Application Note AN 2006-05
V2.1, Februar 2013

EconoDUAL™3

Montagehinweise / Anwendungshinweise

IFAG IPC MP

Edition 2013-02-01
Published by
Infineon Technologies AG
59568 Warstein, Germany
© Infineon Technologies AG 2010.
All Rights Reserved.

Attention please!

THE INFORMATION GIVEN IN THIS APPLICATION NOTE IS GIVEN AS A HINT FOR THE IMPLEMENTATION OF THE INFINEON TECHNOLOGIES COMPONENT ONLY AND SHALL NOT BE REGARDED AS ANY DESCRIPTION OR WARRANTY OF A CERTAIN FUNCTIONALITY, CONDITION OR QUALITY OF THE INFINEON TECHNOLOGIES COMPONENT. THE RECIPIENT OF THIS APPLICATION NOTE MUST VERIFY ANY FUNCTION DESCRIBED HEREIN IN THE REAL APPLICATION. INFINEON TECHNOLOGIES HEREBY DISCLAIMS ANY AND ALL WARRANTIES AND LIABILITIES OF ANY KIND (INCLUDING WITHOUT LIMITATION WARRANTIES OF NON-INFRINGEMENT OF INTELLECTUAL PROPERTY RIGHTS OF ANY THIRD PARTY) WITH RESPECT TO ANY AND ALL INFORMATION GIVEN IN THIS APPLICATION NOTE.

Information

For further information on technology, delivery terms and conditions and prices please contact your nearest Infineon Technologies Office (www.infineon.com).

Warnings

Due to technical requirements components may contain dangerous substances. For information on the types in question please contact your nearest Infineon Technologies Office. Infineon Technologies Components may only be used in life-support devices or systems with the express written approval of Infineon Technologies, if a failure of such components can reasonably be expected to cause the failure of that life-support device or system, or to affect the safety or effectiveness of that device or system. Life support devices or systems are intended to be implanted in the human body, or to support and/or maintain and sustain and/or protect human life. If they fail, it is reasonable to assume that the health of the user or other persons may be endangered.

AN 2006-05

Revision History: 2011-01-31 V2.0
Actual Version: 2013-02-01 V2.1
Major changes since last revision: Additional chapter 9.Climatic conditions; chapter 2.2.4 typ. press-in force 110N/ pin.

Author: Martin Knecht (IFAG IMM INP MP)

We Listen to Your Comments

Any information within this document that you feel is wrong, unclear or missing at all? Your feedback will help us to continuously improve the quality of this document. Please send your proposal (including a reference to this document) to: [IGBT.Application@infineon.com]

Inhaltsverzeichnis

1 Allgemeines 4
1.1 Allgemeine Anwendungshinweise 4
1.2 Umgang mit elektrostatisch empfindlichen Bauelementen 4

2 Montage des Treiberboards auf dem Modul 5
2.1 Montage des Treiberboards auf einem Lötmodul 5
2.1.1 Anschrauben der Leiterkarte 5
2.2 Montage des Treiberboards auf einem PressFIT-Modul 7
2.2.1 Anforderungen an die Leiterplatte 7
2.2.2 Der Einpressvorgang 9
2.2.3 Das Einpresswerkzeug 10
2.2.4 Die Einpresskräfte 11
2.2.5 Zusätzliche Anschraubung der Leiterkarte 11

3 Beschaffenheit des Kühlkörpers für die Modulmontage 11

4 Auftrag der Wärmeleitpaste 12
4.1 Auftrag von Wärmeleitpaste im Siebdruckverfahren 12
4.2 Alternativer Auftrag von Wärmeleitpaste mit Roller oder Spachtel 13

5 Modulmontage auf dem Kühlkörper 14
5.1 Schrauben für die Modulmontage auf dem Kühlkörper 14
5.2 Montageprozess auf dem Kühlkörper 14

6 Montage der Laststromverschienung 16
6.1 Optimale zugentlastete Lastanschlussmontage 17

7 Einsatz unter Vibrations- und Schock-Belastungen 18

8 Lagerung und Transport von IGBT-Modulen 18

9 Klimatisch Bedingungen im aktiven, stromführenden Betrieb von EconoDUAL™ 3 Modulen 18

1 Allgemeines

1.1 Allgemeine Anwendungshinweise

Die Einhaltung der Anforderungen an Infineon IGBT-Module werden durch entsprechende Zuverlässigkeitsprüfungen und durch die in der Produktion durchgeführten 100% Endprüfungen sichergestellt.

Höchstzulässige Werte in den jeweiligen Produktdatenblättern und Anwendungshinweisen sind absolute Grenzwerte, die grundsätzlich – auch für kurze Zeit – nicht überschritten werden dürfen, da dies die Zerstörung der Bauelemente zur Folge hat.

Die Anwendungshinweise in diesem Dokument können nicht jede Art von Anwendungen und Bedingungen abdecken. Die Anwendungshinweise ersetzen daher keinesfalls eine eingehende Beurteilung und Überprüfung der Eignung für die von Ihnen angestrebten Anwendungen durch den Anwender bzw. durch seine technischen Abteilungen. Die Anwendungshinweise werden daher unter keinen Gesichtspunkten Gegenstand liefervertraglicher Gewährleistung, es sei denn, der Liefervertrag bestimmt schriftlich etwas anderes.

1.2 Umgang mit elektrostatisch empfindlichen Bauelementen

IGBT-Module sind elektrostatisch empfindliche Bauelemente. Elektrostatische Entladungen (electrostatic discharge, ESD) können diese Module vorschädigen oder sogar zerstören.

Um eine Zerstörung oder eine Anschädigung der Bauelemente durch statische Entladungen zu verhindern, werden die Bauelemente gemäß den gültigen ESD-Richtlinien in entsprechenden ESD-geschützten Verpackungen geliefert.

Das Entfernen des ESD-Schutzes und die Arbeit mit den ungeschützen Modulen erfordert in jedem Fall die Einrichtung ESD-gerechter Arbeitsplätze. Weitergehende Informationen sind aus den gültigen ESD Sicherheitsrichtlinien IEC 61340-5-1 und ANSI/ESD S2020 zu entnehme.



Abbildung1: ESD-Symbol

2 Montage des Treiberboards auf dem Modul

2.1 Montage des Treiberboards auf einem Lötmodul

2.1.1 Anschrauben der Leiterkarte

Bei Verwendung eines externen Treiberboards sollte die Kontaktierung der Gate-Emitter Verbindung so kurz wie möglich realisiert werden, um die elektromagnetische Einkopplung zu verhindern und die Streuinduktivität im Gate-Kreis zu minimieren.

Werden Treiber- oder Moduladapterplatinen (PCB´s) direkt auf dem Modul eingesetzt, sollten die Kontaktstellen (=Lötstellen) zwischen Platine und Modul-Steuerkontakt mechanisch entlastet werden um die Lotverbindung so weit als möglich zu entlasten. Die Entlastung der Kontaktstellen sollte erfolgen indem die PCB direkt auf dem Modul an den 4 Befestigungsdomen (siehe Abbildung 2) mit selbstfurchenden Schrauben oder vergleichbarem Montagematerial befestigt wird.

Für die Entwicklungsphase können sowohl Evaluation- Treiberboards wie auch Evaluation-Moduladapterboards (Moduladapter für die Bestückung von Gatewiderständen und Clampingdioden) auf Anfrage bezogen werden. Weiterführende Informationen zu EconoDUAL™ Evaluationtreibern sind in den Anwendungshinweisen AN2006-04 Evaluation Driver Board for EconoDUAL™ IGBT Modules aufgeführt.

Neben dem Einschrauben der Schrauben in die Befestigungsdome per Hand, ist ein elektronisch geregelter oder zumindest langsam laufender Elektroschrauber (U ≤ 300 U/min) ein bevorzugtes Hilfsmittel.

Wegen der fehlenden Genauigkeit empfehlen wir nicht die Verwendung von Druckluftschraubern.

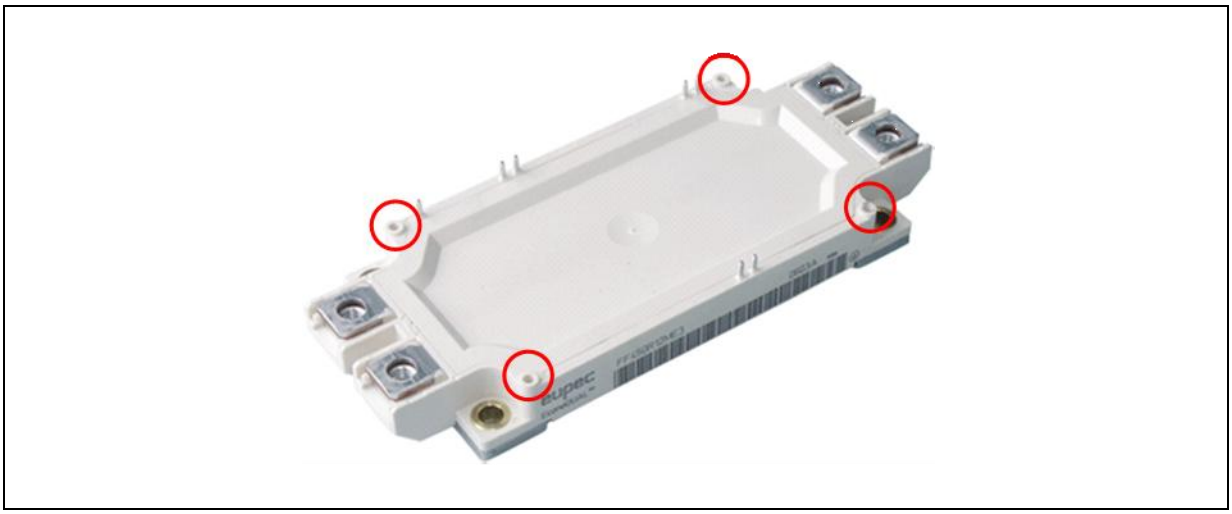


Abbildung2: Tubus bei EconoDUAL™3 Modulen

Die in den Tubus eintauchende effektive Länge des Schraubengewindes sollte unter Berücksichtigung der verwendeten Platinendicke und des Treibergewichtes eine Mindestlänge von $l_{min} \geq 4mm$ und eine Maxlänge von $l_{max} \leq 10mm$ aufweisen.

Die ersten 1,5mm im Tubus dienen der Führung und können keine Kräfte aufnehmen. Das Gewinde im Kunststoff formt sich durch das Eindrehen der Schrauben selbst. Empfohlene selbstfurchende Schraube:

- EJOT PT WN 1451 K25x10 A2K :M_{max}=0,45Nm ±10%

Um eine Beschädigung oder Aufplatzen des Tubus zu vermeiden ist beim Einschrauben auf ein gerades Einsetzen der Schraube in den Tubus zu achten.

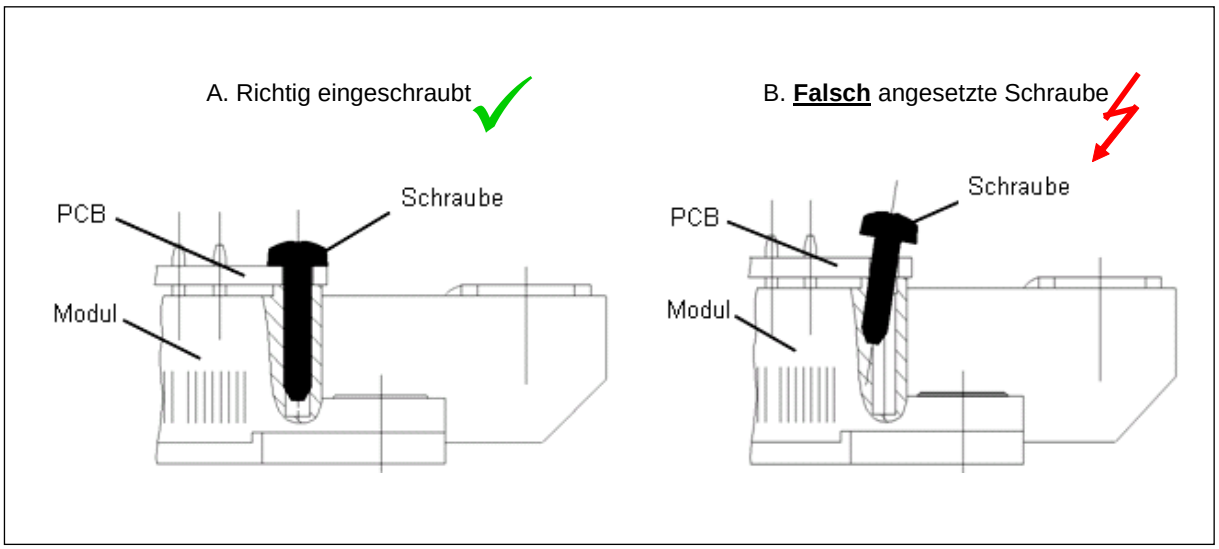


Abbildung3: A. Richtig eingeschraubte Schraube in den Tubus
B. Falsch angesetzte Schraube in den Tubus

Die empfohlene Schraube und Drehmoment basieren auf Laboruntersuchungen. Je nach verwendeter Schraube und Werkzeug kann es erforderlich sein den Schraubprozess entsprechend anzupassen.

Nach dem Anschrauben der Leiterkarte kann der Lötprozess (Handlötung, Selektivlötung oder Wellenlötung) stattfinden. Durch die Einhaltung dieser Montagereihenfolge kann die mechanische Beanspruchung an den Lötstellen minimiert werden.

Durchlaufen die Module, bevor sie dem Lötprozess zugeführt werden, einen Vorwärmungsprozess bei dem die Module mit Hilfe von Heizplatten unter der Bodenplatte oder durch Umluft vorgewärmt werden, muss dieser Prozess so eingestellt werden, dass eine Vorwärmtemperatur von $T \leq 150°C$ für $t \leq 30min$ nicht überschritten wird.

Während des gesamten Lötprozesses ist darauf zu achten, dass weder durch eine zu hohe Löttemperatur noch durch eine zu lange Verweilzeit an den Steuerkontakten das Kunststoffgehäuse zu sehr aufgeheizt wird und sich dadurch verformen kann.

Gemäß IEC 68 Abschnitt 2 ist während des Lötprozesses eine maximale Löttemperatur von $T = 260°C$ für eine maximale Verweilzeit von $t_{max} \leq 10s$ zu beachten.

Weitere Informationen zu Lötprozessen sind in den Anwendungshinweisen „AN2005-06 Löten von Econo und Easy Modulen“ aufgeführt.

2.2 Montage des Treiberboards auf einem PressFIT-Modul

2.2.1 Anforderungen an die Leiterplatte

Die PressFIT-Technologie in den EconoDUAL™3 - Modulen ist von der Infineon Technologies AG für Standard-FR4-Leiterkarten mit „chemisch Zinn"-Oberfläche untersucht und qualifiziert worden (entsprechend der Normen IEC 60352-5 + IEC60747-15). Sollten andere Bearbeitungstechnologien bei der Leiterkartenherstellung eingesetzt werden, müssen diese getestet, geprüft und qualifiziert werden.

Anforderungen an das Leiterkartenmaterial (PCB) sind:

Doppelseitige Leiterkarte nach IEC 60249-2-4 bzw. IEC 60249-2-5.

Mehrlagenleiterkarte nach IEC 60249-2-11 bzw. IEC 60249-2-12.

Damit die höchst zuverlässige Verbindung des Einpresskontaktes in der Leiterkarte sichergestellt werden kann, ist die in Tabelle 1 beschriebene Spezifikation der Löcher komplett einzuhalten.

Würde man die Spezifikation von Einpresslöchern hingegen nur auf das Endmaß beschränken, also das vollständig metallisierte Loch, so könnten je nach Leiterplattenhersteller und Fertigungsphilosophie möglicherweise unterschiedliche Bohrer zum Einsatz kommen und auch unterschiedliche Metallisierungsdicken angeliefert werden. Dies könnte zur Folge haben, dass sich ein abweichendes Ergebnis einstellt, was aus Qualitätsgründen abgelehnt werden muss.

Weiterhin wird empfohlen, das Loch in der Leiterkarte beim Herstellungsprozeß mit einem Bohrer von 1.15mm Durchmesser zu bohren und nicht zu fräsen. Erfahrungsgemäß stellt sich nach dem Bohren durch einen Schrumpfungsprozess des FR4-Materials unter Berücksichtigung der Rundlauftoleranzen der Spindeln ein endgültiger Bohrlochdurchmesser zwischen 1.12mm und 1.15mm ein.

	Min.	**Typ.**	**Max.**
Bohrlochdurchmesser	1.12	1.15	
Kupferdicke im Loch	>25µm		<50µm
Metallisierung im Loch			<15µm
Endlochdurchmesser	0.94mm		1.09mm
Kupferstärke der Leiterbahnen	35µm	70µm - 105µm	400µm
Metallisierung Leiterkarte	chemisch Zinn		
Metallisierung Pin	galvanisch Zinn		

Tabelle 1 Anforderungen an die Leiterkarte für PressFIT-Technologie

Mit einer Aufkupferung von 25µm bis 50µm Kupfer innerhalb des Loches und Zinnschicht von ca. 1µm bei „chemisch Zinn" stellt sich ein Endlochdurchmesser als Prüfmaß ein. Dieser Durchmesser liegt, durch die geringere Zinnschichtdicke im Vergleich zu z.B. HAL Leiterkarten, immer oberhalb des in der entsprechenden Norm (IEC 60352-5) aufgeführten Wertes von 1mm. Der Endlochdurchmesser unter Einbeziehung des Bohrdurchmessers, der Aufkupferung und der Zinnschicht liegt typischerweise zwischen 1.02mm und 1.09mm.

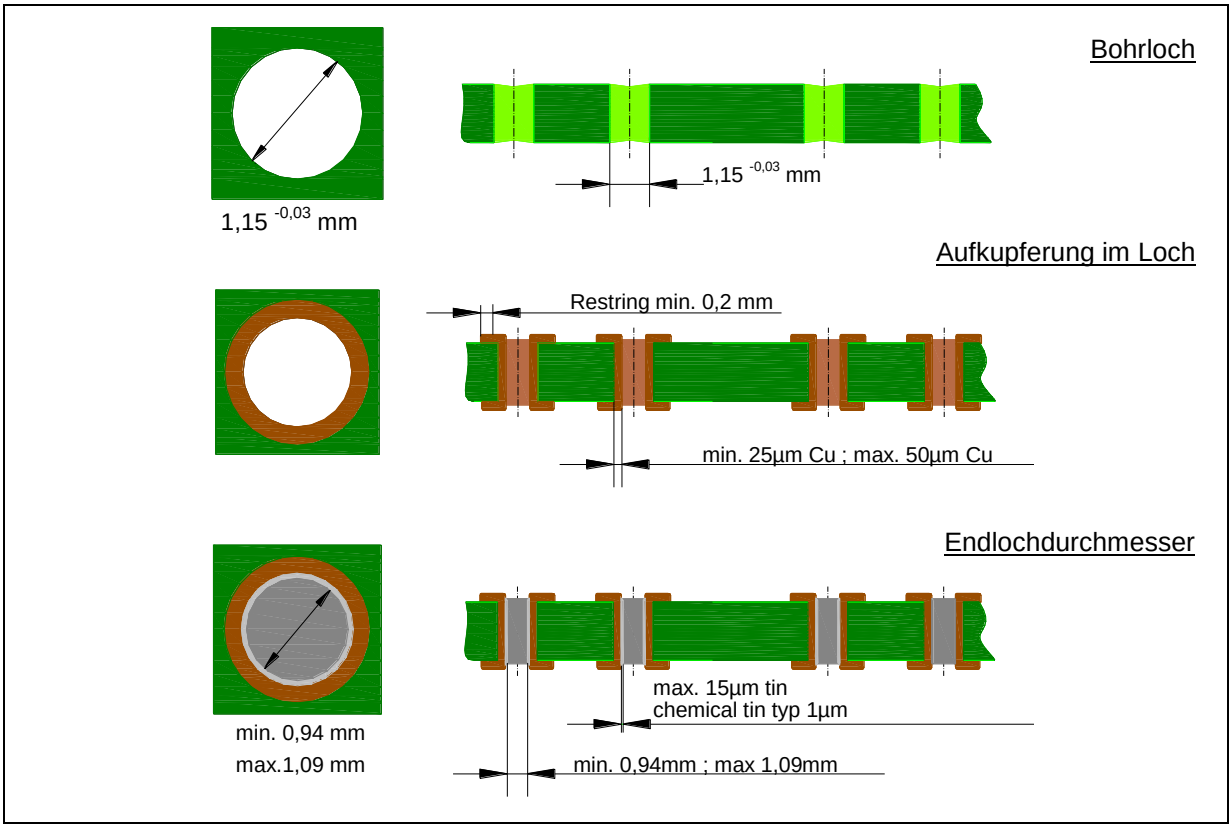


Abbildung 4: Aufbau einer Leiterkarte für PressFIT-Technologie

Die PressFIT-Technologie ist für FR4-Leiterkartenmaterial qualifiziert.

Nach einem durchgeführten Reflow-Lötprozeß an einer Leiterkarte kann das Modul in die Leiterkarte eingepresst werden. Die Kontakt- und Haltekräfte der eingepressten Pins werden nicht beeinträchtigt.

Wie auch bei Easy und Econo PressFIT-Modulen ist bei der Positionierung von weiteren Bauteilen auf der Leiterkarte ein Abstand von 5mm von der Mitte der Pins zu beachten. Sollten vom Anwender eigene Einpresswerkzeuge entwickelt werden, so müssen dessen Abmessungen bzw. Auflageflächen für den Einpressprozeß bereits bei der Bauteilplatzierung auf der Leiterkarte berücksichtigt werden.

Ein eingepresstes Modul kann bis zu zweimal ausgetauscht werden. Das bedeutet, dass eine Platine in Summe dreimal verwendet werden kann. Eine fachgerechte Behandlung der Komponenten wird hier vorausgesetzt.

Ein schon eingepresstes und wieder ausgepresstes Modul kann kein zweites Mal eingepresst werden. Es kann nur noch durch einen zusätzlichen Lötvorgang in einer neuen Leiterkarte kontaktiert werden. Die plastische Verformung der Einpresszone der PressFIT Pins lässt keinen erneuten Einpressvorgang zu.

2.2.2 Der Einpressvorgang

Mit dem Einpressvorgang wird das PressFIT-Modul in eine Leiterkarte gefügt. Das Einpressen kann durch eine einfache Kniehebelpresse oder einen Automaten realisiert werden. Zu empfehlen ist ein Einpresstool, welches beim Einpressprozeß die benötigte Kraft und den Verfahrweg dokumentiert. Durch diese Vorgehensweise wird eine gleichbleibende Qualität sichergestellt. Die Einpressgeschwindigkeit sollte dabei laut IEC 60352-5 zwischen 25mm/min und 50mm/min liegen.

Beim Einpressprozeß muss darauf geachtet werden, dass die Auflagefläche der Leiterkarte und die Anpressfläche der Modul-Druckplatte parallel zueinander stehen. Es ist auf einen festen mechanischen Sitz der Druckplatte zu achten. Mit einer gleichmäßigen Bewegung wird das Modul in die Leiterkarte angepresst.

Die Pins des Moduls sollten bei dem Einpressprozeß soweit in die Leiterkarte eintauchen, bis die Auflageflächen des Modulgehäuses die Leiterkarte berühren.

Als Kraftbegrenzung nach dem eigentlichen Einpressvorgang können z.B. Federn am oberen Teil des Einpresstools dienen. Mit Variation der Federvorspannung kann das Werkzeug dann auf die vorhandene Anzahl von Pins und die damit zusammenhängende Einpresskraft eingestellt werden. Bei Messung der Einpresskraft und Limitierung dieser Kraft kann unter Umständen auf diese Federvorrichtung verzichtet werden.

Die nachstehenden Abbildungen zeigen beispielhaft den Einpressvorgang eines EconoDUAL™3.

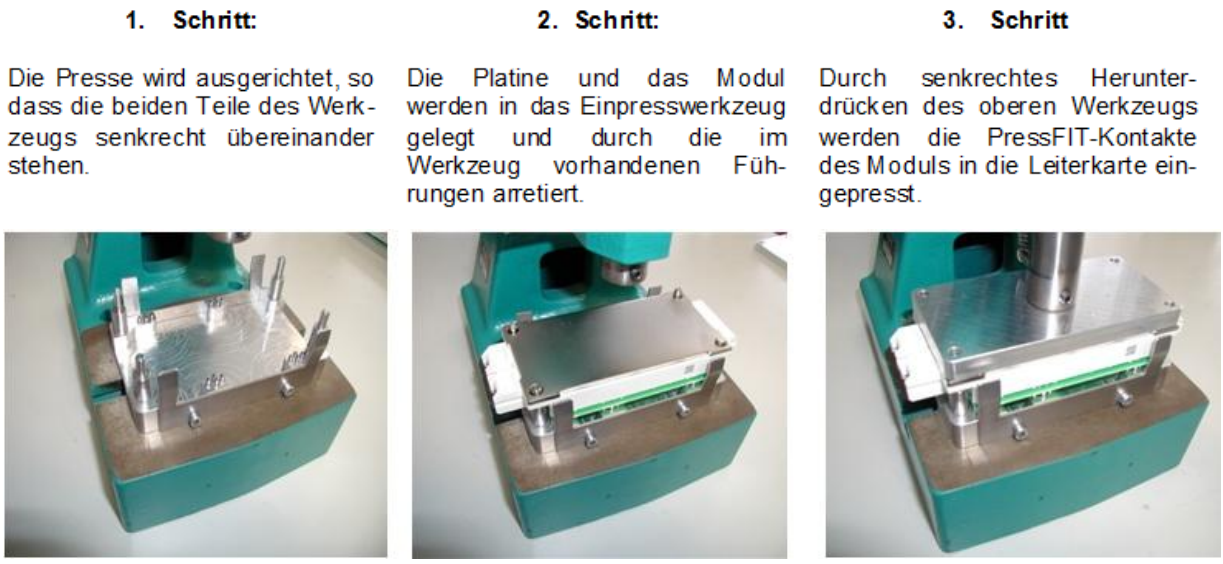


Abbildung 5: Beispielhafter Einpressvorgang eines EconoDUAL™3-Moduls

2.2.3 Das Einpresswerkzeug

Für das EconoDUAL™3 wurde beispielhaft ein Einpresswerkzeug entwickelt. Abbildung 6 zeigt das Einpresswerkzeug. Zeichnungen können über die bekannten Vertriebspartner der Infineon Module bezogen werden. Die Eignung dieser Werkzeuge für den jeweiligen Aufbau ist immer eigenverantwortlich durch den Anwender zu überprüfen.

Zu beachten bei der Entwicklung oder leiterkartenspezifischen Anpassung dieser Werkzeuge ist, dass im Bereich der Auflageflächen des Einpresswerkzeugs keine Bauteile platziert werden, um eine Beschädigung dieser Bauteile beim Einpressprozeß zu vermeiden.

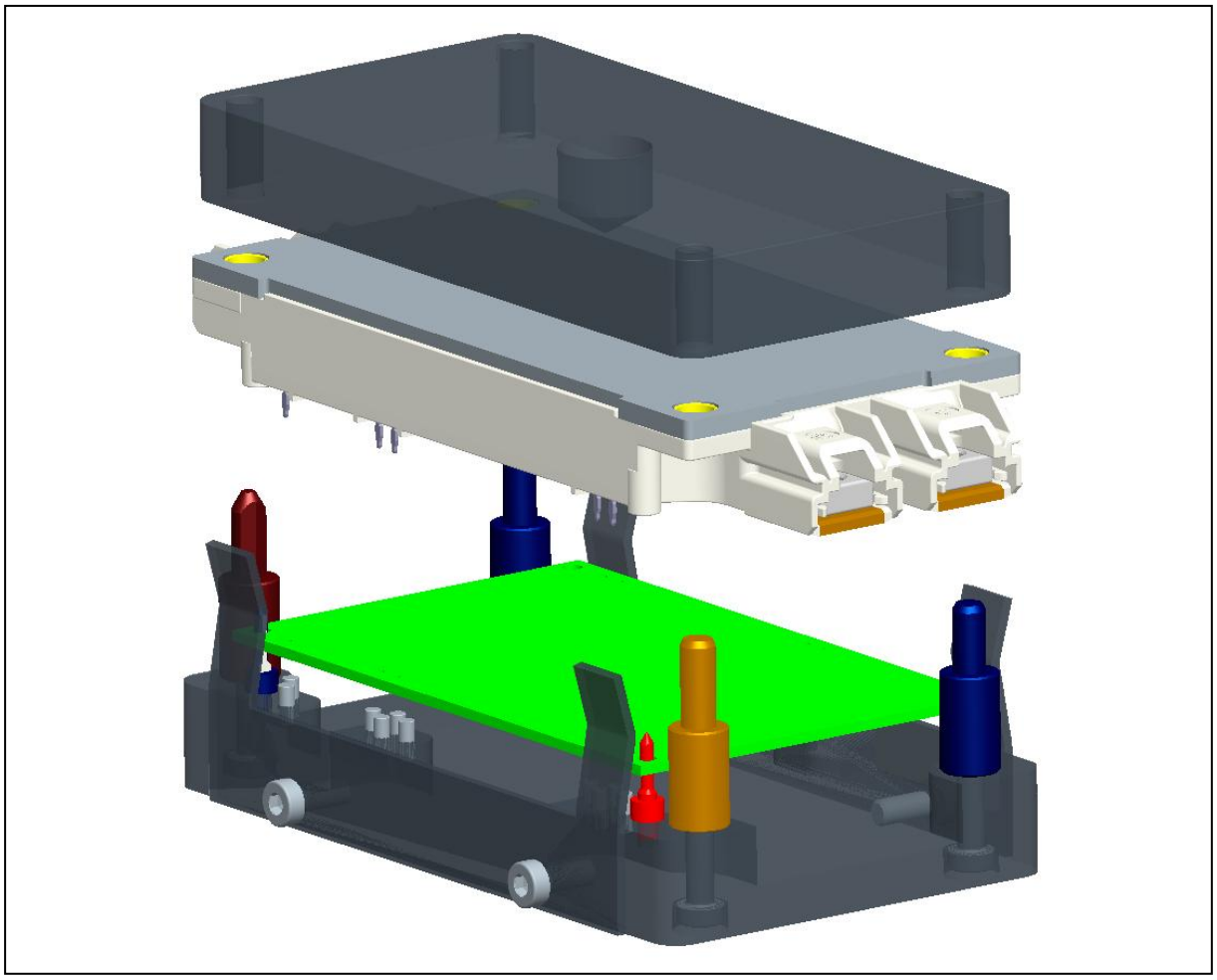


Abbildung 6: Beispielhaftes Einpresswerkzeug für EconoDUAL™3.

2.2.4 Die Einpresskräfte

Um das Modul in die Leiterkarte einpressen zu können, muss für jeden Pin im Modul eine Kraft aufgebracht werden, diese liegt typisch bei 110N pro Pin. Da im EconoDUAL™3 jeweils 7 Pins vorhanden sind, liegt die erforderliche Einpresskraft typischerweise bei ca. 0.8kN. Die Einpresskräfte hängen unter anderem vom Lochdurchmesser der Bohrung in der Leiterkarte ab. Wenn die Lochdurchmesser in der Leiterplatte am unteren Ende der Toleranz liegen und/ oder mehrere Module parallel eingepresst werden, können höhere Kräfte auftreten. Dass die Bauteile auf der Leiterplatte nicht beschädigt werden ist vom Anwender eigenverantwortlich zu prüfen.

	Min.	**Typ.**	**Max.**
Bohrlochdurchmesser		1.15mm	
Einpressgeschwindigkeit		25mm/min	
Kupferdicke im Loch	25µm		50µm
Einpresskraft typisch pro Pin		110N	

Tabelle 2 Einpresskräfte

2.2.5 Zusätzliche Anschraubung der Leiterkarte

Nach dem Einpressen der Pins in die Leiterkarte sollten die Kontaktstellen zwischen Platine und Modul zusätzlich mechanisch entlastet werden (siehe 2.1.1).

3 Beschaffenheit des Kühlkörpers für die Modulmontage

Die im Modul entstehende Verlustleistung muss über einen Kühler abgeführt werden, um die in den Datenblättern spezifizierte höchstzulässige Temperatur im Schaltbetrieb (T_{vjop}) während des Betriebs nicht zu überschreiten. Details sind der AN2008-01 „Definition and use of junction temperature values“ zu entnehmen.

Die Beschaffenheit der Kühlkörperoberfläche im Bereich der Modulbodenplatte ist von hoher Bedeutung, da diese Verbindung zwischen Kühlkörper und Modul einen entscheidenden Einfluß auf die Wärmeabfuhr des Gesamtsystems hat.

Die Kontaktflächen, die Bodenplatte des Moduls und die Oberfläche des Kühlkörpers müssen frei von Beschädigungen und Verschmutzungen sein und sollten vor der Modulmontage mit sauberen, fusselfreien Tüchern gereinigt werden.

Die Kontaktfläche zwischen Modulbodenplatte und Kühlkörper darf die folgenden Werte nicht überschreiten:

- Oberflächenebenheit $\leq 30\mu m$
- Oberflächenrauhigkeit $R_z \leq 10\mu m$

Der Kühlkörper muss für die Montage und den anschließenden Transport eine ausreichende Steifigkeit besitzen, um keine zusätzlichen Dehnungs- und/oder Zugkräfte auf die Bodenplatte des Moduls auszuüben. Während des gesamten Montageprozesses muss der Kühlkörper verwindungsfrei gehandhabt werden, insbesondere wenn die Leiterplatte mechanisch mit dem Kühlkörper verbunden ist.

4 Auftrag der Wärmeleitpaste

Bedingt durch die individuelle Oberflächenform von Modulbodenplatte und Kühlkörper liegen diese nicht vollflächig aufeinander auf, so dass eine gewisse punktuelle Spaltbildung zwischen den beiden Komponenten nicht vermieden werden kann.

Um die im Modul auftretenden Verluste abzuführen und um einen guten Wärmefluß in den Kühlkörper zu ermöglichen, sind alle punktuellen Hohlräume mit einem geeigneten wärmeleitfähigen Material, z.B. einer Wärmeleitpaste (WLP) zu füllen.

Eine optimal aufgebrachte Schicht füllt alle Spalte, sollte aber auf der anderen Seite nicht den metallischen Kontakt zwischen Bodenplatte und Kühlkörperoberfläche verhindern. Die Wärmeleitpaste ist so zu wählen, dass sie dauerelastische Eigenschaften aufweist, um einen gleichbleibend guten Wärmeübergangswiderstand sicherzustellen. Die Paste sollte weiterhin so aufgebracht werden, dass beim Auftragen keine Schraubenlöcher zugesetzt und damit Anzugsmomente verfälscht werden können.

4.1 Auftrag von Wärmeleitpaste im Siebdruckverfahren

Das manuelle Aufbringen von Wärmeleitpaste mit einer konstanten Schichtdicke im µm-Bereich ist naturgemäß problematisch. Die Homogenität und Reproduzierbarkeit der sich einstellenden Schichtdicken ist immer fraglich. Empfehlenswert ist der Auftrag von Wärmeleitpaste im Siebdruckverfahren. Mit diesem Verfahren ist neben einer dem Modul individuell angepassten optimierten Wärmeleitpastenverteilung auch ein homogener und reproduzierbarer Auftrag der Schichtdicke möglich.

Vorschläge für modulspezifische Zeichnungen der Wärmeleitpastenschablone können über die bekannten Vertriebspartner der Infineon Module bezogen werden. Die Eignung dieser Schablonen in Kombination mit dem favorisierten Wärmeleitmaterial und in der jeweiligen Anwendung ist immer eigenverantwortlich durch den Anwender zu überprüfen.

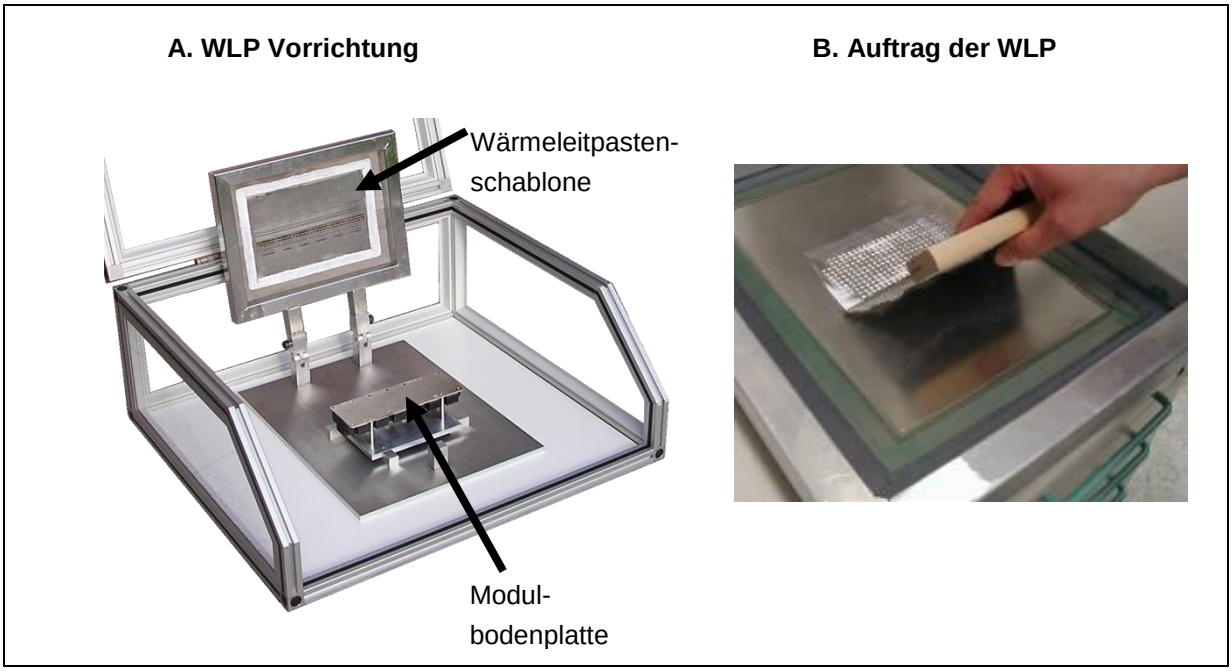


Abbildung 7 A. Beispiel einer Vorrichtung zum Auftragen von Wärmeleitpaste mit dem Siebdruckverfahren
B. Auftrag der Wärmeleitpaste auf die Schablone

Ein typisches Wärmeleitpastenbild nach dem Auftrag im Siebdruckverfahren ist in Abbildung 8 dargestellt.



Abbildung 8 Bodenplatte eines EconoDUAL™3 nach dem Auftrag der WLP im Siebdruckverfahren

Weitere Hinweise zur Anwendung von Siebdruckschablonen zum Auftrag von Wärmeleitpaste finden Sie in der Application Note AN2006-02 „Anwendung von Siebdruckschablonen“.

4.2 Alternativer Auftrag von Wärmeleitpaste mit Roller oder Spachtel

Sollte das Auftragen der Wärmeleitpaste durch das empfohlene Siebdruckverfahren nicht möglich sein, kann das Wärmeleitmedium alternativ mit einem Roller oder Spachtel aufgebracht werden. Dabei ist auf eine gleichmäßige Schichtdicke der Wärmeleitpaste von typischerweise 50µm - 100µm auf der Bodenplatte des Moduls zu achten.

Als Leitfaden für die benötigte Menge an WLP ergibt sich bei einer Schichtdicke von

$$d = 50\mu m \rightarrow V_{WLP} \approx 0{,}4cm^3$$

$$d = 100\mu m \rightarrow V_{WLP} \approx 0{,}8cm^3$$

Diese Volumen können zum Beispiel aus einer Spritze abgemessen oder aus einer Tube aufgetragen werden.

Handelsübliche Rollen oder feine Zahnspachtel können zum Auftrag der Wärmeleitpaste benutzt werden. Die Homogenität und Reproduzierbarkeit der sich einstellenden Schichtdicken nach manuellem Auftrag ist jedoch immer fraglich. Mit Hilfe eines Nassfilmkamms kann aber zumindest in der Trainingsphase die Schichtdicke der Wärmeleitpaste nach dem Auftragen geprüft werden.

5 Modulmontage auf dem Kühlkörper

5.1 Schrauben für die Modulmontage auf dem Kühlkörper

Es werden DIN M5 Schrauben, die mindestens einer Festigkeitsklasse 6,8 entsprechen, z.B. nach DIN912 (ISO4762), ISO 7380, DIN6912, DIN7984 in Kombination mit einer geeigneten Unterleg- und Federscheibe, z.B. nach DIN433 oder DIN125 oder komplette Kombischrauben, für die Modulmontage empfohlen.

Die in den EconoDUAL™3 Datenblättern angegebenen Luft- und Kriechstrecken spezifizieren die am unmontierten und nichtkontaktieren Modul auftretenden kürzesten Luft- und Kriechstrecken.

Bei der Auswahl geeigneter M5 Schrauben, Unterlegscheiben und Federscheiben für die Modulmontage wird empfohlen, die daraus resultierenden Luft- und Kriechwege zwischen den Modulanschlüssen und dem nächstgelegenen Schraubenkopf bzw. Unterlegscheibe während der Entwicklungsphase gemäß den gültigen Normen zu berücksichtigen.

5.2 Montageprozess auf dem Kühlkörper

Die Modulmontage muss innerhalb der zulässigen Modultoleranzen erfolgen. Weiterführende Modulinformationen und Zeichnungen sind aus den jeweiligen Datenblättern zu entnehmen.

Die aus dem Anschraubprozess resultierende Anpresskraft des Moduls auf den Kühlkörper richtet sich nach dem verwendeten Drehmoment und der Beschaffenheit des Kühlermaterials. Für Stahlschrauben in Aluminiumkühlkörpern ergeben sich für M5 Gewinde hieraus im trockenen Gewinde bei damit typischen Reibwerten von μ_G=0,2…μ_G=0,25 (μ_G=Reibungskoeffizient Gewinde in Kühlkörper) die im Datenblatt spezifizierten Drehmoment - Werte von

$$M_{min}=3Nm \text{ bis } M_{max}=6Nm.$$

Die Modulbefestigungsschrauben sind gleichförmig in der empfohlenen Reihenfolge mit dem spezifizierten Drehmoment anzuziehen.

Andere Materialkombinationen von Schrauben- und/oder Kühlermaterial erfordern ggf. eine Anpassung der mech. Parameter.

Für einen guten thermischen Kontakt zum Kühlkörper wird das folgende Vorgehen beim Anziehen der 4 Befestigungsschrauben M5 empfohlen:

1. Modul mit der aufgetragenen Wärmeleitpaste auf den Kühlkörper auflegen und mit zwei Schrauben fixieren
2. Schrauben mit 0.5Nm (handfest über Kreuz) in der folgenden Sequenz fixieren (siehe Abbildung 9)
   Schraube Nr. 1 – 2 – 3 – 4
3. Schrauben mit 3Nm – 6Nm in der gleichen Sequenz (über Kreuz) anziehen
   Schraube Nr. 1 – 2 – 3 – 4

In Abhängigkeit der Viskosität der verwendeten Wärmeleitpaste kann bei hoher Viskosität ein zusätzlicher Zwischenschritt 2.a. erforderlich sein, um der Wärmeleitpaste die Möglichkeit zu geben, während des Anschraubens auf dem Kühlkörper zu fließen und sich der Modulbodenplatten- und Kühlkörperkontur anzupassen. Nach einer entsprechenden Wartezeit, abhängig von der verwendeten Wärmeleitpaste ist dann der Schritt 3 auszuführen.

2.a. Schrauben mit ca. 2Nm in der gleichen Sequenz (über Kreuz) anziehen
   Schraube Nr. 1 – 2 – 3 – 4

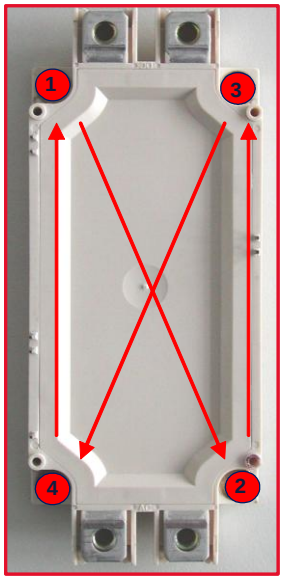


Abbildung 9 Anschraubsequenz zur Modulmontage

Bei der Verwendung von Wärmeleitpaste kann es in Abhängigkeit der Beschaffenheit der Paste erforderlich sein, die Anzugsdrehmomente der Befestigungsschrauben nach einem Wärmelauf auf ihren korrekten Wert hin zu überprüfen. Bei Verwendung von Wärmeleitfolien anstelle von Wärmeleitpaste wird unbedingt empfohlen, diesen zusätzlichen Kontrollschritt durchzuführen. Die angegebenen Drehmomente und Verarbeitungshinweise gelten nur bei der Verwendung von Wärmeleitpaste. Eigene Versuche und Messungen mit der vorgesehen Wärmeleitfolie sind hier unumgänglich!

Der thermische Kontakt und die Langzeitstabilität der verwendeten Wärmeleitpaste bzw. Wärmeleitfolie sind bei der Auswahl zu berücksichtigen und sollten mit dem Hersteller des Wärmeleitmediums diskutiert werden.

6 Montage der Laststromverschienung

Die Modulkontaktierung muss innerhalb der zulässigen Modultoleranzen in den jeweiligen Datenblättern erfolgen.

Die DC-seitige Leistungsverschienung sollte über eine laminierte Zwischenkreisverschienung (DC Busbars) erfolgen, um durch minimale Streuinduktivität die systembedingte Schaltüberspannung so gering wie möglich zu halten. Die Einhaltung der höchstzulässigen Spannung an den Lastanschlüssen und am IGBT Chip ist entsprechend dem jeweiligen Datenblatt (siehe RBSOA) sicher zu stellen.

Für die Kontaktierung der Laststromanschlüsse werden DIN M6 Schrauben, welche mindestens der Festigkeitsklasse 6,8 entsprechen, in Kombination mit einer geeigneten Unterleg- und Federscheibe oder komplett als Kombischrauben benötigt. Diese sollen mit dem empfohlenen Drehmoment von M_{min}=3Nm bis M_{max}=6Nm angezogen werden.

Bei der Auswahl der Schraubenlänge muss die Dicke der Anschlussteile von der Gesamtlänge der Schrauben abgezogen werden. Die effektive Einschraublänge der Schrauben in das Modul darf die maximal spezifizierte Einschraubtiefe von 10mm nicht überschreiten.

Die Anschlussteile müssen an den Lastanschlüssen in einer Art und Weise montiert werden, dass die spezifizierten Kräfte während der Montage und im späteren Betrieb nicht überschritten werden.

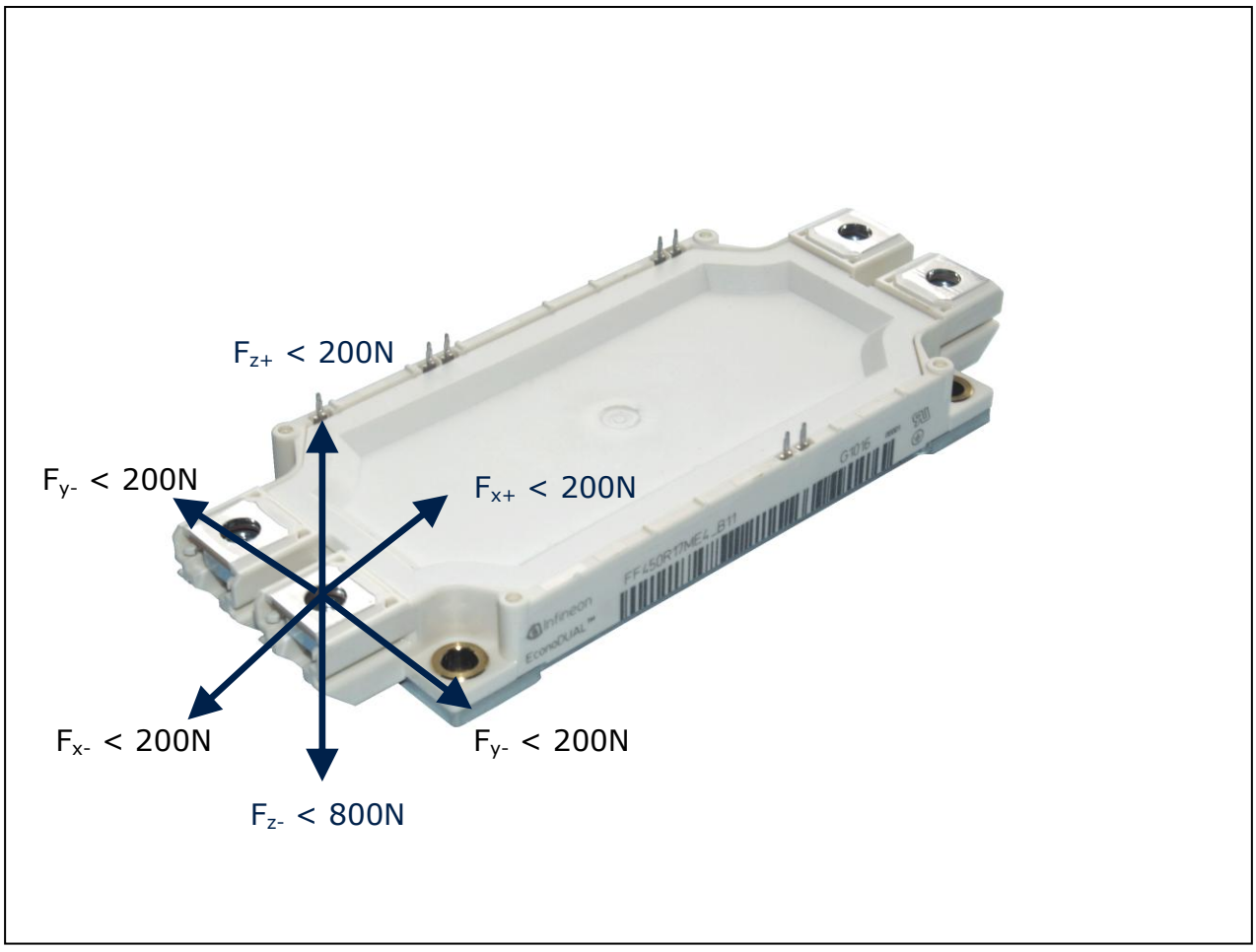


Abbildung 10 Höchstzulässige Zug- und Druckkräfte an den Lastanschlüssen des EconoDUAL™3 gelten einmalig während des Anschraubvorgangs.

6.1 Optimale zugentlastete Lastanschlussmontage

Für eine optimale zugentlastende Lastanschlussmontage wird empfohlen, die Lastanschlüsse gemäß den Prinzipbildern in Abbildung 11 oder Abbildung 12 zu montieren.

Der Fixierungsblock sollte von der Toleranzlage ca. 0,5mm niedriger sein als die Höhe der Lastanschlüsse, um optimalerweise eine Vorspannung auf die Lastanschlüsse einzustellen und auf jeden Fall eine schädigende, dauerhaft wirkende Kraft in F_{z+}-Richtung (siehe Abbildung 10) zu verhindern.

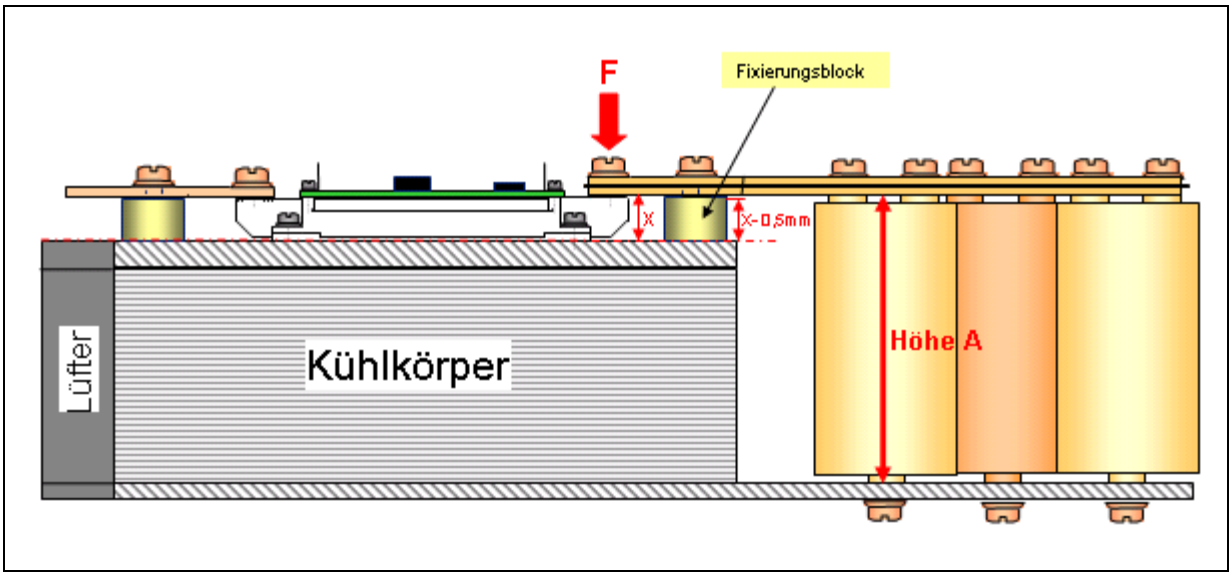


Abbildung 11 Prinzipskizze 1 einer optimal zugentlastenden Montage des EconoDUAL™3

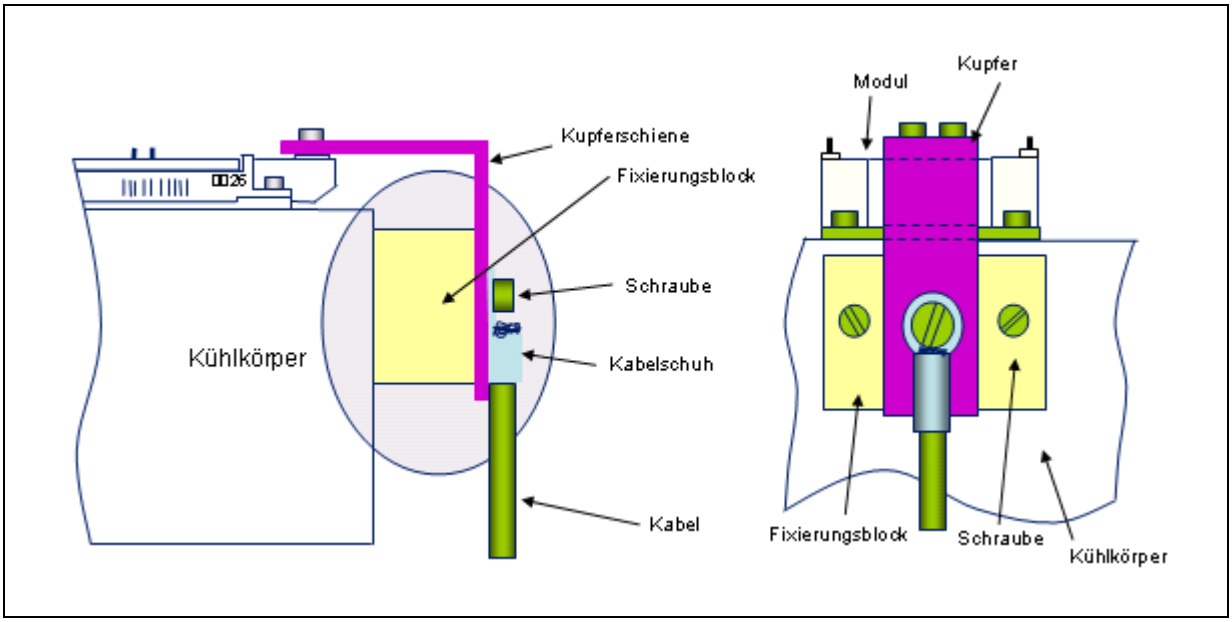


Abbildung 12 Prinzipskizze 2 einer optimal zugentlastenden Montage des EconoDUAL™3

7 Einsatz unter Vibrations- und Schock-Belastungen

Die EconoDUAL™3 Module besitzen eine stabile Konstruktion, die mit dem klaren Fokus entwickelt wurde, in der Anwendung eine größtmögliche mechanische Robustheit zu bieten.

Nichtsdestotrotz sind die in diesen Montagehinweisen angegebenen Höchstwerte für Zug- und Druckbelastungen an den Lastanschlüssen in Kapitel 6 sowie die in Kapitel 2.2.4 genannten Einpresskräfte an den Steuerkontakten als Angaben für eine einmalige, kurzzeitige Belastung im Montageprozeß zu verstehen.

Die Auswirkungen von darüber hinausgehenden, dauerhaften mechanischen Belastungen, insbesondere wiederkehrende wie die Vibrations- und Schockbelastung, auf das Modul sind stark abhängig vom mechanischen Aufbau und dem Belastungsprofil der Anwendung und können daher nicht generell spezifiziert werden.

Die Eignung dieser Module für den Einsatz unter solchen spezifischen mechanischen Belastungen muss daher vom Anwender in seinem Aufbau und mit seinem Belastungsprofil eigenverantwortlich qualifiziert werden.

8 Lagerung und Transport von IGBT-Modulen

Während des Transportes und der Lagerung des Moduls sind extreme Kräfte durch Schock oder Vibrationsbelastung genauso zu vermeiden wie extreme Umwelteinflüsse.

Die Lagerung der Module an den im Datenblatt spezifizierten Temperaturgrenzen ist möglich, wird jedoch nicht empfohlen.

Die empfohlene Lagerzeit von max. 2 Jahren sollte mit den von Infineon empfohlenen Lagerbedingungen gemäß TR14 eingestellt werden.

Ein Vortrocknen des Moduls vor dem Montageprozeß, wie er bei eingespritzten diskreten Bauteilen (z.B. Mikrocontroller, TO-Gehäusen, etc.) empfohlen wird, ist bei Einhalten dieser Lagerbedingungen bei EconoDUAL™3-Modulen nicht erforderlich.

9 Klimatisch Bedingungen im aktiven, strom-führenden Betrieb von EconoDUAL™ 3 Modulen

EconoDUAL™ 3 Module sind nicht hermetisch dicht. Die Gehäuse und der für die elektrische Isolierung verwendete einschichtige Verguss im Modul sind durchlässig für Feuchte und Gase in beiden Richtungen. Feuchteunterschiede können daher in beiden Richtungen ausgeglichen werden.

EconoDUAL™ 3 Module von Infineon sind im aktiven, stromführenden Betrieb für klimatische Bedingungen gemäß EN60721-3-3 mit der Klassifizierung der Umweltbedingungen für ortsfesten Einsatz nach Klasse 3K3 spezifiziert.

Feuchteeinwirkung auf die Module z.B. durch Betauung und oder Kondensierung sowie klimatische Bedingungen die über die Klasse 3K3 der EN60721-3-3 hinausgehen, müssen für jeden Einsatzfall im Betrieb durch zusätzliche Maßnahmen vermieden werden.

Schadgase sind im Betrieb und während der Lagerung zu vermeiden.