



1

# Herz der Windmühle

**MODULE** – Wenn sich die Windmühlen drehen, steckt dahinter Leistungselektronik. In jeder zweiten Anlage bilden intelligente Leistungsmodule das Herz der Energieerzeuger.

Knapp 100 Gigawatt Leistung fahren die weltweit installierten Windenergieanlagen ein. SKiiP heißt das von Semikron in Nürnberg entwickelte ›Herz‹ der Windmühlen.

Intelligent ist das Power-Modul, da Kühlung, Gatetreiber, Temperatur- und Stromsensoren sowie Schutzfunktionen aufeinander abgestimmt sind. Das Modul schützt sich selbst, denn wenn Strom oder Spannung einen bestimmten Wert über- oder unterschreiten, schaltet es sich ab.

## INTELLIGENT UND STARK

Auch die ›Power‹ ist kein leeres Versprechen. Das IGBT-Subsystem SKiiP (Semikron integrated intelligent Power) gilt als das leistungsstärkste am Markt. »SKiiP reicht bis zu einem Megawatt und spielt damit in einer anderen Klasse als alle Wettbewerbsprodukte, die nur 50 Prozent der Leistung bringen«, sagt Dejan Schreiber. Er ist bei Semikron Elektronik für das Applikationsmanagement verantwortlich. »In Windanlagen spielt das intelligente Power-Modul diese Stärke perfekt aus und ist ein Renner der Leistungselektronik aus dem Hause Semikron.«

Hinter dem Modul steht eine Mannschaft von weit mehr als 100 Entwicklern, Vertriebsingenieuren und Produktverantwortlichen. Dejan Schreiber ist einer von ihnen. Er kennt den Markt für Windenergie seit mehr als 20 Jahren und geht weltweit bei allen Anlagenbauern ein und aus. »Es gibt kein System mit dieser Leistungsdichte und Strömen um die 1.000 Ampere«, sagt der Windenergieexperte. Semikron hat erstmals

Module in die Leistungselektronik eingeführt und damit ganz neue Potenziale erschlossen. Das weltweit erste Modul mit voneinander isoliertem Chip und Kühlkörper haben die Nürnberger bereits 1975 auf den Markt gebracht. Schreiber hat diese Entwicklung von Anfang an begleitet und versteht sich auch als Botschafter fürs Modul in anspruchsvollen Anwendungen: »In der Klasse von 20 und 30 Ampere reichen Schal-

**»SKiiP reicht bis zu einem Megawatt und spielt in einer höheren Leistungsklasse als andere Module«**

Dejan Schreiber ist der Kenner der Windenergiebranche bei Semikron





Bildquelle: Mike Vitschel (1+2)

2

ter mit einem Plus-Minus-Wechselausgang noch aus, aber bei höheren Strömen wie sie in großen Windanlagen entstehen, sind die Schalter technisch bald »ausgeschaltet«. Die Kunden haben uns mit ihren immer größeren Windanlagen diese konsequente Modulentwicklung ans Herz gelegt und kaufen sie uns regelrecht aus der Hand. In fast jeder zweiten Anlage steckt solch ein Modul.« Dabei hat sich SKiiP aufgrund der spezifischen Kundenwünsche auch ständig weiterentwi-

ckelt. Das Leistungsmodul gibt es jetzt schon mit der Zahl 3 im Namen und SKiiP 4 ist mittlerweile schon sehr viel mehr als ein Glitzern in den Augen seiner Entwickler im Hause Semikon. »SKiiP 4 wird bald an den Start gehen«, verspricht Thomas Grasshoff, der Leiter des Produktmanagements bei Semikon International.

### PRESSEN STATT LÖTEN

»Unabhängig von der Version, alle SKiiP-Generationen haben eins gemeinsam. Sie sind mit großer Sorgfalt entwickelt und produziert«, findet Grasshoff. »Denn Modul ist nicht gleich Modul.«

So hat SKiiP eine konstruktive Besonderheit: die Druckkontakttechnologie. Die Bodenplatte wird nicht gelötet. »Dadurch können wir dem Kunden höchste Last- und Temperaturwechselfestigkeit garantieren, die mit einem normalen Bodenplattenmodul nicht erreicht werden kann«, erklärt Produktmanager Ralf Herrmann. »Durch das Weglassen der Lotschicht zwischen der Keramik entfällt der mechanische Stress im Modul. Weniger ist hier mehr, denn jedes Material hat einen anderen Koeffizienten

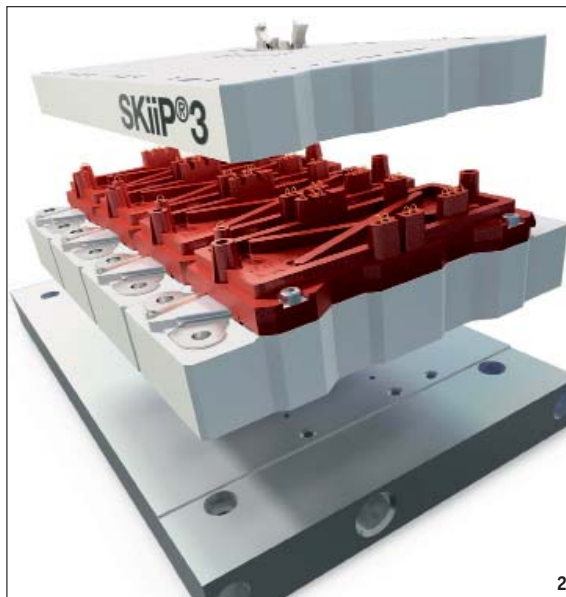
der Wärmeausdehnung, die im Falle der Wärmeausdehnung gegeneinander arbeiten. Wenn die Bodenplattenlötung entfällt, bereitet dieses kritische Element den Entwicklern keine Kopfschmerzen mehr«, und alles ist so einfach, wie Ralf Hermann beschreibt: »Das mit Halbleiterchips bestückte Keramiksubstrat – die DCB – wird direkt an den Kühlkörper gepresst, und die Grundplatte entfällt. Die Temperaturlastwechselfestigkeit ist fünfmal so hoch wie in Standardlösungen mit Grundplatte. Bei den rauen klimatischen Umgebungsbedingungen, wie dies bei Windenergieanlagen typisch ist, zählt sich das unmittelbar aus. Das Druckverfahren hat eindeutige Vorteile.« Durch Ausübung von mechanischem Druck über Druckplatte und Brückenelement wird der Anpressdruck gleichmäßig auf die komplette DCB-Fläche verteilt. Es entsteht eine sehr gute Verbindung zwischen der DCB und dem Kühlkörper und die Wärmeleitpastenschicht muss lediglich 10-20 µm betragen. Dies resultiert in einem bis zu 40 Prozent besseren thermischen Wärmewiderstand ( $R_{th(j-s)}$ ) verglichen mit Standardlösungen. Schreiber bringt es auf den Punkt: »Der >

### FAKTEN

- Beim SKiiP (Semikon integrated intelligent Power) entfällt die Grundplatte, wodurch weniger Lotschichten notwendig sind.
- Das ergibt einen geringeren thermischen Widerstand des Moduls. Die Temperaturlastwechselfestigkeit ist fünfmal so hoch wie in Standard-Modulen mit Grundplatte, auch bei rauen klimatischen Umgebungsbedingungen.



1



2

1 Thomas Grasshoff, Ralf Herrmann und Dejan Schreiber (von li. nach re.) der Produktionshalle ihres SKiiP.

2 Das SKiiP, mit integrierten Elementen wie Kühlung, Gate-Treiber, Stromsensoren und Schutzfunktionen, wurde explizit für den Einsatz in Windenergie-Applikationen entwickelt.

Verzicht auf die Kupfergrundplatte und der Einsatz der Druckkontakttechnologie haben einen viel besseren thermischen Widerstand als Lötmodule.« Der Applikationsmanager für die Windkraftwerke schwört auf die Druckkontakttechnik: »Keramik und Kühlkörper sind unverzichtbar in Leistungsmodulen. Das Pressen ist die für die verwendeten Materialien die bessere und einfachere Technologie als das Löten auf Keramik.« Mittlerweile haben die Pioniere der Modultechnik über 15 Jahre gute Erfahrung mit der Druckkontakttechnologie gesammelt.

## TEST IT

Doch pressen statt löten ist längst nicht das einzige Besondere an der SKiiP-Produktion. Die Liebe zum Detail am Modul zeigt sich auf jedem Meter in der großzügigen Produktionshalle: Dort werden zunächst zwei Kühlkörper – einer mit Wasser und der andere mit Luft gekühlt – eingesetzt. Die Wärmeleitpaste wird dann in einer Schicht von 10 bis 20 Mikrometer aufgedruckt und die Leistungsteile sowie der Treiber montiert. »Alles wird genauestens überwacht: Drehmoment und -winkel der Schrauben ...«, schildert Ralf Herrmann diesen Produktionsschritt: Doch das sorgfältige Produzieren des SKiiP ist nicht das »große Geheimnis des SKiiP«, außergewöhnlich ist das 100-prozentige Testen während aller Produktionsschritte, auch wenn das Leistungsmodul fertig zusammengesetzt ist, wird es wieder unter die Lupe genommen – »höchst unwahrscheinlich, aber es könnte sich ja ein Fehler eingeschlichen haben. Jeder SKiiP, der das Haus Semikron verlässt, ist getestet«, sagt Ralf Herrmann nicht ohne Stolz. »Getestet werden Einzelkomponenten wie zum Beispiel Stromsensoren und Treiber, die

wir von unseren Zulieferern bekommen und die dort schon geprüft wurden. Wir testen diese Einzelkomponenten als System.« In speziellen Kabinen werden die Module zum Beispiel einem mit einem Funktionstest kombinierten »Burn-in-Test« unterzogen. Herrmann erklärt den »Bodycheck« des Leistungsmoduls: »Wir prüfen im Funktionstest erst einmal ab, ob ein SKiiP funktioniert. Bei kleiner Leistung und geringem Strom, wie zum Beispiel 35 Ampere und 300 Volt, wird die Funktion überprüft und Fragen beantwortet: Verlässt der links eingeleitete Strom das Modul auch an der dafür vorgesehenen Stelle rechts, und kommen alle Signale an der richtigen Stelle an?«

Danach wird der SKiiP unter Volllast betrieben, je nach Typ sind das 900 bis 1.200 Volt. Zusätzlich zum Funktionstest werden dann einzelne Parameter oder Komponenten wie Sensoren getestet.

Beim Stromsensor wird getestet, ob er bei zuviel Strom tatsächlich abschaltet und ob er unterhalb dieses Levels den SKiiP nicht abschaltet. Solche Voreile könnte einen ärgerlichen Stillstand und hohe Kosten der Windanlage bewirken.

Auch die Isolationsfähigkeit der Komponenten wird in den Testkabinen auf die Probe gestellt. »Das Besondere daran ist, dass nach dem Isolationstest nochmals die Funktion des Moduls erprobt wird, denn es könnte ja sein, dass nach dem stressigen Isolationstest ein SKiiP beschädigt wurde«, begründet Herrmann die große Vorsicht.

## BURN-IN STATT BURN-OUT

Die Königsdisziplin der Tests ist der »Burn-in-Test«. »Beim »High-Reliability-Test« muss der SKiiP zwischen 90 und 120 Minuten unter rauen Realbedingungen beweisen, ob alles perfekt läuft. Wir müssen absolut sicher

sein, dass der Kunde ein fehlerfreies Produkt erhält«, begründet Herrmann die Tests an der Spezifikationsgrenze.

Für seinen Kollegen Dejan Schreiber und die Kunden in der Windenergieerzeugung ist es selbstverständlich, dass das leistungselektronische Herz der Windmühle keine Probleme macht. Schreiber: »SKiiP leistet als robuste Blackbox in der Windenergieanlage lebenslange Dienste. Sie wird dabei kaum bemerkt, da sie immer funktioniert – unabhängig von Temperaturen, Strömen und Geschwindigkeiten.« Das Thema Zuverlässigkeit spielt bei Leistungen im Megawattbereich eben eine besonders wichtige Rolle, ergänzt Thomas Grasshoff: »Deshalb setzen viele Anlagenbetreiber auf SKiiP. In Zahlen ausgedrückt heißt das: SKiiP verzeichnete allein im Jahr 2006 ein Wachstum von 85 Prozent.«

## NEUE GENERATION FOLGT

Wie die Erfolgsgeschichte weitergeht, wird sich mit der neuen SKiiP-4-Generation zeigen. Die kleinen Hinweise aus der Elektronikentwickler-Schmiede machen neugierig. »Wir werden die Sinter-Technologie einbinden und deshalb kein Lot im Leistungsmodul mehr haben und wir setzen auf digitale Treiber ...« Dejan Schreiber freut sich heute schon auf die Reaktion seiner Kunden: Schließlich möchte er sein Leistungsmodul weltweit in allen großen Windmühlen sehen – und je größer die Windmühle, »desto besser sind die Chancen, dass unsere Module das Herzstück der Leistungselektronik stellen«, rechnet sich der Windenergiespezialist von Semikron aus.

Peter Schäfer