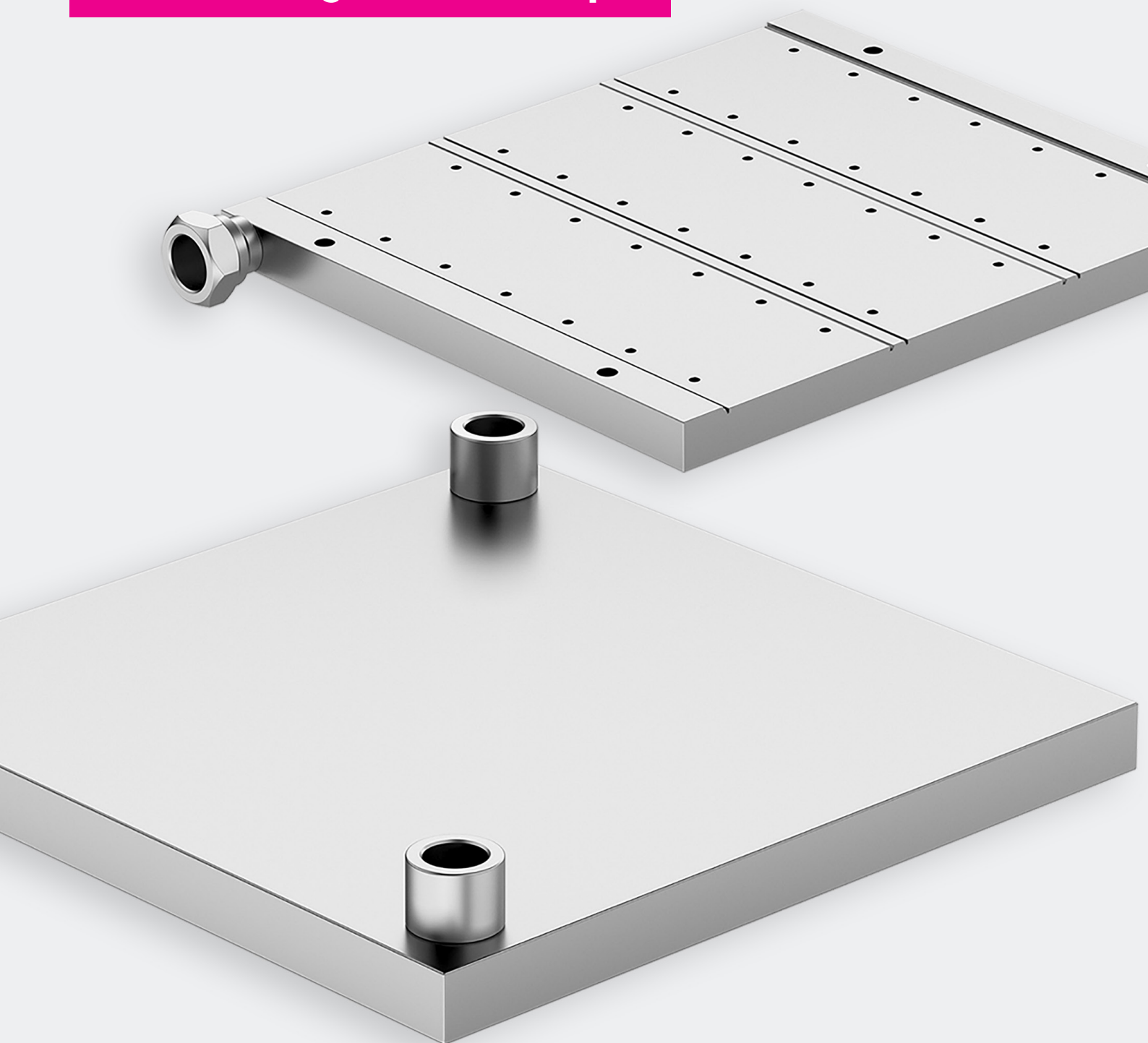
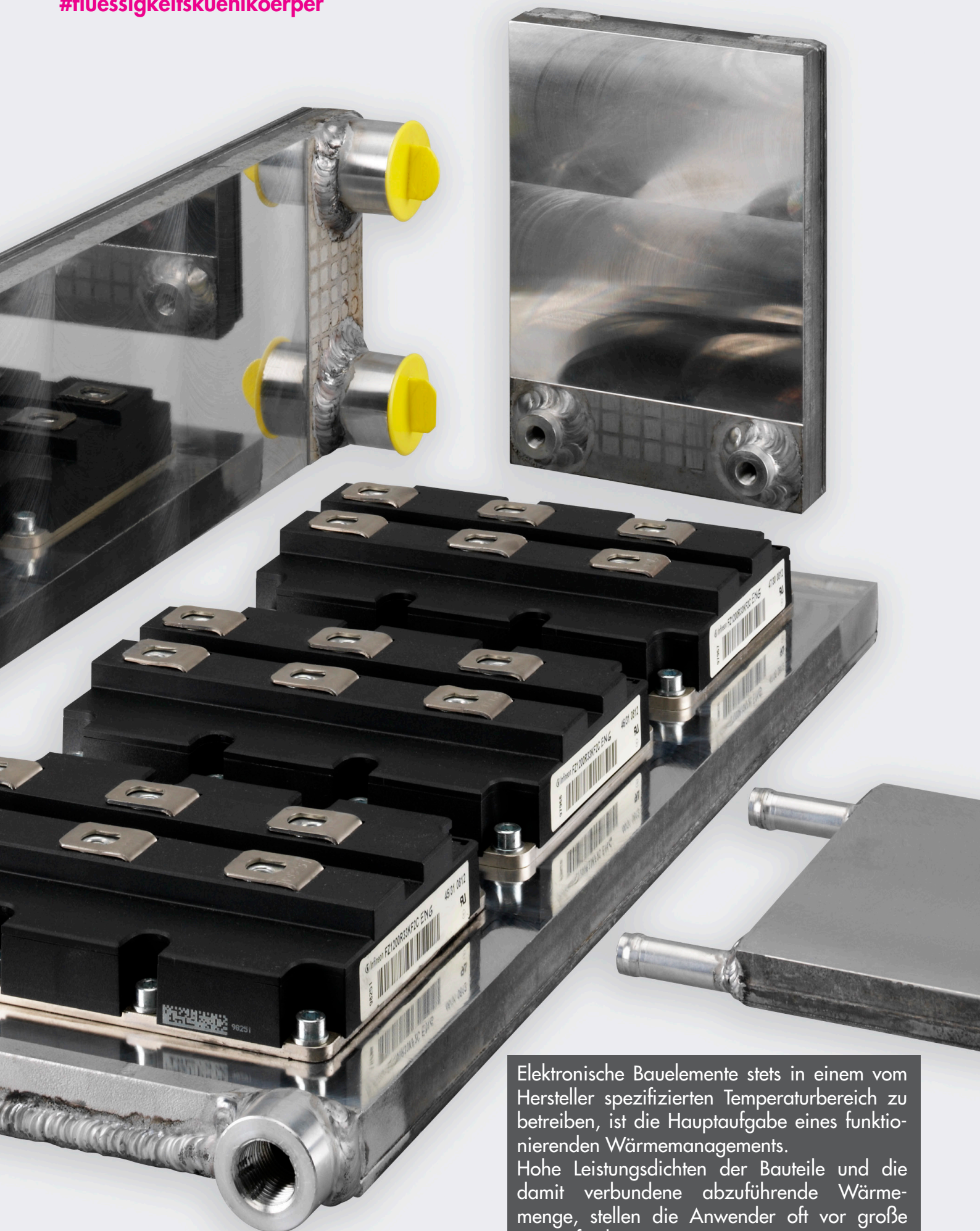


Erhöhte Leistungsfähigkeit
durch Flüssigkeitskühlkörper



#flussigkeitskuehlkoerper



Elektronische Bauelemente stets in einem vom Hersteller spezifizierten Temperaturbereich zu betreiben, ist die Hauptaufgabe eines funktionierenden Wärmemanagements. Hohe Leistungsdichten der Bauteile und die damit verbundene abzuführende Wärmemenge, stellen die Anwender oft vor große Herausforderungen.

Im Bereich der Leistungselektronik ist eine effiziente Entwärmung der verwendeten Leistungsbauteile besonders gefragt und notwendig. Die Erhaltung der Bauteileigenschaften sowie die Gewährleistung der Bauteillebensdauer macht das bereits genannte thermische Management unumgänglich. Hierfür entwickelt und produziert Fischer Elektronik verschiedenartige sowie wirkungsvolle Entwärmungskonzepte, welche gemäß der physikalischen Wirkprinzipien der natürlichen oder erzwungenen Konvektion funktionieren, aber auch mithilfe von Flüssigkeiten durchgeführt werden können.

Die Verlustleistung ist bei Leistungshalbleitern in Analogie zu anderen elektronischen Bauteilen gegeben und kann mitunter deutlich höher ausfallen. Die zugeführte Energie wird nicht zu hundert Prozent konvertiert, sondern es entstehen Verluste die direkt in Wärme umgewandelt werden und somit einen signifikanten Einfluss auf die zu erwartende Bauteillebensdauer haben.

Ein unkontrollierter Temperaturstress ist vom Bauteil schnellstmöglich abzuwenden, da ansonsten mit Fehlfunktionen des Bauteils oder gar einer kompletten Zerstörung der Funktionsbaugruppe zu rechnen ist. Wirkungsvolle Entwärmungskomponenten aus dem Hause Fischer Elektronik in Form von passiven, aktiven oder auch flüssigkeitsgekühlten Lösungen, schaffen Abhilfe und sind in puncto Lebensdauererweiterung her vorzuheben.

Flüssigkeitskühlkörper

Der Einsatz leistungsstarker Flüssigkeitskühlkörper von Fischer Elektronik ist für etliche Anwendungen im Bereich der Leistungselektronik durchaus überlegenswert. In puncto Wärmeabfuhr sind flüssigkeitsgekühlte Lösungen von anderen Entwärmungskonzepten deutlich hervorzuheben, wobei das Gesamtpaket „Elektronik und Wasser“ immer noch von vielen Anwendern kritisch begutachtet wird.

Dieser Eindruck ist allerdings völlig unbegründet, da die Verträglichkeit von Elektronik und Wasser aufgrund der hohen Verarbeitungsqualität kein

← Bild 1: Performancestarke Flüssigkeitskühlkörper mit strömungsoptimierter Wärmetauschstruktur gewährleisten eine sichere Entwärmung von leistungsstarken IGBT Modulen.

Thema mehr darstellt. Spezielle Verfahren zur Dichtigkeitsprüfung, Arten der Kopplungssysteme als auch die geprüfte Sicherheit der Schlauchsysteme sind zuverlässiger Stand der heutigen Technik. Neben der deutlich höheren Wärmekapazität des Kühlmediums Wasser gegenüber der Luft, besteht ein weiterer Vorteil der sehr kompakten Bauweise am zu kühlenden Bauteil.

Die Umsetzung verschiedener Flüssigkeitskühlkörper ist durch unterschiedliche auf dem Markt erhältliche Varianten historisch gekennzeichnet sowie zum Teil auch von Umweltbedingungen und Preis-Leistungskriterien bestimmt. Die ersten Flüssigkeitskühlkörper waren einfache, durchbohrte Platten aus Aluminium oder Kupfer, in deren Bohrungen Schlauchstutzen eingeschraubt oder eingeschweißt waren. Der nächste Entwicklungsschritt bestand darin, Kupferrohre in Basisplatten aus Aluminium einzuziehen beziehungsweise einzupressen, welches heute immer noch das Markt dominierende System an Flüssigkeitskühlkörpern unter dem Namen „Cold Plate“ darstellt.

Neuartige Varianten

Neuartige flüssigkeitsgekühlte Konzepte sind heute durch spezielle Wärmetauschstrukturen noch effektiver gestaltet und umgesetzt. Verschiedene Flüssigkeitskühlkörper, in unterschiedlichen Breiten und Längen sowie Aufbauarten, werden von Fischer Elektronik als I- oder U-durchströmende Variante auf dem Markt angeboten.

Diese sind komplett, inklusive der Kühlmittelanschlüsse und der internen dreidimensionalen Wärmetauschstruktur, aus Aluminium gefertigt. Der interne Aufbau des Flüssigkeitskühlkörpers, bestehend aus einer massiven Bauteilmontageplatte und seitlichen Randprofilen, ist wärmeleitend mit der innenliegenden zueinander versetzten Lamellenstruktur verbunden.

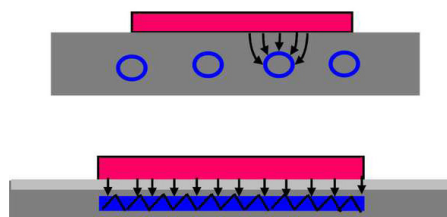


Bild 2: Die engmaschige mit allen Seiten verbundene und zueinander versetzte Wärmetauschstruktur sorgt für eine vollflächige Durchströmung des Flüssigkeitskühlkörpers.

Der Wärmetransport erfolgt somit vom zu entwärmenden Bauteil in die materialstarke Basisplatte, von dort aus in die innenliegende Lamellenstruktur von der die Wärme an die durchströmende Flüssigkeit abgegeben wird. Die sehr effiziente Wärmetauschstruktur führt gleichfalls zu einer homogenen (flächigen) Durchströmung des Flüssigkeitskühlkörpers bei minimalen Strömungsverlusten.

Aufbau der Kühlkörper

Die zur Bauteilmontage angedachte Basisplatte, ist mit einer sehr guten Ebenheit und Rauheit exakt plan gefräst und gewährleistet eine freie Platzierung der Bauteile ohne eine Beschränkung durch eventuelle störende Rohrleitungen. Aufgrund der eingesetzten Aluminiummaterialien muss zur Vermeidung einer Lochfraßkorrosion, das Kühlmedium Wasser mit Korrosionsinhibitoren (Kühlschutzmittel) vermischt werden. Empfohlen wird in der Anwendung ein Wasser/Glykol-Gemisch in der prozentualen Aufteilung von 50/50. Die zu verwendenden Schlauchsysteme müssen allerdings in Folge dessen Kühlschutzmittel beständig sein, zum Beispiel aus dem Material EPDM (Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuk).

Für den Bereich der Entwärmung von elektronischen Bauteilen mit hohen Verlustleistungen auf der Leiterkarte, sind gleichfalls neuartige Flüssigkeitskühlkörper erhältlich. Die Flüssigkeitskühlkörper der Serie FLKU 10 finden ihren Einsatz auf der Leiterkarte, bestehen komplett aus dem Material Edelstahl und werden im 3D-Metalldruckverfahren hergestellt.



Bild 3: Effiziente und sehr kompakte Flüssigkeitskühlkörper aus dem 3D-Metalldruck helfen dem Anwender, leistungsstarke Bauteile auf der Leiterkarte sicher und schnell zu entwärmen.

Der Aufbau des Flüssigkeitskühlkörpers enthält zwei voneinander getrennte Kühlkreisläufe, also pro Montageseite einen Kühlkreislauf. Die innenliegende Wärmetauschgeometrie ist mittels Künstlicher Intelligenz optimiert und gewährleistet darüber hinaus minimierte Strömungsdruckverluste.

Aufgrund des verwendeten Materials Edelstahl besteht keinerlei Anspruch an das Kühlmedium Wasser, das heißt, dieses kann in seiner reinen Form ohne jegliche Korrosionsschutzinhibitoren eingesetzt werden. Zur Befestigung des Flüssigkeitskühlkörpers auf der Leiterkarte sind optional eingepresste Lötstifte verfügbar. Hierdurch kann der Flüssigkeitskühlkörper gleichfalls wie ein elektronisches Bauteil gehandhabt und auf der Leiterkarte verlötet werden.

Fixiert und in Betrieb genommen ermöglicht diese Art der Flüssigkeitskühlkörper eine Ableitung großer Wärmemengen bei geringem Platzbedarf. Besonders für die Entwärmung von Leistungstransistoren im TO- oder SIP Multiwattgehäuse sind die Flüssigkeitskühlkörper der Serie FLKU 10 sinnvoll einzusetzen.

Im hergestellten Flüssigkeitskühlkörper ebenfalls integriert befindet sich eine speziell abgestimmte Nutgeometrie, in welche sogenannte Einrast-Transistorhaltefedern der Serie THFU zur einfachen und sicheren Montage mit hohem Anpressdruck die Leistungstransistoren fixieren. Die beidseitigen Halbleitermontageflächen sind feinst geschliffen und besitzen eine sehr gute Ebenheit. Die Flüssigkeitskühlkörper erlauben bei der Verwendung einen maximalen Betriebsdruck von 3 bar. Neben den Standardausführungen sind individuelle Gestaltungsmöglichkeiten, Materialien und Eigenschaften nach kundenspezifischen Vorgaben realisierbar.

Mit und ohne Luft

Hochleistungskühlkörper für die freie Konvektion sind nicht nur im Bereich der Leistungselektronik gerne gesehen und verwendet. Grundsätzlich unterscheiden sich diese Konzepte zu klassischen Strangkühlkörpern in ihrem Aufbau und in ihren geometrischen Abmessungen, da Hochleistungskühlkörper speziell für die Wärmeabfuhr größerer Verlustleistungen konzipiert und entwickelt wurden.

Unterschiedliche Herstellungsarten liefern vielzählige Ausführungen und Eigenschaften, sind je nach Applikation mit einer Voll- oder Hohlrippe verfügbar. Die teilweise von Bauteilherstellern spezifizierten Ebenheitsvorgaben für die benötigten Bauteilmontageflächen, zum Beispiel von $< 0,02$ mm für große IGBT-Module, sind durch eine nachträgliche CNC-Bearbeitung zu erreichen. Innovative CNC-gesteuerte Maschinen mit den dazugehörigen, je nach Oberflächengüte angepassten Fräswerkzeugen, bieten hervorragende Lösungen für Halbleitermontageflächen mit besonderer Qualität in Hinblick auf die Eben- und Rauheit.

Eine weitere Möglichkeit Leistungselektronik zu entwärmen, ist mit der Produktgruppe der Hochleistungslüfteraggregate gegeben. Fischer Elektronik bietet je nach Leistungsklasse unterschiedliche Produktausführungen. Eine Besonderheit aus dem Produktbereich der Hochleistungslüfteraggregate bilden die sogenannten Lamellenlüfteraggregate.



Bild 4: Kompakte wärmeaustauschende Flächen ergeben eine äußerst effektive Wabenstruktur, welche mitunter für eine sehr gute Wärmeverteilung innerhalb des Aggregates sorgt.

Der mechanische Aufbau der Lamellenaggregate besteht aus einem aus Einzelteilen zusammengesetzten Tubus. Die im inneren Luftkanal liegenden Stegplatten werden mit einer wabenförmigen Wärmetauschstruktur bestückt und massive Aluminiumblöcke werden zu Montageplatten zusammengefügt. Die so entstandene Gesamtkonstruktion wird nun in einem weiteren speziellen Arbeitsschritt hartgelötet und somit mechanisch, als auch wärmetechnisch, bestens verbunden. Die von den Montageplatten aufgenommene Wärme, wird über die Stegplatten an die Wabenstruktur weitergeleitet und letztendlich an die durchströmende Luft abgegeben.

In Summe führt dieses Herstellungsverfahren zu einer deutlich dichteren und damit größeren Wärmetauschfläche. Den benötigten Druckaufbau des Lüftermotors, um die Luft wirkungsvoll durch die kompakte Wabenstruktur zu fördern, liefern leistungsstarke Diagonallüfter. Bei diesen Lüfertypen wird die Luft ebenfalls axial angesaugt, jedoch erfolgt die Ausströmung diagonal, wobei durch eine konische Lüfterrad- und Gehäuseform die angesaugte Luft höher verdichtet wird und so neben dem hohen Luftvolumen ein höherer Druckaufbau entsteht.



Autor:
Jürgen Harpain (Dipl.-Phys. Ing.) ist als Entwicklungsleiter bei Fischer Elektronik in Lüdenscheid tätig

Kontaktdaten:
J.Harpain@fischerelektronik.de
Tel. 02351/435-103