

Wissenswertes
über Strangkühlkörper





Temperaturbedingte Belastungen elektronischer Halbleiterbauelemente gehören neben Vibrationen und Feuchtigkeit, zu den häufigsten Ausfallursachen elektronischer Komponenten und Geräte.

Um deren Lebensdauer, Zuverlässigkeit und Leistungsfähigkeit zu gewährleisten, ist ein effektives thermisches Management unabdingbar. Verschiedenartige Kühlkörpervarianten liefern hierzu hervorragende Lösungsansätze.

Physikalische Zusammenhänge

Es besteht ein direkter Zusammenhang zwischen Temperaturstress und Lebensdauer von elektronischen Bauteilen. Die Höhe der Umgebungstemperatur, die Häufigkeit und Geschwindigkeit von Temperaturwechseln sowie die durch den Stromfluss bei höherer Leistungsdichte verursachte Temperatur in den Leitern, lassen die Elektronik in verschiedenartigen Applikationen ausfallen. Eine Überschreitung der in den Herstellerdatenblättern genannten maximalen Betriebstemperatur führt zu Fehlfunktionen, eine Überschreitung der zulässigen Grenztemperatur führt zur Zerstörung des Halbleiters. Die physikalischen Vorgänge in der Halbleiterschicht erzeugen Verlustleistungen, die in Verlustwärme umgewandelt wird. Ein Stromdurchflussener Halbleiter erzeugt „Abwärme“ durch den elektrischen Widerstand, der sich durch Zusammenstöße der Elektronen und Atome beim Schalten binärer Zustände ergibt. Frequenzbedingte Ladungsverschiebungen erhöhen den Energiebedarf und erzeugen hierdurch diese „Abwärme“. Je häufiger geschaltet wird, umso größer ist die Wärmeentwicklung. Grundsätzlich gilt die Regel: Für jede 10 °C Temperaturerhöhung reduziert sich die anzunehmende Lebensdauer elektronischer Bauteile und Systeme um ca. 50 %. Diese Tatsache zeigt sehr deutlich, dass ein effizientes Wärmemanagement unerlässlich ist. Die einfachste Art einer Temperaturbegrenzung funktioniert nach dem Prinzip der Oberflächenvergrößerung des zu entwärmenden Bauteils mittels geeigneter Medien, wie z. B. durch sehr gut wärmeleitende Kühlkörper (Bild 1).



Gemäß Definition ist ein Kühlkörper (Wärmesenke) ein mechanisches Teil, welches wärmeleitend mit einem Wärmeproduzierenden, elektronischen Bauteil verbunden ist, mit dem Ziel, die Wärme von dem Bauteil an die Umgebung abzuleiten.

Für das Verständnis der Zusammenhänge der Entwärmung, ist eine Erläuterung der physikalischen Grundbegriffe Wärmemenge, -leistung und -strom sowie der Temperatur erforderlich. Die kinetische Wärmetheorie definiert Wärme als Molekülbewegung, d. h. ein Körper ist umso wärmer, je stärker die Molekülbewegung. Die Wärmemenge ist dabei der gesamte Energiehaushalt aller sich bewegenden Moleküle in einem Medium. Die Wärmemenge ist physikalisch eine Energieform und wird in der Einheit Joule [J] angegeben. Die in einem Zeitabschnitt Δt geleistete Arbeit ΔQ ist als Quotient ($\Delta Q / \Delta t = P$) die Wärmeleistung (P) in Watt [W]. Da diese Wärmeleistung beim Betrieb von elektronischen Systemen und Bauteilen durch die Umwandlung von elektrischer Energie in Wärme unerwünscht ist, wird diese auch als Verlustleistung bezeichnet. Die bei der Funktion elektrischer Bauteile hindurchströmende Wärmemenge pro Zeiteinheit, wird als Wärmestrom [W] deklariert. Der kinetische Energiegehalt der Moleküle eines Körpers wird Temperatur genannt, wobei die Einheit [°C] und Kelvin [K] gleichgesetzt sind.

Der eigentliche Wärmetransport erfolgt mittels Wärmeleitung, Konvektion und Wärmestrahlung. Die konduktive Wärmeübertragung (Wärmeleitung, Konduktion) ist eine molekulare Wärmeausbreitung in Medien, wie festen Körpern oder ruhenden Flüssigkeiten. Die radiative Wärmeübertragung (Wärmestrahlung, Radiation) ist eine Übertragung von elektromagnetischen Wellen zwischen zwei Oberflächen und die konvektive Wärmeübertragung (Konvektion) findet zwischen soliden Oberflächen und einem zirkulierendem Fluid (Luft), statt. Hierbei ändern materielle Teilchen eines Mediums ihre Lage im Raum, wenn z. B. durch temperaturverändernde Dichteänderung der Luft ein Auftrieb erzeugt wird (freie Konvektion). Alle drei Übertragungswege sind bei einem Kühlkörper in unterschiedlichen Anteilen gegeben.

Bild 1:
Spezielle auf die jeweilige Applikation angepasste Aluminiumkühlkörper für ein langes Leben der LED

Die Herstellung von Strangkühlkörpern

Eine Kühlkörperauswahl, in der neben den thermischen Kriterien auch die mechanischen Gegebenheiten und Anforderungen mit einfließen, ist für das langfristige und sichere funktionieren von Modulen, Geräten oder Anlagen durchaus mitentscheidend. Die richtige Auswahl eines geeigneten Kühlkörpers nur auf die Abmessungen, Länge, Breite und Höhe zu beschränken ist nicht mehr ausreichend. Zur Beurteilung der Qualität ist es ebenso wichtig ein Verständnis für die herstellungsbedingten Zusammenhänge zu erlangen, die schon zu Beginn der Projektierungsphase eingehend beachtet werden müssen, da diese die Gesamtqualität maßgeblich beeinflussen. Die für Kühlkörper verwendeten Materialien bestehen hauptsächlich aus Aluminiumlegierungen, welche ein sehr gutes Verhältnis zwischen Preis, Leistung, Volumen und Gewicht liefern, des Weiteren relativ einfach mechanisch zu bearbeiten sind. Die spezifische Wärmeleitfähigkeit (λ) eines Werkstoffes ist für ein gutes Wärmeableitverhalten stark bestimmend. Die verwendeten Legierungen haben Werte von $\lambda > 200$ [W/m*K] und sind in diversen Unterteilungen gebräuchlich.

Mechanische Kriterien und Toleranzen für Strangpressprofile (Extrusionsprofile) sind besonders bei der Verwendung in der Gesamtkonzeption zu berücksichtigen, da das Herstellungsverfahren und auch die dadurch erreichbaren Toleranzfelder internationaler Normen obliegen. Hierbei ist der Kühlkörper oftmals eine im Gerät verbaute Komponente, welche immer in Zusammenhang mit anderen Bauteilen gesehen werden muss. Hergestellt im Strangpressverfahren bestehen Kühlkörper aus so genannten Knetlegierungen, d. h. beim Umformen wird das erwärmte Aluminiummaterial (ca. 480°C) durch eine Matrize, mit eingebrachter Kühlkörpergeometrie im Negativ, gepresst. Die verwendeten Legierungen enthalten überwiegend Aluminium, Magnesium und Silizium und werden in Europa als EN AW Legierung bezeichnet. Das Kürzel EN steht hierbei für Europäische Norm und AW für Aluminium Wrought (Knetlegierung). Im industriellen Kühlkörperbereich werden für Extrusionsprofile, die den größten Anteil der Rippenkühlkörper abdecken, am häufigsten die Legierungen EN AW 6060 (vormals AlMgSi0,5) und

6063 (vormals AlMgSi0,7) als Standardwerkstoff verwendet. Die Festigkeitsklasse ist T66 (vormals F22), nach DIN 755-2 mit einer Zugfestigkeit Rm bei der Legierung EN AW 6060 von ca. 195-215 MPa und bei EN AW 6063 von ca. 225-245 MPa. Sonderlegierungen und andere Festigkeitswerte können natürlich hergestellt werden, bedürfen allerdings einer genauen Prüfung und sind stark tonnageabhängig.

Die beim Strangpressverfahren auftretenden hohen Verformungskräfte bedingen entsprechend hohe Toleranzen der Profile, weshalb große Anstrengungen zu unternehmen sind, um diese Toleranzen zu minimieren. Die zugrunde liegenden DIN Normen lassen ein plus/minus Toleranzfeld, je nach Größe des Profils, von wenigen zehntel bis zu etlichen Millimetern gelten. Hierbei sind nicht nur die Länge, Breite und Höhe des Profils zu betrachten, sondern auch die Winkelabweichung (Neigung), Verwindung und Planparallelität sowie die Wanddickentoleranz oder Wölbung (konvex/konkav) des Querschnittes sind wichtige Beurteilungsaspekte. Für Kühlkörperprofile mit einem umschreibenden Kreis kleiner/gleich 350mm (Präzisionsprofile) gilt die Presstoleranz nach DIN EN 12020, die DIN EN 755 findet Anwendung für Profile mit einem umschreibenden Kreis größer 350 mm. Die Herstellung von Profilen mit einem eingeschränkten Toleranzfeld ist nach sorgfältiger Absprache mit dem Kühlkörperhersteller, je nach Profilquerschnitt denkbar, führt allerdings durch den geringeren Durchsatz pro Zeiteinheit beim Strangpressen, häufig zu erheblichen Mehrkosten. Die Summe

aller Vorteile strangepresster Aluminiumprofile, wie z. B. die relativ geringen Stück- und Profilwerkzeugkosten, die einfache Prototypenherstellung, die gute thermische Leitfähigkeit des Grundmaterials, das relativ geringe Gewicht, der gute thermischer Widerstand sowie die Vielzahl der auf dem Markt erhältlichen Varianten, machen Kühlkörper zu einem effizienten und attraktiven Entwärmungskonzept.

Die thermische Auslegung von Kühlkörpern

Die wärmetechnischen Daten der Kühlkörper werden von den Herstellern, wie Fischer Elektronik, durch Berechnungen, Simulationen oder auch Labormessungen ermittelt. Sind dem Anwender die technischen Hintergründe der Entwärmung einmal bekannt, so ist die Auswahl eines passenden Kühlkörpers für spezifische Problemstellung trotzdem immer noch nicht ganz einfach. Zu beachtende, begleitende Randbedingungen sind oft derart beeinflussend, dass sie nicht außer Acht gelassen werden sollten. Oftmals kann die optimale schaltungstechnische Platzierung der elektronischen Bauteile nicht mit der wärmetechnisch besten Lösung harmonisiert werden.

Die Auswahl und der Gebrauch von Kühlkörpern setzen voraus, dass eine Betrachtung gewisser Kriterien erfolgt, welche dann bewertet werden und die Selektion eines geeigneten Kühlkörpers maßgeblich mitbestimmen. Im Wesentlichen sollte die Auswahl nach Aufstellung der thermischen Kriterien (Datenblatt der Herstellerfirmen), der Berechnung des Wärmewiderstandes, unter Berücksichtigung der Einbausituation und des zur Verfügung stehenden Platzes, erfolgen. Besonders die Berechnung des Wärmewiderstandes liefert hierbei eine sehr hilfreiche Aussage über die benötigte Kühlkörpergröße, -geometrie und -länge. Gemäß physikalischer Definition ist der Wärmewiderstand, auch thermischer Widerstand genannt, ein Widerstand gegen den Wärmefluss in festen, flüssigen und gasförmigen Medien. Dieser ist umgekehrt proportional zur Wärmeleitfähigkeit, d. h. je kleiner dieser Wert ist desto besser leitet ein Bauteil oder Kühlkörper die Wärme ab. Die Einheit des Wärmewiderstandes (Rth) wird in Kelvin pro Watt

[K/W] angegeben. Dieser berechnet sich nach dem 2ten Hauptsatz der Thermodynamik aus einer Temperaturdifferenz durch welche die abzuführende Verlustleistung dividiert wird. Die in der Wärmtechnik bekannten Abhängigkeiten und die Betrachtung des thermischen Managements führen demzufolge zu den Temperatur- und Verlustleistungszusammenhängen mit Berechnung des allgemeinen Wärmewiderstandes nach der Formel:

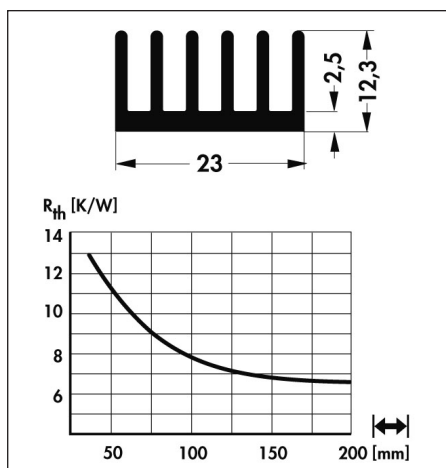
$$R_{th} = d / \lambda * A$$

wobei sich die einflussgebenden Faktoren zusammensetzen aus der Dicke/Länge des Wärmeweges d in [m], der Wärmeleitfähigkeit des Materials λ in [W/mK] und der Querschnittsfläche des Wärmedurchgangs A in [m²]. Bei einer Verwendung gegebener Stoffwerte und bekannter Temperatur oder Verlustleistung, Angaben sind im Herstellerdatenblatt zu finden, wird nun der für die Kühlkörperauswahl relevante Wärmewiderstand in Analogie zum ohmschen Gesetz berechnet. Aus der Verlustleistung PV in [W] und der Summe aller Wärmewiderstände Rth kann die Temperaturdifferenz ΔT zwischen Halbleitersperrschicht (Junction) und der Umgebung ($\Delta T = T_j - T_u$) des Kühlkörpers berechnet werden. Der thermische Gesamtwiderstand setzt sich aus einer Reihenschaltung der einzelnen Teilwiderstände entlang des thermischen Pfades, welche der Wärmestrom überwinden muss, zusammen. Demnach ergibt sich die Faustformel:

$$R_{th} = \frac{\Delta T}{P_v} = (R_{thG} + R_{thM}) = \frac{T_j - T_u}{P_v} = (R_{thG} + R_{thM})$$

Für eine überschlagsmäßige Berechnung können zusätzliche Wärmeübergangswiderstände (R_{thG} = Innerer Wärmewiderstand des Halbleiters und R_{thM} = Wärmewiderstand der Montagefläche/Wärmeleitmaterial), auch mit einer beaufschlagten Temperaturreserve der maximalen Sperrschichttemperatur des Halbleiters, hinzugerechnet werden. Mit dem so berechneten Wärmewiderstand kann unter Berücksichtigung der weiteren Randbedingungen eine Auswahl des Kühlkörpers anhand der in den Katalogen der Kühlkörperhersteller gemachten numerischen Angaben, Diagrammen oder graphischen Darstellungen erfolgen (Bild 2). Der passende Wärmewiderstand zum angegebenen Quer-

Bild 2:
Der Wärmewiderstand Rth im Verhältnis zur benötigten Kühlkörperlänge bei gegebener Querschnittsfläche der Wärmesenke



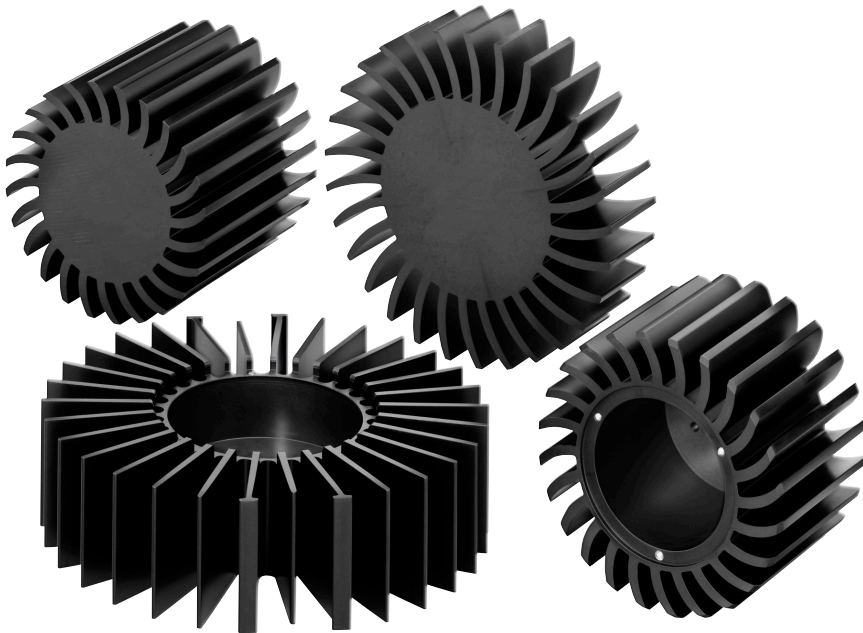


Bild 3:
Die Kühlkörpergröße muss vor jedem Design-In an die Größe des entwärmenden elektronischen Bauteils abgestimmt werden

schnitt wird im Schnittpunkt der Kennlinie bei dazugehöriger Kühlkörperlänge ermittelt.

Kühlkörper für die natürliche und erzwungene Konvektion

Bei der Entwicklung des Elektronikdesign sollte von Beginn an eine Ermittlung des benötigten Platzes, Gewichtes, Volumens und Bauraums für den Kühlkörper erfolgen, da die Berechnung der thermischen Belange direkt eine Bestimmung des Kühlsystems und damit der Baugröße nach sich zieht. Finden Besonderheiten des thermischen Pfades bei der Designerstellung keine Berücksichtigung, sind nachträgliche Änderungen vorgegebener Spezifikationen oft ärgerlich, zeitaufwendig und kostenintensiv.

Die geometrischen Abmessungen der Rippenkühlkörper (Bild 3) sollten bei einer freien Konvektion auf die jeweilige Bauteilgröße des Halbleiters, auch der LED, abgestimmt sein, so dass die Kühlkörperkontaktfläche, meist Bodenseite, homogen genutzt wird und der Wärmeeintrag großflächig erfolgen kann. Für punktuelle und besonders kleine Wärmeeintragsflächen, aber auch bei zeitabhängigen (transienten) Wärmeeinträgen, gilt dem Kühlkörperdesign bei freier Konvektion besondere Beach-

tung. Bei diesen thermischen Gegebenheiten ist es zur effektiven Kühlung des elektronischen Bauteils notwendig, die entstehende Wärme schnell vom Bauteil durch den Kühlkörper aufzunehmen, um eine mögliche Überschreitung der Sperrschichttemperatur zu vermeiden.

Bild 5:
Kundenspezifisch bearbeitete Kühlkörperlösungen mit einem effizienten jeweils auf die Applikation abgestimmten thermischen Management



Dieses kann durch den Einsatz von Kontaktoberflächen zur Wärmespreizung, die formschlüssig mit dem Kühlkörper verbunden sind, z. B. aus Kupfer ($\lambda = 380 \text{ W/m} \cdot \text{K}$, Bild 5), oder mittels hoch wärmeleitender anisotroper Grafitfolien realisiert werden. Je nach Applikation und Einbaubedingung des zu kühlenden Halbleiters, sollte unter Berücksichtigung des ermittelten Wärmewiderstandes und der Bauteilgröße, beim Kühlkörperauswahlprozess stets auf das richtige Verhältnis zwischen Kühlkörperbreite und -länge, Bodstärke, Rippenhöhe, -stärke, -anzahl und -abstand geachtet werden.

Die Kühlkörperlänge muss ebenfalls an die Bauteildimensionen angepasst werden. In der Darstellung (Bild 2) ersichtlich, tritt der Kühlkörper ab einer gewissen Länge in eine Art Sättigungsbereich (linearer Kurvenverlauf), d. h. bei einer bestimmten Länge ist es wärmetechnisch nicht mehr sinnvoll die Kühlkörperlänge zu erhöhen. Eine Verbesserung des thermischen Widerstandes erfolgt nun über eine Vergrößerung der Oberfläche durch Anpassung der Kühlkörperbreite oder Rippenhöhe. Dem richtigen Rippenabstand verwendungsgerechter Kühlkörper gebührt gleichermaßen ein

besonders Augenmerk. Die Oberfläche kann nicht beliebig durch die Anzahl der Kühlrippen vergrößert werden, da bei einem Kühlkörperaufbau zu beachten ist, dass je nach unterschiedlichen Geometrien und Temperaturfeldern, sich auch die einzelnen Kühlrippen gegenseitig, z. B. durch einen zu geringen Rippenabstand, beeinflussen. Die Entwärmung bei freier Konvektion (passiv) erfolgt durch von Temperaturunterschieden hervorgerufene Dichteunterschiede der umgebenden Luft, als konvektiver Wärmeaustausch. Die erwärmte Luft ist spezifisch leichter, es entsteht ein Auftrieb, wobei kühlere Luft nachströmt und sich somit eine kontinuierliche Luftbewegung einstellt. Bei konvektivem Wärmeübergang unterliegen die verschiedenen Arten der Kühl-

Die Rippenhöhe eines Kühlkörpers, das ist die Richtung senkrecht zur Basisplatte, sollte aus ökonomischen Gründen nicht übertrieben hoch sein. Sie hängt aber nicht nur vom Material ab, sondern auch von der aktuell angewendeten Entwärmungsmethode (passive oder aktive Konvektion). Die optimale Rippenhöhe bzw. der Rippenwirkungsgrad kann relativ einfach mit analytischen Methoden, wie z. B. nach Wutz, berechnet werden. Grundsätzlich ist festzuhalten, dass für höhere Rippen die Effektivität nicht mehr stark zunimmt, da in die Spitzen nicht mehr viel Wärme transportiert werden kann und die Rippen spitzen quasi „auskühlen“. Je höher die verwendete Rippenhöhe, desto dicker sollten die einzelnen Kühlkörperrippen ausgelegt sein. Die bevorzugte Einbau-

Kühlkörperbearbeitung und Oberflächenbeschichtung

Die Anbindung des zu entwärmenden Bauteiles an die Wärmesenke ist besonders wichtig, da bei einem schlechten Wärmeübergang vom Bauteil zum Kühlkörper, die Wärmeleitung, der Wärmedurchgang, reduziert und die Bauteiletemperatur deutlich erhöht wird. Dadurch kann die Funktion eingeschränkt werden, auch ein unkontrollierter Temperaturanstieg bis zur Zerstörung ist möglich. Der optimale Wärmeübergang zwischen Bauteil und Kühlkörper ist nur dann zu erreichen, wenn die durch Fertigungsprozesse unvermeidlichen Toleranzen, Unebenheiten und Rauigkeiten der zu verbindenden Oberflächen egalisiert, und Luftpneinschlüsse, die den Wärmetransport behindern, vermieden werden.

Bei einer spanabhebenden Bearbeitung eines Kühlkörpers, wie z.B. Kontur fräsen, Bohrungen einbringen oder Gewinde schneiden, gelten, wenn in der Zeichnung nicht anders angegeben, üblicherweise die Allgemeintoleranzen nach DIN ISO 2768 mit der Toleranzklasse (m) für mittel. Wird aufgrund der Unebenheiten die Bodenfläche, Montagefläche für elektronische Bauteile, plangefräst, ist zu beachten, dass angegebene Gewindetiefen sich reduzieren können, da gleichfalls durch den Materialabtrag die Bodenplatte des Kühlkörpers dünner wird. Wenn bei Planfräsarbeiten fertigungsbedingt der Fräserdurchmesser kleiner als die zu fräsende Fläche ist, werden durch paralleles Fräsen sogenannte Fräskanten sichtbar. Hierbei handelt es sich um Kanten im tausendstel, maximal im hundertstel Millimeterbereich die eventuell einen Einfluss auf die Funktion des Wärmeüberganges oder der Montage haben können. Sollen diese Fräsbahnen nicht sichtbar sein, ist es zweckmäßig, in der Zeichnung Bereiche anzugeben, in denen keine Fräskanten gewünscht sind. Die gegebenen Erläuterungen legen dar, dass ein Zu- und Einordnen von Press- und Fertigungstoleranzen durchaus unproblematisch ist, wenn die zur Verfügung stehenden Möglichkeiten der Einflussnahme kenntnisreich genutzt werden. Eine detaillierte Zusammenstellung der Kühlkörperauswahlkriterien, bezogen auf den jeweiligen Einsatzbereich, ermöglicht darüber hinaus, Kosten und Lieferzeiten zu reduzieren.

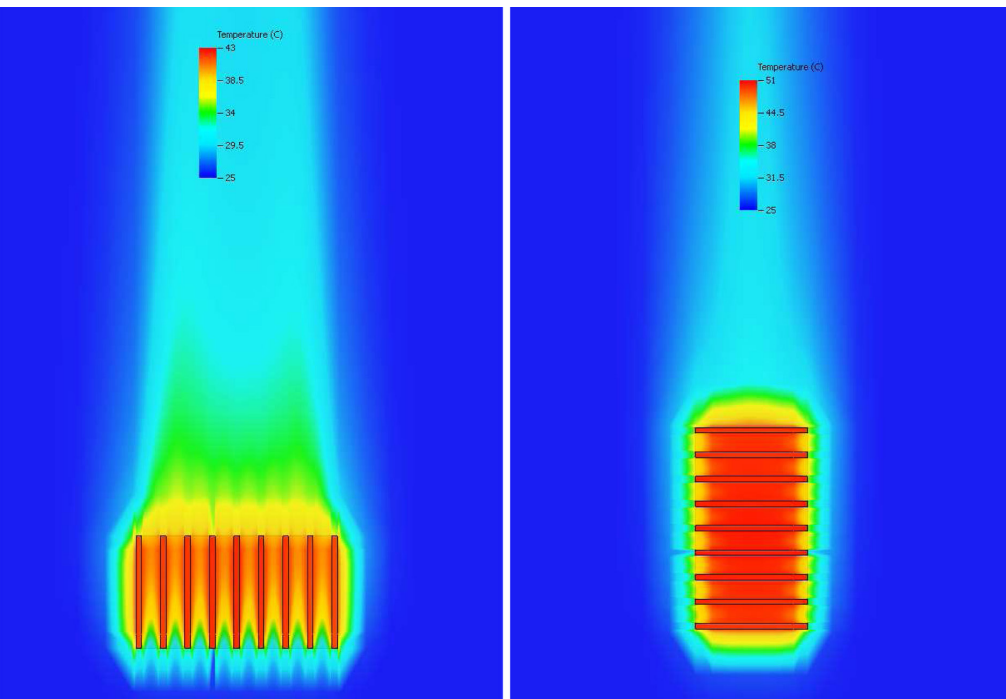


Bild 4:
Die richtige Einbaulage von Kühlkörpern zur freien Konvektion sollte stets Beachtung finden

rippengeometrien und die Abstände der Rippen zueinander sehr stark der so genannten Grenzschichtbetrachtung (Bypass Effekt). Diese Grenzschicht ist die Anhäufung von unbeweglichen Luftmolekülen an den Rippenwänden und verhindert einen direkten Wärmeübergang zum strömenden Medium (Luft). Beginnen die Grenzschichten zweier benachbarter Kühlrippen eines Kühlkörpers zusammenzuwachsen, wird die Wärmeübertragung sehr stark vermindert. Ein größerer Rippenabstand ist notwendig, besonders für hohe Rippen ist ein noch größerer Abstand erforderlich, da die Grenzschichten nach oben hin dicker werden.

lage für Kühlkörper bei natürlicher Konvektion, erfolgt nach dem Prinzip des Kamineffektes (vertikale Bodenfläche), in welcher die erwärmte Luft durch Konvektionsströmung (Auftrieb) ungehindert nach oben steigen kann (Bild 4, links). Abweichende Einbaupositionen sind teilweise mit nicht unerheblichen Effizienzeinbußen behaftet (Bild 4, rechts), welche in der thermischen Kalkulation zu berücksichtigen sind.

Oberflächenanforderungen an den Korrosionsschutz oder auch an das dekorative Aussehen, haben durchaus einen nicht unerheblichen Einfluss auf den Wirkungsgrad der Wärmeableitung eines Kühlkörpers. Für Aluminiumkühlkörper sind anodisierte (eloxierte) Oberflächen, unabhängig von ihrer Einfärbung, absolut sinnvoll. Neben der bekannten Korrosionsschutzwirkung anodisierter Oberflächen erfolgt bei der Aufbringung solcher Oxidschichten (12-15 µm) eine Oberflächenstrukturierung im Nanometerbereich. In Folge dessen erhält der Kühlkörper bei freier Konvektion eine um ca. 8 bis 10 % verbesserte Wärmeableitung. Den physikalischen Zusammenhang von Wärmeableitung, Wärmestrahlung und Emissionsfaktor zeigt die Formel:

$$Q = \varepsilon \sigma A T^4$$

mit Q = Strahlungsleistung, ε = Emissionsgrad 0,55 (für Aluminium schwarz anodisiert), σ = Boltzmann Konstante, A = Oberfläche des strahlenden Körpers, T = Temperatur des strahlenden Körpers (in Kelvin). Wie bereits in der genannten Formel aufgeführt, besitzen Eloxalschichten einen Emissionsfaktor von ca. 0,55, wobei durch lackierte Oberflächen, z. B. für dekorative Anwendungen, durchaus ein Emissionsfaktor von $> 0,9$ gegeben ist. Als nachteiliger Punkt sei zu erwähnen, dass Eloxalschichten als solche einen Wärmeleitwert besitzen, der ca. 10-fach niedriger ist als der des Aluminiums. Zur Reduzierung des thermischen Übergangswiderstandes ist es daher für spezielle Applikationen im wärmetechnischen Grenzbereich durchaus sinnvoll, diese Eloxalschicht im Montagebereich der elektronischen Bauelemente nach dem anodisieren frästechnisch zu entfernen.

Fazit

Eines der vordringlichsten Probleme in der heutigen Elektronik, auch im Bereich der LED-Technik, ist die effiziente Entwärmung der elektronischen Halbleiterbauteile. Durch hohe Verarbeitungsgeschwindigkeiten, stetiger Bauteileminimierung bei gleichzeitig steigenden Verlustleistungen, haben die thermischen Probleme eine signifikante Mitwirkung an einem eventuellen Systemausfall oder im schlimmsten Fall sogar an einer Bauteilzerstörung. Eine fortschrittliche Kühlköpertechnologie ist deshalb ein Muss für ein effizientes thermisches Management. Fischer Elektronik, mit seiner mehr als 50-jährigen Erfahrung als Kühlkörperhersteller, sichert maßgeschneiderte Lösungen und Fertigungsmachbarkeiten.



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

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