



ren Höchststand an Platinen-Bestellungen erreicht, getrieben durch die starke Nachfrage in der Automobilindustrie und erneuerbare Energien. Für das Jahr 2011 erwartet der ZVEI für den deutschen Leiterplattenmarkt eine Umsatzsteigerung von knapp 10 % auf 1,438 Mrd. Euro (Stand: 11/2010). Gemäß dem VDMA wurde Mitte 2010 im Anlagenbau für die Elektronikfertigung das Vorkrisenniveau wieder erreicht.

Zu den technologischen Herausforderungen zählen die Auswahl geeigneter Basismaterialien, verbessertes Wärmemanagement in der Leiterplatte, die Kombination von Steuer- und Leistungselektronik auf einem Board oder auch die optimale Kontaktierung der Leistungsbauteile. Die möglichst frühe Zusammenarbeit von Leiterplattenherstellern und Anwendern ist dabei entscheidend für eine erfolgreiche Produktentwicklung, resümiert er, der seine Freude darüber nicht verhehlen kann, dass sich 310 Teilnehmer aus fünf Ländern und rund 175 Unternehmen dieses Event nicht entgehen lassen wollten. Darüber hinaus war die begleitende Ausstellung mit 26 ausstellenden Firmen restlos ausgebucht.

Um den technischen Herausforderungen besser begegnen zu können, habe Bayern Innovativ als Projektträger von BAIKEM, der Bayerischen Innovations- und Kooperationsinitiative Elektronik/Mikrotechnologie, das 7. Kooperationsforum Leiterplattentechnologie, mit dem Schwerpunkt Leistungselektronik organisiert, erklärt der Geschäftsführer. Die Ausrichtung erfolgte gemeinsam mit dem ZVEI Bayern, dem VDMA Bayern, dem FED e. V. und dem ECPE e. V./ Cluster Leistungselektronik, und wurde durch das Bayerische Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie unterstützt.

Experten aus Wirtschaft und Wissenschaft berichteten über aktuelle Entwicklungen im Bereich der Basismaterialien, Aufbauvarianten von Hochstrom- und Hochspannungs-Leiterplatten mit geschirmter Niederspannungs-Steuerungselektronik, Simulationen und Leiterplattendesign für effizientes Wärmemanagement und Temperaturzyklenfestigkeit sowie über Hochstromsteckverbindungen zur Anbindung von Leistungshalbleitern und Verbrauchern. Die vorgestellten Anwendungsbereiche erstreckten sich auf industrielle Antriebstechnik, Elektrofahrzeuge, regenerative Energieerzeugung und -verteilung sowie Hochleistungs-LED-Beleuchtung.

Das Forum mit begleitender Fachausstellung bot eine Plattform zur Information über aktuelle Entwicklungen und zum direkten Kontakt von Experten mit potenziellen Kunden und Anwendern für zukünftige Innovationen in den Wachstumsmärkten Leiterplattentechnologie und Leistungselektronik. Den ersten Teil moderierte Hans J. Friedrichkeit, Inhaber von PCB-Network; durch den zweiten Teil führte Dr. Rupert Tkotz, leitender Projektmanager BAIKEM von Bayern Innovativ.



Dr. Rupert Tkotz  
von Bayern Innovativ



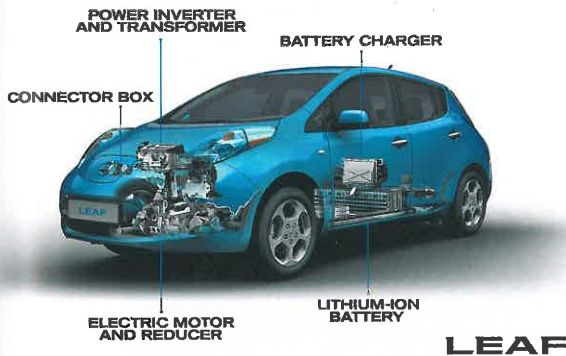
Hans J. Friedrichkeit  
von PCB-Network

## Die Keynote

Windkraft, Photovoltaik und eMobility sind für Hans J. Friedrichkeit die aktuellen Megatrends: Gestützt auf die Zahlen von JEI (Stand: 05/2008) soll sich der Green-Energy-Markt bis zum Jahr 2017 auf 254 Mrd. US\$ belaufen, ausgehend von 77 Mrd. US\$ im Jahr 2007. Dabei nehmen im Jahr 2017 die Windkraft mit voraussichtlichen 83 Mrd. US\$ Umsatz (ein Plus von 177 %) und die Photovoltaik mit einem voraussichtlichen Umsatzanteil von 74 Mrd. US\$ (ein Plus von 270 %) den Löwenanteil ein. In seinem Vortrag *Die Leistungselektronik fordert die Leiterplatte* ließ er denn auch keinen Zweifel daran, dass nicht nur die Leiterplattentechnik sondern die dahinter stehenden Hersteller extrem gefordert sind, und zügig handeln müssen. Sie dürften den Anschluss an diese Marktentwicklungen nicht verpassen und sollten sich von der asiatischen Konkurrenz nicht den Rang ablaufen lassen, mahnt er. Denn: Die Vielfalt und Anforderungen bezüglich Hochstrom- und Hochvolt-Applikationen werden ständig zunehmen. Die Frage sei nur, was man daraus mache.

Der Blick nach China respektive Asien fällt da nicht schwer: Während man sich hierzulande darüber freut,

derzeit mit etwa 3800 Installationen von PV-Anlagen und etwa 7000 MWp im Jahr 2010 die Nummer 1 zu sein, holt China bei der Produktion merklich auf: Mit 3800 MWp im Jahr 2009 sei China der Weltmeister in der Solarzellenproduktion gegenüber der Produktion in Deutschland mit 2500 MWp, bekräftigt er mit Blick auf die hierfür wichtigsten Komponenten, die Wechselrichter. Sie wandeln den in den Photovoltaikzellen erzeugten Gleichstrom in netzkonformen Wechselstrom um und kommen wiederum ohne robuste Leiterplatten nicht aus. Eingedenk dessen, dass letztes Jahr die Wechselrichterindustrie Inverter für eine Leistung von 11 000 MWp produzierte – wobei der deutsche Marktanteil 6380 MWp betrug – und die mit knapp 40 % Marktanteil weltweit als Marktführer rangierende deutsche *SMA AG* im Jahr 2010 ihren Umsatz auf etwa 1,9 Mrd. € verdoppeln wird, lässt sich abschätzen, was für die Leiterplattenhersteller auf diesem Gebiet noch zu holen ist: Der Bedarf an Dickkupfer-Platinen wächst im Gleichschritt mit den installierten Photovoltaikanlagen.



Als erstes Elektromobil überhaupt wurde der Leaf von Nissan zum Auto des Jahres 2011 gekürt Quelle: Nissan

Deutlich klüger seien die Chinesen auch in anderer Hinsicht, schlussfolgert er weiter. Während sich Deutschland und Europa mit Hybrid- und Elektrofahrzeugen abmüht und sich mit Batterie-Technologien und anderen Hürden beschäftigt, sammeln die chinesischen Entwickler wertvolle Praxiserfahrung mit eBikes und eScootern. Das daraus gewonnene Know-how könne in die Weiterentwicklung von Elektroautos fließen, ist er zuversichtlich. Das Rennen um eMobility ist indes voll im Gange: *Nissan* etwa setzt alles auf eine Karte und präsentiert mit *Nissan Leaf*

das bisher erste Elektrofahrzeug eines namhaften Herstellers, das tatsächlich in Großserie geht. Etwa 50 000 Stück sollen da vom Band laufen. *Nissan* habe 5 Mrd. US\$ auf den Tisch gelegt, erläuterte *Francois Bancon*, Chefstrategie des japanischen Autobauers bei der Vorstellung. Die Rechnung scheint aufzugehen: *Nissan Leaf* wurde zum *Car of the Year 2011* gekürt und wird als Durchbruch der Elektroautos gefeiert, da es als erstes Elektromobil mit konventionellen Autos vergleichbar sei, urteilte die Jury. In Deutschland wird es voraussichtlich Ende dieses Jahres für rund 35 000 € zu haben sein. Doch auch die europäischen Autobauer rüsten nach. So schickt *Renault-Nissan* zwei Elektromobile ins Rennen, den *Fluence* und *Kangoo* und *BMW* will mit *iCar* ebenfalls Akzente setzen, erläutert *Friedrichkeit*.

### Neuartige Basismaterialien für höhere Systemstabilität

Solcherlei Anwendungen verlangen Spannungen bis zu 600 V und Ströme bis zu einigen hundert Ampere. Speziell im Automobil wird dabei gleichzeitig eine Temperaturzyklenfestigkeit von -50 °C bis 180 °C verlangt. Bisherige Lösungen in diesem Leistungsbereich verwenden oft Keramik als Leiterplattenmaterial und erfordern für die Montage von Bauelementen manuelle Tätigkeiten. Aus Kosten- und Prozessgründen geht auch für Hochleistungsleiterplatten der Trend zur Verwendung von dem üblicherweise benutzten Basismaterial FR4, einem Glasfasergewebe mit Epoxidharzfüllung. Auf Grund der im Vergleich zur Keramik geringeren Wärmeleitfähigkeit treten typische Ausfallmuster auf. Beispiele sind Mikrorisse im Basismaterial oder in Lötstellen, die durch unterschiedliche Ausdehnung der verwendeten Materialien beziehungsweise Temperaturdifferenzen auf der Leiterplatte entstehen.



Manfred Walchshofer von Panasonic Electric Works

Dem lässt sich durch neuartige Basismaterialien mit verbessertem Wärmemanagement begegnen, ist *Manfred Walchshofer*, European R & M von *Panasonic Electric Works Electronic*, zuversichtlich. Unabdingbar ist eine hohe Lötzuverlässigkeit, gepaart mit der Langzeit-Isolationszuverlässigkeit

(CAF) und Langzeit-Isolationszuverlässigkeit (CTI). Auch müssen bessere Lösungen zur Wärmeableitung her, erklärt er. In seinem Vortrag *Neue Anforderungen an Basismaterialien im Bereich der Leistungselektronik* stellte er nicht nur einen Leitfadens für hohe Lötzuverlässigkeit vor. Auch wurden diverse Tests vorgestellt, um CAF- und CTI-Beeinträchtigungen auf der Spur zu kommen. Kontinuierlich arbeitet *Panasonic* an neuartigen Basismaterialien: Beispielsweise sollen zusätzliche Füllstoffe in FR4-Basismaterialien deren Wärmeleitfähigkeit deutlich erhöhen und so für eine gleichmäßigere Wärmeverteilung auf der Platine sorgen. Derartig modifizierte Basismaterialien sollen noch 2011 auf den Markt kommen.

In seinem Vortrag *Spezialitäten in Dickkupfertech-*



Dr. Udo Bechtloff  
von KSG Leiterplatten

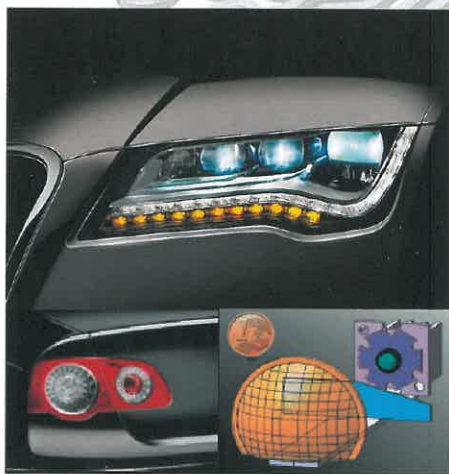
*nik* verdeutlichte *Dr. Udo Bechtloff*, Geschäftsführer von *KSG Leiterplatten*, die Wichtigkeit der richtigen Wahl des Basismaterials. Normale FR4-Materialien reichen für die heutigen Anforderungen an die Platine nicht mehr aus. Die höheren Betriebstemperaturen und eine höhere Lebensdauer ge-

paart mit einer gestiegenen Zyklenfestigkeit machen Z-Achsen-optimierte Basismaterialien erforderlich. Keramische Füllstoffe steigern die Zuverlässigkeit von Durchkontaktierungen in Multilayern und erhöhen damit deren Lebensdauer. Der Experte gab zudem einen Überblick auf verschiedene im Haus realisierte Wärmekonzepte, etwa für eine Sicherungsbox für Nutz- und Sonderfahrzeuge, für LED-Scheinwerfersysteme und für die DC/DC-Wandler in Elektro-Hybridautos. Dafür hält das Unternehmen auf die jeweilige Anwendung angepasste Entwärmungsmodelle bereit, etwa die IMS-Technologie, klassische Dickkupfer-, Inlay- und Heatsink-Techniken oder auch wassergekühlte Systeme. Am bekanntesten dürfte hierbei die Iceberg-Technologie sein.

## Höhere Ströme und effektivere Kühlung

Neben der Verwendung modifizierter Basismaterialien ist auch das Design der Leiterplatte als Trägersystem von entscheidender Bedeutung, um ein verbessertes Wärmemanagement in der Leiterplatte zu erreichen. Zusätzliche Kupferlagen in der Leiterplatte ermöglichen eine gleichmäßigere Temperaturverteilung. Laut *Harald Steininger*, Vertriebsleiter von Häusermann, wird so eine lokale Überhitzung an den Leistungsbauerelementen vermieden, was deren Lebensdauer deutlich erhöht. In seinem Vor-

### LED Scheinwerfersysteme



### Sicherungsbox Nutz-/Sonderfahrzeuge



### DC/DC Wandler 100 kW / Elektro-Hybridfahrzeug



Quelle/Silder: Automotive Lighting/Innomet

Beispiele für angewandtes Wärmemanagement

Quelle: KSG Leiterplatten



terplatte eingebettet ist. Die SMD-Pads der Hochstromschiene reichen an die Leiterplattenoberfläche und lassen sich direkt bestücken, was eine sehr effektive Kühlung ermöglicht. Die Kupfereinsätze können zudem seitlich aus der Leiterplatte herausragen, was weitere Anschlussmöglichkeiten eröffnet. Der Hauptvorteil der Lösung von *Andus* liegt bei der SMD-Bestückung dieser Leiterplatten: Die Konfiguration erlaubt den direkten Lötkontakt der Bauteile mit den innenliegenden Kupferquerschnitten von 10 mm<sup>2</sup> und mehr. Die Hochstromplatine lässt sich auch mit anderen Aufbau- und Verbindungstechniken kontaktieren. Charakteristisch für diese Technologie ist der hohe Freiheitsgrad beim Design der Massivkupferlagen. So findet sich für fast jede Anwendung eine technisch realisierbare Lösung.

Einen ebenfalls interessanten Ansatz verfolgt Schweizer Electronic: In seinem Vortrag *PCB-Hochstromtechnik für e-mobility* erläuterte *Manfred Grimmisen*, Project Manager/Product Development von *Schweizer Electronic*, die vier im Portfolio angebotenen Wärmemanagementansätze Wirelaid, Heavy Copper, Combi Board und Inlay Board. Die Wirelaid-Technik beherbergt Kupferflachdrähte als Hochstromleiter in den Innenlagen der Leiterplatten: Dadurch soll sie nicht nur eine Alternative zur großflächigen Dickkupfertechnik darstellen, sondern auch kompakte Bauweisen ermöglichen. Da sich die



Manfred Grimmisen  
von Schweizer Electronic

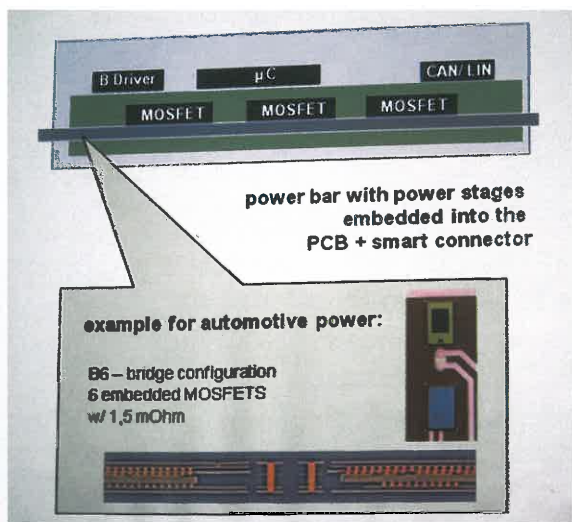
Drähte als Verbindung zwischen Leiterplatten verwenden lassen, können sie durchaus auch teure Steckkontakte ersetzen, versichert der Experte. Während das Wirelaid für Anwendungen bis 100 A ausgelegt ist, verträgt das Combi Board Stromleistungen bis 250 A und das robuste Inlay Board vermag gar 1000 A zu stemmen. Durch geeignete Kombination der vorgestellten Maßnahmen sei es möglich, die Temperaturen der Leistungsbaulemente um bis zu 50 % zu senken und die Temperaturunterschiede auf der Leiterplatte auf 20 °C zu begrenzen. Beachtung fand allerdings die Integration von MOSFETs in die Leiterplatte. Eingebettet in Dickkupfer-Platinen, sei eine gute Wärmespreizung gegeben, erläutert *Grimmisen*.



Dr. Eckart Hoene  
vom Fraunhofer IZM

Ein großer Vorteil der Verwendung von FR4-Basismaterialien und Kupfer ist, dass beim Leiterplattenhersteller etablierte Fertigungsprozesse verwendet werden können. Auf einfache und kostengünstige Weise lassen sich so Steuer- und Leistungselektronik gemeinsam auf einem Board integrieren, wodurch eine deutliche

Steigerung der Funktionalitäten möglich wird. Am *Fraunhofer IZM* in Berlin geht man sogar noch einen Schritt weiter, weiß *Dr. Eckart Hoene*, Leiter Leistungselektronik am *Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM* in Berlin, zu berichten. Im Zuge des Klimaschutzes werde es immer wichtiger, Leistungselektronik effizienter zu gestalten und passgerechter zur Verfügung zu stellen. Herausforderung hierbei ist das Packaging leistungselektronischer Komponenten, denn: Leistungshalbleiter sind Bauelemente mit vertikalem Stromfluss deren hohe Verlustleistung über einen Isolator abgeführt werden muss. Je höher also der thermische Wider-



Manfred Grimmisen von Schweizer Electronic stellte die Integration von MOSFETs in die Platine vor



Platinenexperten unter sich (von links): Andreas Schilpp (Würth Elektronik) und Lothar Oberender (Häusermann)



stand, desto größer die thermomechanische Wechsel- last und damit die Belastung der Baugruppe im Be- trieb. Durch die Wechsel- last ermüde die AVT und Risse entstünden, resümiert er die Problemstellung, mit der sich das *Fraunhofer IZM* derzeit beschäftigt. Packages seien erforderlich, mit denen mehr Strom durch die Halbleiter fließen kann, ohne dass es zu thermomechanischer Ermüdung kommt. Und genau das versucht man beim *Fraunhofer IZM* zu realisieren. Mit dem Lösungsansatz *Double Sided Cooling* soll sich die Lebensdauer künftig erhöhen: Die Küh- lung des Halbleiters erfolgt von oben und unten. Die Leistungshalbleiter werden direkt mittels Flip-Chip- Prozess in Innenlagen der Leiterplatte gebondet und verschwinden somit in der Leiterplatte. Mit dieser Technologie können Leistungshalbleiter um einen Faktor 2 höhere Leistung erbringen. *Dr. Eckart Hoene* ist überzeugt, dass sich dieses Verfahren mittelfristig durchsetzen wird.

## Gelungene Premiere

*Innovative Hochstrom-Steckverbindungen für Solar- und Automotive-Anwendungen* lautete der eher un- spektakuläre Titel des Vortrags von *Dr. Klaus Wittig*, Geschäftsführer von *Würth Elektronik ICS*. Jedoch wurde mit rhetorischer Glanzleistung zum ersten Mal einer breiten Öffentlichkeit ein völlig neuarti- ges Kontaktierungsverfahren vorgestellt, das eine komplette Systemebene einzusparen vermag. Die so genannte Direktsteckungstechnik, auch als *Wire-to-*



*Dr. Klaus Wittig* von *Würth Electronic ICS* stellte die neuartige *Wire-to-Board-Technik* vor: Links im Bild die vorbereitete Platine, rechts das erfolgte Durchstecken der Steckkontakte: Im Bild zu sehen ist das erfolgte Durch- stechen der Steckkontakte

Board-Konzept beschrieben, sorgt für die Anbindung von Leistungshalbleitern und Verbrauchern direkt auf die Platine, ohne löten oder einpressen zu müssen. Da hierdurch die Sockel für Steckverbinder auf einer Leiterplatte entfallen, kann eine komplette Systemebene eingespart werden, so dass Fertigungsprozesse signifikant vereinfacht und Kosten deutlich reduziert werden. Als Lieferant sei man mit drei wesentlichen Faktoren konfrontiert: Kostensparen, Qualität optimieren, Reaktivität steigern und schließlich die Projektplanung des Kunden zu erleichtern. Daher suchte man nach Alternativen zum teuren Stanzgitter. Nach zweijähriger Entwicklungszeit steht nun diese neuartige Verbindungstechnik zur Verfügung: Mit ihr sind großflächige Kontaktierungen möglich. Der Wegfall einer elektrischen Schnittstelle sorgt überdies für eine robustere Qualität. Ebenso lassen sich Löt- und Einpressprozesse einsparen. Die Direktsteckungstechnik *Wire-to-Board* entspricht sämtlichen EN-Normen und befindet sich im Moment noch im Feldtest. Die Kontaktgeometrien erfolgen stufenlos von Plug&Play auf Plug&Stay, Federkontakte sorgen für die Verriegelung. Konkret handelt es sich um vierschenkelige Kontakte, die große Kontaktflächen zwischen Hülse und Kontakt erlauben.

Die Diskussionen während des *BAIKEM*-Kooperationsforums über die vorgestellten technischen Möglichkeiten machten deutlich: Innovationen in der Leiterplattentechnologie für die Leistungselektronik erfordern eine intensive Zusammenarbeit in der gesamten Wertschöpfungskette. *Bayern Innovativ* arbeitet daher an der nächsten Auflage des Kooperationsforums Leiterplattentechnologie, das voraussichtlich am 24. Januar 2012 in Nürnberg stattfinden wird. -mrc-

Bayern Innovativ, Gewerbemuseumsplatz 2, 90403 Nürnberg,  
[www.bayern-innovativ.de](http://www.bayern-innovativ.de)

# PUMPEN

Magnetgekoppelte Kreiselpumpen

Tauchkreiselpumpen

## Erste Wahl bei Ätzpumpen

Mit Sonderwerkstoffen aus  
Titan, pulsationsfrei,  
gasdichter Ausführung und  
IE2 High Efficiency Motoren.

Kerzenfilter

# FILTER

Schnellwechselfilter

Filterstationen

Besuchen Sie uns auf der  
Hannover Messe | 4.-8. April  
Halle 6 | Stand D 40 (3.05)

[www.sager-mack.com](http://www.sager-mack.com)



Wegweisend im  
Fördern und Filtern

**SAGER**  
+  
**MACK**