

## 5.1. Porträt der Danfoss Silicon Power GmbH

---

Danfoss Silicon Power GmbH wurde im August 1998 als 100%ige Tochter der dänischen Danfoss Drives A/S, Graasten, in Nortorf gegründet. Seit Mai 2000 werden am neuen Standort in Schleswig im Industriegebiet St. Jürgen elektronische Leistungsmodule für einen weltweiten Markt produziert. Für die kontinuierliche Ausweitung der Geschäftsaktivitäten steht auf einem Gelände von ca. 40.000 m<sup>2</sup> eine überbaute Fläche von 4.500 m<sup>2</sup> für Entwicklung, Produktion, Logistik und Administration zur Verfügung. Danfoss Silicon Power GmbH beschäftigt heute 65 Mitarbeiter in Fertigung und Entwicklung.



**Bild 4-1:**

Der Firmensitz von Danfoss Silicon Power im Gewerbegebiet St. Jürgen, Schleswig.

Der Danfoss Konzern weitet mit der Aktivität seines jungen Tochterunternehmens in Schleswig seine Kompetenz auf dem Gebiet der Industrieelektronik weiter aus. Kunden für Leistungsmodule sind sowohl mittelständische Hersteller von elektrischen Antrieben, Automobilhersteller und -zulieferer sowie führende internationale Unternehmen der Elektronikbranche.

Danfoss Silicon Power liefert Leistungsmodule in allen üblichen Standardgehäusen, realisiert jedoch überwiegend kundenspezifische Wünsche. Für hohe Leistungen und auch bei mobilen Anwendungen von Leistungsmodulen hat Danfoss Silicon Power unter anderem spezielle wassergekühlte Ausführungen entwickelt.

## 5.1. Porträt der Danfoss Silicon Power GmbH

---

### Die Fertigung der Leistungsmodule

Die Produktion von Leistungsmodulen erfolgt in einem 900 m<sup>2</sup> Reinraum unter Einsatz modernster Maschinen. Für eine Erweiterung der Produktionsfläche stehen im Gebäude noch einmal ca. 700 m<sup>2</sup> vorbereitete Fläche zur Verfügung.



**Bild 4-2:**  
Halbleiterbestückungslinie im Reinraumbereich  
der Fertigung

Modernste Produktionsanlagen sorgen für eine weitgehend automatisierte Bestückung der Module direkt vom Halbleiter-Wafer. Speziell geschulte Mitarbeiter programmieren und überwachen die Abläufe an den sogenannten "Assembly Centern", dabei wird auf eine "ruhige und gewissenhafte Hand" der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter nicht verzichtet. Auch für teilmanuelle Arbeitsschritte gilt die Unternehmensverpflichtung zu höchster Qualität der Produkte.

"Unsere Kunden werden mit gleichbleibender Qualität auf höchstem internationalem Niveau beliefert," erklärte die Geschäftsleitung von Danfoss Silicon Power. "Dies ist einer der Gründe warum die gesamte Fertigung bis hin zum elektrischen Endtest unter Reinraumbedingungen stattfindet".

## 5.1. Porträt der Danfoss Silicon Power GmbH

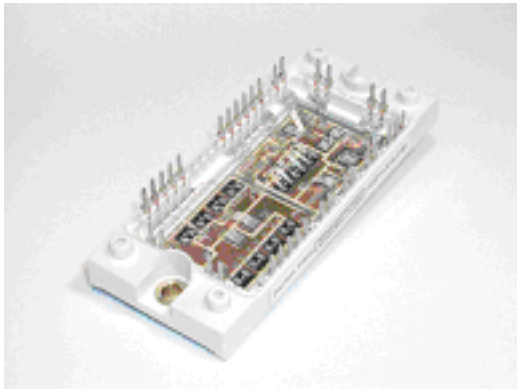
---

### Der Aufbau von Leistungsmodulen

Elektronische Leistungsmodule bestehen im allgemeinen aus einer Anzahl von Leistungs-Transistoren, die in der Lage sind, Ströme von ca. 10 Ampere bis zu einigen 1000 Ampere bei hohen Frequenzen zu schalten. Zum Einsatz kommen IGBTs, MOSFETs und Dioden von nahezu allen Halbleiterherstellern. In der Regel weisen jedoch verschiedene Leistungshalbleiter auch sehr unterschiedliche Eigenschaften im Fertigungsprozess auf. Stets jedoch müssen lunkerfreie Chip-Substratlötungen und exakt reproduzierbare Drahtbondqualitäten erreicht werden. Danfoss besitzt das Know How eine Vielzahl von Chip-Metallisierungen fast aller namhafter Chiplieferanten in seinen Prozessen verarbeiten zu können.

Besondere Bedeutung für den Kunden besitzen die Lötungen von Halbleitern auf Substraten und Substraten auf Wärmesenken. Eine solche Lötung muss sowohl elektrische wie auch thermische Höchstleistungen vollbringen. Dies wird in Schleswig mit proprietären Verfahrenstechniken erreicht. Schlüsselparameter in den Prozessen werden in 6-Sigma Qualität ausgeführt! Zusätzlich werden schon seit Jahren die Leistungsmodule ausschließlich bleifrei gelötet und sind damit für die kommenden Verordnungen auf dem europäischen, amerikanischen und asiatischen Markt vorbereitet.

Besondere Anforderungen werden dabei an einen äußerst kompakten Aufbau der gesamten Anordnung gestellt. Die Ingenieure von Danfoss Silicon Power sind erfahren im Umgang mit modernsten Halbleitern und innovativen Materialien, um bei minimalen Abmessungen die unvermeidlichen Verlustleistungen abzuführen.



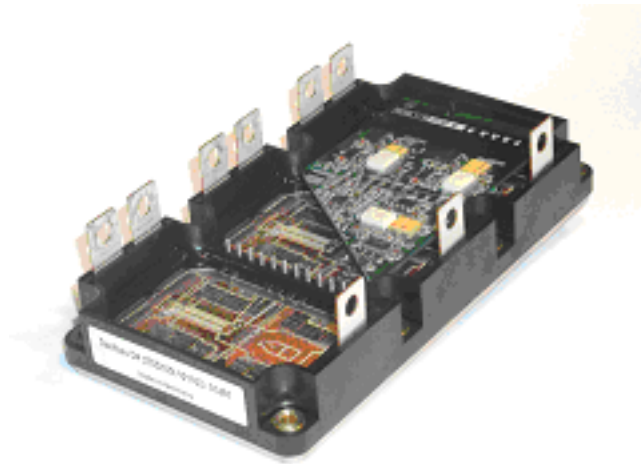
**Bild 4-3:**

Beispiel eines Leistungsmoduls im Standardgehäuse mit kundenspezifischer IGBT-Transistoren Bestückung.

## 5.1. Porträt der Danfoss Silicon Power GmbH

---

In mobilen Anwendungen („on-road“ wie auch „off-road“ aller Art) werden zukünftig Leistungsmodule nicht nur für die zahlreichen Komfort- Nebenaggregate benutzt, sondern für den Antrieb. Danfoss trägt diesem Trend bereits heute Rechnung durch ein Hochleistungsmodul mit integrierten Treiberschaltungen und Schutzeinrichtungen.



**Bild 4-4:**

3-Phasen Vollbrückenmodul für mobile Inverter, hier am Beispiel eines 350A - 48V MOSFET-Invertermoduls für Gabelstaplerantriebe

Kundenspezifische Leistungsmodule sind die Spezialität von Danfoss Silicon Power. Diese Module zeichnen sich durch die individuelle Ausführung von Chipbestückung, Gehäusungstechnik und Kühlkörperdesign aus. Mit einer neu entwickelten Flüssigkühlertechnik lassen sich die Leistungsdichten weiter erhöhen. Es wird bei diesem Verfahren eine computeroptimierte Verwirbelungstechnik benutzt, die den Wärmetransfer aus der Bodenplatte in den Flüssigkeitsstrom deutlich verbessert. Kunden können durch ein zeit- und kostensparendes Rapid Prototyping ihre individuellen Leistungsmodule entwickeln und fertigen lassen. Dies gilt sowohl für Module mit als auch ohne Flüssigkühler.

Die hohen thermischen und mechanischen Belastungen während des Betriebes der Baugruppen können mit den kundeneigenen Lastzyklen bei Danfoss Silicon Power simuliert werden und auf diese Weise wird eine Lebensdauer-Prognose erarbeitet. So kann, noch bevor aufwendige Hardware erzeugt wird, die geplante technische Lösung in Simulationen überprüft werden.

## 5.1. Porträt der Danfoss Silicon Power GmbH

---

### Anwendungen für Leistungsmodule

Die Steuerung und Regelung von großen elektrischen Verbrauchern steht heute und zukünftig im Mittelpunkt bei dem Bemühen, industrielle Prozesse zu optimieren und elektrische Energie äußerst ökonomisch einzusetzen.

Haupteinsatzgebiet von Leistungsmodulen ist die Drehzahlregelung von elektrischen Gleich- und Drehstrommotoren von ca. 400 Watt bis zu mehreren 100.000 Watt. Diese Motoren findet man zum Beispiel in Waschmaschinen, Pumpen, Lüftern, Förderbändern, Rührwerken und Werkzeugmaschinen. Die Anwender von Leistungsmodulen können bis zu 30% elektrische Energie einsparen gegenüber dem ungeregelten Betrieb von großen Verbrauchern.

Von besonderer Bedeutung werden in den kommenden Jahren sogenannte mechatronische Systeme sein, in denen elektrische Antriebe und Aktuatoren mit intelligenter Elektronik für immer bessere und zuverlässigere Produkte sorgen. Zukünftig werden Motoren gleich mit integrierten Umrichtern und Leistungsmodulen an die Kunden weitergegeben.

Danfoss Silicon Power setzt auf diesen Trend, denn er findet sich auch in anderen Branchen: Die weltweite Automobilindustrie plant und realisiert zunehmend Komponenten zum rein elektrischen Betrieb von Servolenkungen, Pumpen- und Beleuchtungssteuerungen bis hin zu elektrisch unterstützten Bremsen als Substitut für hydraulische Systeme im Kraftfahrzeug. Ein Schlüssel zur Umsetzung dieser Visionen ist das Packaging von Leistungsmodulen für den kontrollierten Umgang mit hohen elektrischen Strömen.

Ein weiteres Wachstumsgebiet sind nach Einschätzung der Geschäftsleitung die zukünftigen elektrischen Primärtriebe von Kleinfahrzeugen, Personenwagen und auch Nutzfahrzeugen bis hin zu landwirtschaftlichen Fahrzeugen. "Zunächst werden dieselelektrische Antriebe und bald auch mit Brennstoffzellen betriebene Fahrzeuge kommen", ist die feste Überzeugung der Geschäftsleitung.



**Bild 4-5:**

Frequenzumrichter für elektrische Antriebe von Danfoss Drives A/S

## 5.1. Porträt der Danfoss Silicon Power GmbH

### Der Markt der Leistungsmodule

Der Weltmarkt der Halbleitertechnik weist über die vergangenen Jahre ein stetiges Wachstum auf. Folgt man der Studie „Worldwide Market for Power Semiconductors 2001“ (INTEX Management Services, IMS), so wird das mittlere Marktwachstum in den Jahren 2000 bis 2005 regional unterschiedlich zwischen 10,2% und 11,8% angenommen.

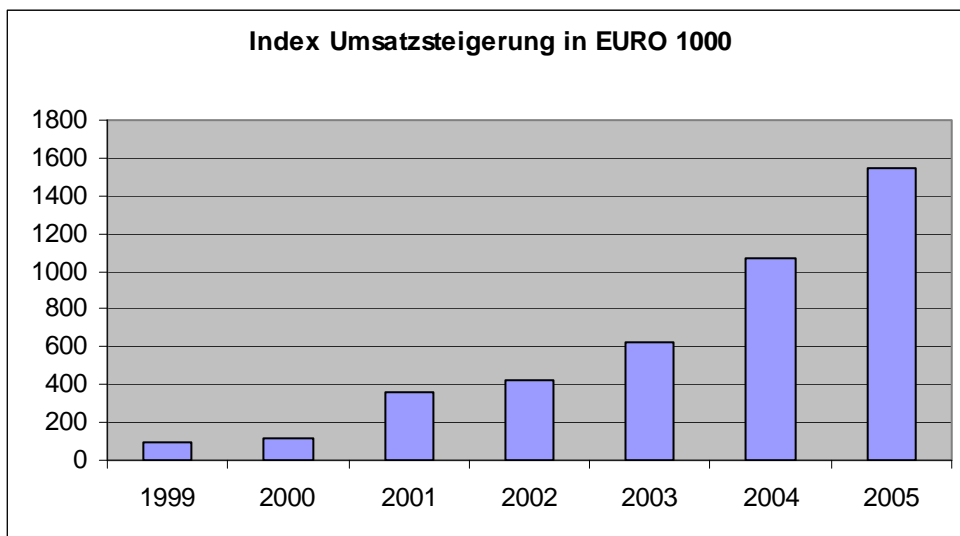
**THE WORLD MARKET FOR POWER MODULES**  
(millions of dollars)

|          | 2000   | 2001   | 2002   | 2003   | 2004   | 2005   | CAGR  |
|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
| Europe   | 347,2  | 375,2  | 411,2  | 460,4  | 512,4  | 584,6  | 11,0% |
| Americas | 206,4  | 209,4  | 223,6  | 253,6  | 288,1  | 335,3  | 10,2% |
| Asia     | 485,3  | 521,3  | 572,7  | 654,4  | 750,2  | 848,2  | 11,8% |
| World    | 1038,9 | 1105,9 | 1207,5 | 1368,4 | 1550,7 | 1768,1 | 11,2% |

Source: IMS 2001

Erfreulich ist, dass Analysten speziell für den weltweiten Markt der Leistungsmodule ein noch kräftigeres Wachstum erwarten.

Aus den Marktzahlen leitet das Unternehmen den folgenden Trend für die Entwicklung des Umsatzes ab:



### Für weitere Informationen wenden Sie sich bitte an:

Danfoss Silicon Power GmbH  
Claus Petersen  
Geschäftsleitung  
Heinrich-Hertz-Straße 2  
24837 Schleswig

Tel.: 04621 - 9512-0  
Fax: 04621 - 9512-10  
Email: DSP-INFO@danfoss.com  
Homepage: <http://www.danfoss.com>