe 2017 Konferenz präsentierte neue Treiberschaltung, die während des Wechselrichterbetriebes die Sperrschichttemperatur und den Laststrom eines IGBT oder MOSFET

Leistungshalbleiters misst. Die Bestimmung dieser Schlüsselgrößen mit einer Messgenauigkeit von 1 bis 5% bei geringen Zusatzkosten adressiert insbesondere die Bereiche funktionale Sicherheit und Diagnose, aber auch Derating-Strategien und einfache Regelungsaufgaben. Die neue Treiberschaltung (Bild 1) besteht im Wesentlichen aus einer konventionellen Treiberendstufe, die um zwei einfache Messsysteme erweitert wurde. Durch eine kurzzeitige Überlagerung der Gatespannung mit einem sinusförmigen Identifikationssignal bestimmt das untere Messsystem die Temperatur des auf der Chipoberfläche befindlichen internen Gatewiderstandes  $R_{Gi}$ . Die Sperrschichttemperatur berechnet sich aus einer vordefinierten Sensorkennlinie

»Treiberschaltungen mit integrierten Messsystemen bieten einen großen Kundennutzen zum kleinen Preis.«

$T_J = f(R_{Gi})$  und einer Kalibrierung bei Raumtemperatur. Zur Bestimmung des Laststromes wird mit dem oberen Messsystem der Spannungsabfall über der Kollektor-

Emitter-Strecke abgekoppelt. Die Strommessung profitiert von einer sehr großen Empfindlichkeit, welche um Faktor 10 größer ist als die eines annehmbaren Messwiderstandes. Die hohe Messgenauigkeit wird schließlich durch eine Kompen-

sation des Sperrschichttemperatureinflusses mit einer vordefinierten Sensorkennlinie  $I_C = f(U_{CE(on)}, T_J)$  erreicht. Zur Erprobung der Treiberschaltung wurde diese in einen automobilen Antriebsumrichter integriert (Bild 2). Die von der Treiberschaltung gemessene Sperrschichttemperatur  $T_{J,DR}$  und der Laststrom  $I_{C,DR}$  stimmen gut mit einer Thermografiekamera und einem konventionellen Stromsensor überein. Aus weiteherer Sicht ist eine Genauigkeit von 1 bis 5% mit vertretbarem Aufwand gut realisierbar. Im Falle von MOSFETs (Si oder SiC) sind aufgrund deren linearer Ausgangskennlinie noch bessere Ergebnisse zu erwarten. Zudem können hier die Freilaufdioden entfallen, sodass die Treiberschaltung den Strom durch den Halbleiter in Vorwärts- und Rückwärtsrichtung zu messen ver-

mag. Damit besitzt das vorgestellte Treiberkonzept ein großes Weiterentwicklungspotenzial im Hinblick auf SiC-MOSFETs.

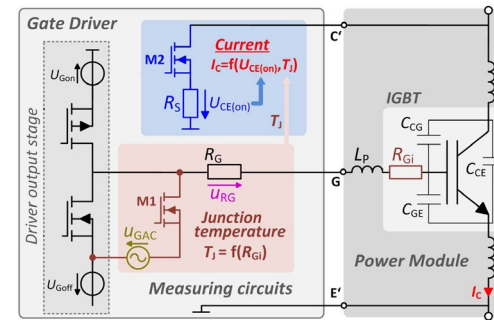
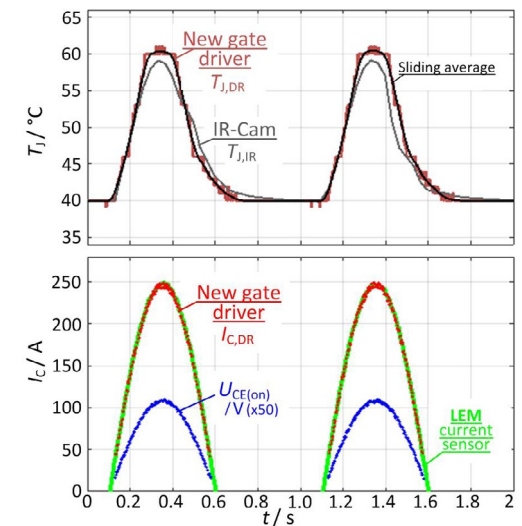


Bild 1: Treiberschaltung mit integrierten Messsystemen (Bild: Uni Bayreuth)



**Dr.-Ing. Marco Denk,**  
Universität Bayreuth  
Gewinner des PCIM Europe YEA 2017

Bild 2: Erprobung in einem automobilen Antriebsumrichter (Bild: Uni Bayreuth)





## Information // Das PCIM Europe-Team stellt sich vor

Die Erstausgabe der Insights möchten wir gerne zum Anlass nehmen, Ihnen einmal die Menschen vorzustellen, die vor und hinter den Kulissen schon jetzt daran arbeiten, dass die PCIM Europe 2018 für alle Beteiligten ein voller Erfolg wird:

### Jürgen Handte

Als Projektleiter im Ausstellerservice ist Herr Handte erster Ansprechpartner für alle Fragen im Zusammenhang mit Messe- und Systemständen, Auf- und Abbau und dem Servicehandbuch Online.

### Lisette Hausser

Frau Hausser leitet seit vielen Jahren den Veranstaltungsbereich PCIM Europe und PCIM Asia und repräsentiert diesen in allen externen Angelegenheiten.

### Linda Heinemann

Frau Heinemann ist stellvertretende Bereichsleiterin und Ansprechpartnerin für die Karriereplattform der PCIM Europe. Des Weiteren unterstützt sie die chinesischen Kollegen bei der Organisation der PCIM Asia.

### Franziska Hesse

Als Projektleiterin im Messteam betreut Frau Hesse die Aussteller in Halle 6 und Halle 9 sowie den gesam-

ten Themenbereich E-Mobility. Darüber hinaus ist sie für das Besuchermanagement im Rahmen der Fachmesse zuständig.

### Melanie Hirth

Auch Frau Hirth ist Projektleiterin im Messteam, betreut in dieser Funktion die Aussteller in Halle 7

sowie alle übergeordneten Ausstellerthemen. Darüber hinaus ist sie für Verkauf und Koordination der Sponsoringmöglichkeiten zuständig.

### Daniela Käser

Als Projektassistentin im Konferenzteam ist Frau Käser für das Referenten- und Teilnehmerhandling

zuständig. Vor Ort empfängt sie am Konferenzcounter Referenten und Teilnehmer und unterstützt bei der Organisation des Rahmenprogramms.

### Katharina Kato

Frau Kato ist stellvertretende Leiterin des zentralen Assistenzteams bei Mesago und u. a. für das Ausstellerhandling sowie die Erstellung der Forenprogramme zuständig. Vor Ort steht sie am Mesago-Stand Ausstellern und Besuchern mit Rat und Tat zur Seite.

### Annika König

Frau König ist Projektleiterin im Konferenzteam mit Fokus auf alle die Konferenz betreffenden Marketing- und Social Media Aktivitäten.

»Wir bringen jeden Tag vollen Einsatz dafür, dass die PCIM Europe für Aussteller, Besucher und Konferenzteilnehmer zum Erfolg wird.«



V. l. n. r.: Sophie Pfauter, Daniela Käser, Maxi Trapp, Katharina Kato, Jürgen Handte, Lisette Hausser, Linda Heinemann, Franziska Hesse, Kirsten Speth, Alesia Ladenburger, Melanie Hirth, Anna Schulze Niehoff, Annika König

### Alesia Ladenburger

Frau Ladenburger ist Projektleiterin im Messteam und befindet sich momentan in Elternzeit.

### Sophie Pfauter

Als Projektleiterin Marketing-Kommunikation ist Frau Pfauter für alle die Fachmesse betreffenden Marketing- und Social Media Aktivitäten zuständig. Darüber hinaus ist sie Ansprechpartnerin für Medienkooperationen und Schnittstelle zur PR-Abteilung.

### Anna Schulze Niehoff

Frau Schulze Niehoff absolviert bei Mesago eine Ausbildung zur Veranstaltungskauffrau und unterstützt während der PCIM Europe tatkräftig am Konferenzcounter.

### Kirsten Speth

Frau Speth ist Senior Projektleiterin im Konferenzteam und erste Ansprechpartnerin für die Konferenzdirektoren und den gesamten Fachbeirat. Sie ist federführend für die inhaltliche Abstimmung des Programminhalts sowie für die Organisation der Seminare und Tutorials zuständig.

### Maxi Trapp

Frau Trapp ist Projektleiterin mit Fokus auf Identifikation, Akquisition und Beratung neuer Ausstellungskunden. Vor Ort führt sie Interessierte über die Messe und zeigt verschiedene Möglichkeiten einer Messebeteiligung auf.