

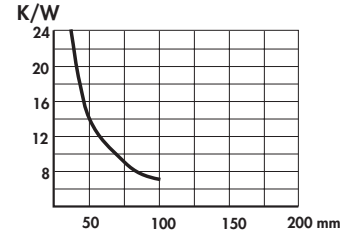
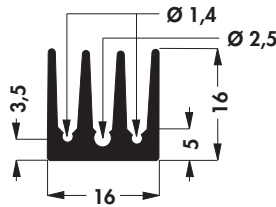
Strangkühlkörper

Extruded Heatsinks

Dissipateurs extrudés

SK 437

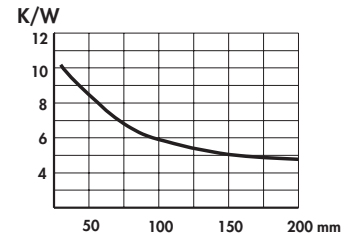
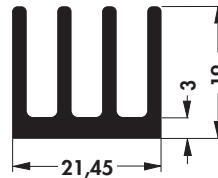
25 37,5 50 75 100 1000 mm



SK 454

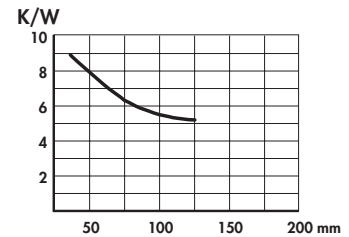
37,5 50 75 100 150 1000 mm

TO 220 SOT 32 → A 91



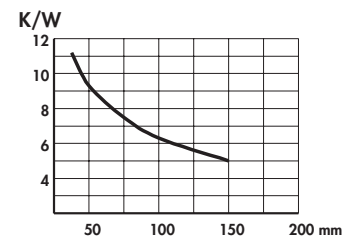
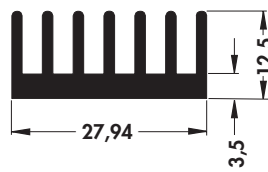
SK 447

37,5 50 75 100 1000 mm



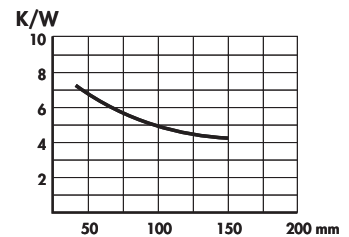
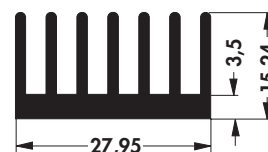
SK 448

37,5 50 75 100 1000 mm



SK 177

37,5 50 75 100 1000 mm



Strangkühlkörper

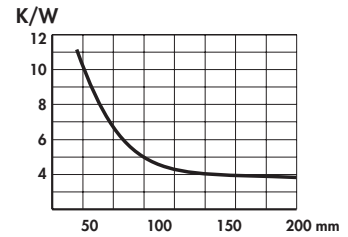
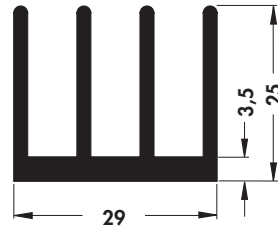
Extruded Heatsinks

Dissipateurs extrudés

SK 452

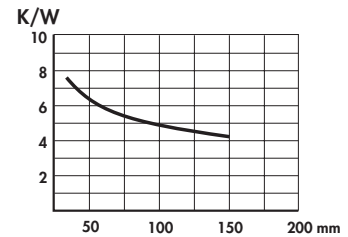
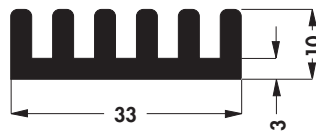
37,5 50 75 100 150 1000 mm

TO 218, TO 220, TO 247, TO 248, TO 3 P → A 91



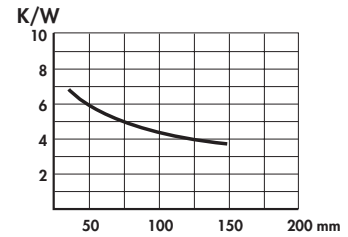
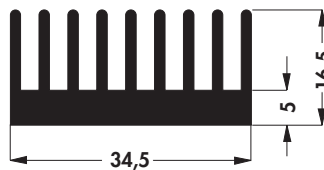
SK 400

37,5 50 75 100 1000 mm



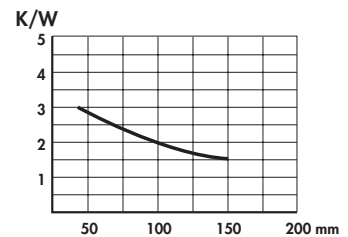
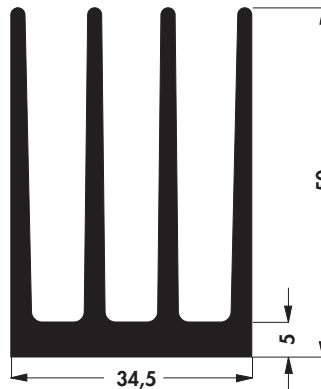
SK 178

37,5 50 75 100 1000 mm



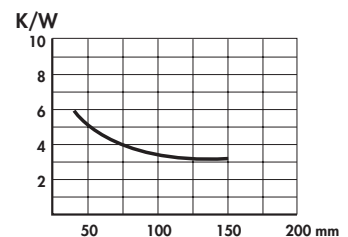
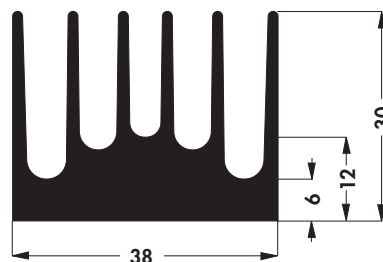
SK 134

37,5 50 75 100 1000 mm



SK 174

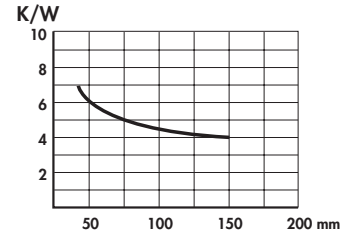
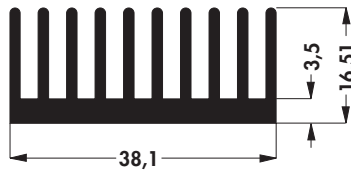
37,5 50 75 100 1000 mm



Strangkühlkörper	Extruded Heatsinks	Dissipateurs extrudés
------------------	--------------------	-----------------------

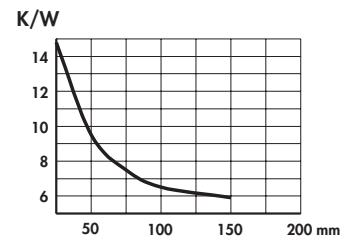
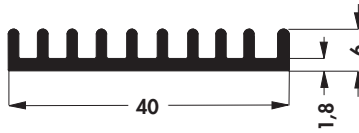
SK 179

↔ 37,5 50 75 100 1000 mm



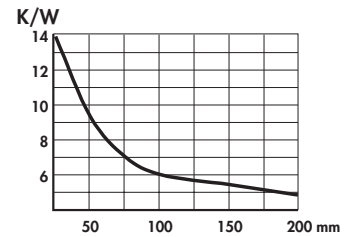
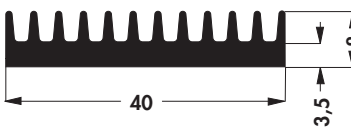
SK 456

↔ 37,5 50 75 100 1000 mm



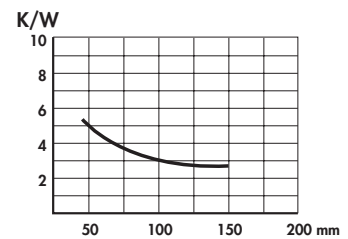
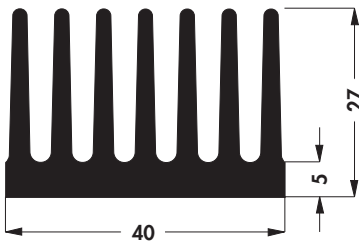
SK 420

↔ 37,5 50 75 100 1000 mm



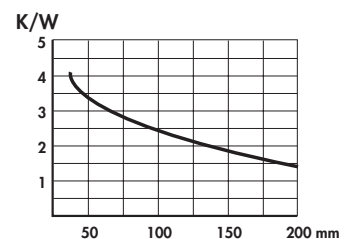
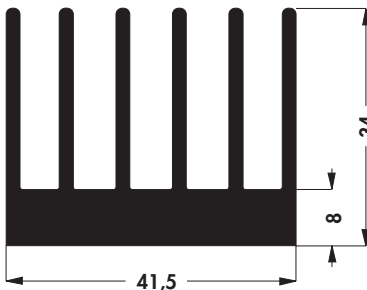
SK 106

↔ 37,5 50 75 100 1000 mm



SK 189

↔ 37,5 50 75 100 1000 mm



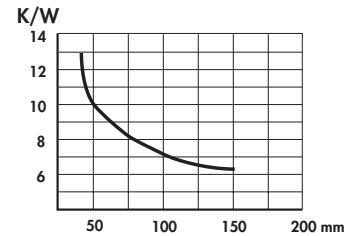
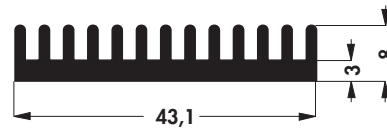
Strangkühlkörper

Extruded Heatsinks

Dissipateurs extrudés

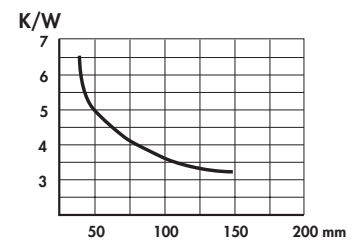
SK 423

↔ 37,5 50 75 100 1000 mm



SK 422

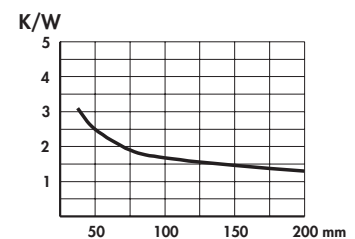
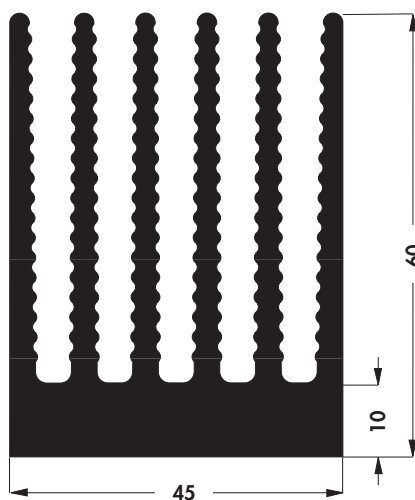
↔ 37,5 50 75 100 1000 mm



SK 453

↔ 37,5 50 75 100 1000 mm

⊕ SSR 1



Technische Erläuterungen

Wärmewiderstände von beliebigen Profilen bei verstärkter Kühlung

$$R_{thkf} \approx a \times R_{thk}$$

R_{thkf} = Wärmewiderstand forcierte Kühlung

R_{thk} = Wärmewiderstand natürliche Kühlung

a = Proportionalitätsfaktor

1. Allgemeines

Für die einwandfreie Funktion von elektronischen Halbleiterbauelementen ist die Einhaltung einer vom Hersteller vorgegebenen maximalen Sperrschicht-Temperatur des Halbleiterkristalles unerlässlich.

Diese maximale Sperrschicht-Temperatur läßt sich ohne zusätzliche Kühlung nur bei geringen Leistungsanforderungen einhalten.

Bei höheren Leistungsanforderungen müssen die Halbleiter zusätzlich mit wärmeableitenden Kühlkörpern versehen werden.

Die thermische Leistung der Kühlkörper basiert in erster Linie auf der Wärmeleitfähigkeit des Materials, Größe der Oberfläche und Masse des Kühlkörpers.

Die Farbe der Oberfläche, die Einbaulage, der Einbauort, die Temperatur und die Geschwindigkeit der umgebenden Luft sind variable Größen und unterscheiden sich von Fall zu Fall erheblich.

Eine weitere einflußnehmende Größe ist die Art der Montage und die Art der Isolation des Halbleiters auf dem Kühlkörper oder umgekehrt. Diese läßt sich allerdings recht zuverlässig in Versuchen ermitteln und in die Gleichungen des Punktes 2 einfügen.

Es gibt international keine gültige Norm, die ein verbindliches Meßverfahren für die Ermittlung von Wärmewiderständen an Kühlkörpern für die Elektronik festlegt.

Daher sind die in unserem Katalog angegebenen Diagramme und Werte unter praxisnahen Bedingungen ermittelt worden und bieten für den Normalfall die Möglichkeit, ohne weiteres einen geeigneten Kühlkörper auszuwählen.

Nur bei sehr hohen Anforderungen und/oder thermisch hoher Belastung des Kühlkörpers halten wir es für ratsam, den ausgewählten Kühlkörper unter den beim Anwender vorliegenden Umgebungs- und Einsatzbedingungen auf seine Eignung hin zu testen. In Zweifelsfällen sollten größer dimensionierte Kühlkörper gewählt werden.

Technical Introduction

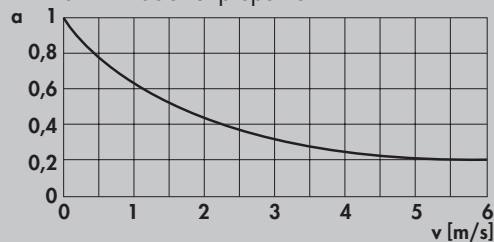
Thermal resistances of any profiles with forced convection

$$R_{thkf} \approx a \times R_{thk}$$

R_{thkf} = thermal resistance with forced convection

R_{thk} = thermal resistance with natural convection

a = factor of proportion



1. General Points

In order to provide optimum performance of semi-conducting devices it is essential not to exceed the maximum junction temperature indicated by the manufacturer.

Generally this maximum junction temperature can only be maintained without exceeding it by running the device concerned at lower power outputs.

At outputs approaching the maximum ratings semi-conductor devices have to be cooled by so called heatsinks, sometimes called dissipaters.

The thermal performance of these heatsinks primarily depends on the thermal conductivity of the material from which they are made, size of surface area and mass.

In addition, surface colour, mounting position, temperature, ambient air velocity and mounting place - they all have varying influence upon the final performance of the heatsink from one application to another.

However, a figure for thermal resistance can be experimentally determined in a reliable manner and used in the equations that follow in part 2.

There are no agreed international standard methods for testing electronic cooling systems or for the determination of the thermal resistance.

Therefore the diagrams and values given in our catalogue have been determined under practical operating conditions and therefore allow the most suitable heatsink from the range to be selected.

However, at very high relative power loads for the device and/or high thermal ratings of the heatsink it is suggested that the selected heatsink is checked with regard to its suitability in the application. If there is still doubt it is better to over rate the heatsink.

Introduction Technique

Résistances thermiques des profilés quelconques en convection forcée

$$R_{thkf} \approx a \times R_{thk}$$

R_{thkf} = résistance thermique en convection forcée

R_{thk} = résistance thermique en convection naturelle

a = facteur de proportion

1. Généralités

Dans le but d'obtenir les performances maximales des semi-conducteurs il est important de garder leur température de jonction en dessous du maximum donné par le fabricant.

Généralement cette température maximum de jonction ne peut être maintenue qu'en utilisant le semi-conducteur à une puissance inférieure au maximum.

A partir d'une certaine puissance d'utilisation du semi-conducteur il est nécessaire d'utiliser un dissipateur de chaleur appelé aussi dissipateur ou radiateur.

Les performances thermiques des dissipateurs dépendent de la conductivité thermique de la matière utilisée, des dimensions de la surface et de la masse.

De plus la couleur, la position de montage, la température ambiante, la vitesse de l'air et l'endroit de montage ont une influence sur le refroidissement du dissipateur.

Cependant une valeur de résistance thermique peut être déterminée expérimentalement de façon valable et est utilisée dans l'équation qui suit au paragraphe 2.

Il n'y a pas de norme internationale pour le test de système de refroidissement pour l'électronique ni pour déterminer la résistance thermique.

C'est pourquoi les diagrammes et valeurs donnés dans ce catalogue sont utilisables pour des conditions de travail pratiques ce qui vous permet de sélectionner un dissipateur qui répond parfaitement à votre application.

Cependant pour des puissances et des températures élevées il serait recommandable de vérifier si le dissipateur convient pour l'application. Dans le doute, il vaut mieux prendre un dissipateur trop grand que trop petit.

Technische Erläuterungen

2. Berechnung des Wärmewiderstandes

Für die Auswahl eines geeigneten Kühlkörpers ist neben der Gehäusebauform und dem zur Verfügung stehenden Raum in erster Linie der Wärmewiderstand des Kühlkörpers ausschlaggebend.

Zur Berechnung des Wärmewiderstandwertes ist aus den verschiedenen gegebenen Werten des Halbleiterherstellers und der Schaltungsanwendung die folgende Gleichung zu erfüllen:

Gleichung 1:

2. The Determination of Thermal Resistance

The thermal resistance is the parameter that is the single most important in cooler selection, apart from mechanical considerations. For determination of thermal resistance the following equation applies:

Equation 1:

$$R_{thK} = \frac{\vartheta_i - \vartheta_u}{P} - (R_{thG} + R_{thM}) = \frac{\Delta\vartheta}{P} - R_{thGM}$$

Damit die maximale Sperrschicht-Temperatur im Anwendungsfall nicht überschritten wird, ist eine Prüfung der Temperatur erforderlich. Die Temperatur der Sperrschicht ist nicht direkt meßbar. Nach Messung der Gehäusetemperatur läßt sie sich für die Praxis ausreichend genau berechnen, nach

Gleichung 2:

In the case of an application where the maximum junction temperature is not exceeded then this temperature has to be verified. When the case temperature has been measured, then use of the following equation will enable maximum junction temperature to be calculated:

This gives an approximation sufficient for all practical purposes.

Equation 2:

$$\vartheta_i = \vartheta_G + P \cdot R_{thG}$$

Die einzelnen Faktoren hierbei sind:

- ϑ_i = Maximale Sperrschicht-Temperatur in °C (Herstellerangabe) des Halbleiters. Aus Sicherheitsgründen sollte hierbei ein Abschlag von 20 - 30°C in Anwendung kommen.
- ϑ_u = Umgebungstemperatur in °C. Die Temperaturerhöhung durch die Strahlungswärme des Kühlkörpers sollte mit einem Zuschlag von 10 - 30°C berücksichtigt werden.
- $\Delta\vartheta$ = Differenz zwischen maximaler Sperrschicht-Temperatur und Umgebungstemperatur.
- ϑ_G = Gemessene Temperatur des Halbleitergehäuses.
- P = Die am zu kühlenden Halbleiter maximal anfallende Leistung in Watt.

The meaning of the determinants:

- ϑ_i = maximum junction temperature in °C of the device as indicated by manufacturer. As a »safety factor« this should be reduced by 20 - 30 °C.
- ϑ_u = ambient temperature in °C. The rise in temperature caused by radiant heat of the heatsink should be increased by a margin of 10 - 30 °C.
- $\Delta\vartheta$ = difference between maximum junction temperature and ambient temperature.
- ϑ_G = measured temperature of device case (Equation 2).
- P = maximum power rating of device in watts.

Introduction Technique

2. Calcul de la résistance thermique

La résistance thermique est le seul paramètre important pour la selection d'un dissipateur à côté des considérations mécaniques.

La formule de la résistance thermique est:

Équation 1:

Prenons une application dans laquelle il faut vérifier la température de jonction. Après avoir mesuré la température du boîtier on peut utiliser l'équation suivante pour calculer la température de jonction:

Ceci donne une approximation suffisante pour toutes les applications pratiques.

Équation 2:

Définitions des symboles:

- ϑ_i = température max. de jonction en °C donnée par le fabricant du semi-conducteur à réduire de 20 à 30°C comme coefficient de sécurité.
- ϑ_u = température ambiante en °C. L'augmentation de température causée par la radiation du refroidisseur doit être majorée de 10 à 30 °C.
- $\Delta\vartheta$ = différence de température entre la jonction et l'air ambiant.
- ϑ_G = température de boîtier du semi-conducteur (mesurée). (Équation 2).
- P = puissance max. du semi-conducteur en Watts.

Technische Erläuterungen

R_{th} = Wärmewiderstand allgemein in K/W
 R_{thG} = Innerer Wärmewiderstand des Halbleiters (Herstellerangabe)
 R_{thM} = Wärmewiderstand der Montagefläche. Für Gehäuse TO 3 können die nachstehend aufgeführten Richtwerte eingesetzt werden:

1. Trocken ohne Isolator
0,05 - 0,20 K/W
2. Mit Wärmeleitpaste WLP/ohne Isolator
0,005 - 0,10 K/W
3. Aluminiumoxydscheibe mit WLP
0,20 - 0,60 K/W
4. Glimmerscheibe 0,05 mm stark mit WLP
0,40 - 0,90 K/W

R_{thK} = Wärmewiderstand des Kühlkörpers. Der Wert ist direkt aus den Diagrammen ablesbar

R_{thGM} = Summe aus R_{thG} und R_{thM} . Bei Parallelschaltungen mehrerer Transistoren berechnet sich der Wert R_{thGM} als Parallelschaltung der einzelnen Werte von $R_{thG} + R_{thM}$ nach der folgenden Formel:

Gleichung 3:

$$\frac{1}{R_{thGM \text{ ges.}}} = \frac{1}{R_{thG 1} + R_{thM 1}} + \frac{1}{R_{thG 2} + R_{thM 2}} + \dots + \frac{1}{R_{thG n} + R_{thM n}}$$

Der hierbei gefundene Wert ist dann in die Gleichung 1 einzusetzen.

K = Kelvin. Nach den neuen gesetzlichen Regelungen der physikalischen Einheiten werden °C Temperaturdifferenzen in Kelvin angegeben. (1°C $\hat{=}$ 1K)

K/W = Kelvin pro Watt, Einheit des Wärmewiderstandes

Technical Introduction

R_{th} = thermal resistance in K/W
 R_{thG} = internal thermal resistance of semiconductor device (as indicated by manufacturer)
 R_{thM} = thermal resistance of mounting surface. For TO 3 cases the following approximate values apply:

1. dry, without insulator
0,05 - 0,20 K/W
2. with thermal compound/without insulator
0,005 - 0,10 K/W
3. Aluminium oxide wafer with thermal compound
0,20 - 0,60 K/W
4. Mica wafer (0,05 mm thick) with thermal compound
0,40 - 0,90 K/W

R_{thK} = thermal resistance of heatsink, which can be directly taken from the diagrams

R_{thGM} = sum of R_{thG} and R_{thM} . For parallel connections of several transistors the value R_{thGM} can be determined by the following equation:

Equation 3:

$$\frac{1}{R_{thGM \text{ ges.}}} = \frac{1}{R_{thG 1} + R_{thM 1}} + \frac{1}{R_{thG 2} + R_{thM 2}} + \dots + \frac{1}{R_{thG n} + R_{thM n}}$$

the result can be substituted into Equation 1.

K = Kelvin, which is now the standard measure of temperature differences, measured in °C, therefore 1 °C $\hat{=}$ 1 K
 K/W = Kelvin per watt, the unit of thermal resistance.

Introduction Technique

R_{th} = résistance thermique en K/W.
 R_{thG} = résistance thermique jonction/boîtier (donnée par le fabricant du semi-conducteur).
 R_{thM} = résistance thermique de la surface de montage. Pour un boîtier TO 3 utiliser les valeurs suivantes:

1. sec, sans isolateur
0,05 - 0,20 K/W
2. avec pâte thermique, sans isolateur
0,005 - 0,10 K/W
3. avec entretoise en oxyde d'aluminium et pâte thermique
0,20 - 0,60 K/W
4. avec mica (0,05 mm) et pâte thermique
0,40 - 0,90 K/W

R_{thK} = résistance thermique du dissipateur qui peut être utilisée avec les courbes du catalogue.

R_{thGM} = somme de R_{thG} et R_{thM} . Pour le montage de plusieurs semi-conducteurs on peut utiliser l'équation suivante:

Équation 3:

$$\frac{1}{R_{thGM \text{ ges.}}} = \frac{1}{R_{thG 1} + R_{thM 1}} + \frac{1}{R_{thG 2} + R_{thM 2}} + \dots + \frac{1}{R_{thG n} + R_{thM n}}$$

le résultat peut être reporté dans l'équation 1.

K = Kelvin, qui est maintenant l'unité standard de différence de température, mesurée en °C, c'est pourquoi 1°C $\hat{=}$ 1 K.

K/W = Kelvin par watt, unité de résistance thermique.

Technische Erläuterungen

Technical Introduction

Introduction Technique

Berechnungsbeispiele:

1. Ein TO 3-Leistungstransistor (P=60W) darf eine max. Sperrschichttemperatur von 180 °C erreichen, der innere Wärmewiderstand beträgt 0,6 K/W. Bei einer Umgebungstemperatur von 40 °C wird eine Montage mit Aluminiumoxydscheibe vorgesehen.

Welchen Wärmewiderstand muß der Kühlkörper bieten?

Gegeben: P = 60 W

$$\vartheta_i = 180\text{ °C} - 20\text{ °C} = 160\text{ K}$$

(Sicherheitsreserve)

$$\vartheta_u = 40\text{ °C}$$

$$R_{thG} = 0,6\text{ K/W}$$

$$R_{thM} = 0,4\text{ K/W}$$

(Tabellenmittelwert)

Gesucht: R_{thK} Lösung nach Gleichung 1

Calculation Examples:

1. A TO 3 power transistor with 60 watt rating has a maximum junction temperature of 180 °C and an internal resistance of 0,6 K/W at an ambient of 40 °C with aluminium oxide wafers.

What thermal resistance is required for the heatsink?

Given: P = 60W

$$\vartheta_i = 180\text{ °C} - 20\text{ °C} = 160\text{ K}$$

(for safety margin)

$$\vartheta_u = 40\text{ °C}$$

$$R_{thG} = 0,6\text{ K/W}$$

$$R_{thM} = 0,4\text{ K/W}$$

(average value)

Find: R_{thK} using Equation 1

Exemples:

1. Un boîtier TO 3 de 60 watts, une température de jonction max. de 180 °C et une résistance interne de 0,6 K/W, la température ambiante est de 40 °C et le transistor est monté avec une entretoise en oxyde d'aluminium, quelle doit être la résistance thermique du dissipateur?

Donnés: P = 60 W

$$\vartheta_i = 180\text{ °C} - 20\text{ °C} = 160\text{ K}$$

(pour sécurité)

$$\vartheta_u = 40\text{ °C}$$

$$R_{thG} = 0,6\text{ K/W}$$

$$R_{thM} = 0,4\text{ K/W}$$

(valeur moyenne)

Cherchez: R_{thK} utilisant Equation 1

$$R_{thK} = \frac{\vartheta_i - \vartheta_u}{P} - (R_{thG} + R_{thM}) = \frac{160\text{ °C} - 40\text{ °C}}{60\text{ W}} - (0,6\text{ K/W} + 0,4\text{ K/W}) = 1,0\text{ K/W}$$

2. Gleiche Voraussetzungen wie Beispiel 1, jedoch Aufteilung der Leistung auf 3 Transistoren gleichen Typs:

Lösung nach Gleichung 1 und Gleichung 3

$$\frac{1}{R_{thGM\text{ ges.}}} = \frac{1}{0,6\text{ K/W} + 0,4\text{ K/W}} + \frac{1}{0,6\text{ K/W} + 0,4\text{ K/W}} + \frac{1}{0,6\text{ K/W} + 0,4\text{ K/W}} = \frac{3}{1}\text{ K/W}$$

$$R_{thGM\text{ ges.}} = \frac{1}{3}\text{ K/W} = 0,33\text{ K/W}$$

In die oben gegebene Gleichung 1 eingesetzt ergibt sich:

Mit diesen errechneten Werten kann anhand der Übersichtstabelle (Seite A 12) eine Vorauswahl der einsetzbaren Profilkühlkörper getroffen werden.

Mit den einzelnen Kühlkörper-Diagrammen kann dann die endgültige Bestimmung des Kühlkörpers erfolgen.

3. An einem Transistor, der mit 50 Watt belastet ist und einen inneren Wärmewiderstand von 0,5 K/W besitzt, wird eine Gehäusetemperatur von 40 °C gemessen.

Wie hoch ist die Sperrschicht-Temperatur?

Gegeben: P = 50 W

$$R_{thG} = 0,5\text{ K/W}$$

$$\vartheta_G = 40\text{ °C}$$

Gesucht: ϑ_i Lösung nach Gleichung 2

2. Same conditions as above but for three devices with equally distributed power ratings.

Solution: use Equation 1 and Equation 3

substitute into Equation 1 gives:

$$R_{thK} = \frac{160\text{ °C} - 40\text{ °C}}{60\text{ W}} - 0,33\text{ K/W} = 1,67\text{ K/W}$$

With these values determined, the tabulation on page A 12 can be used to give a choice of possible heatsink profiles.

Then by examination of the drawings and curves the final choice can be made.

3. A transistor with power rating of 50 W and internal thermal resistance of 0,5 K/W has a case temperature of 40 °C

What is the actual value of junction temperature?

Given: P = 50 W

$$R_{thG} = 0,5\text{ K/W}$$

$$\vartheta_G = 40\text{ °C}$$

Find: ϑ_i using Equation 2

2. Mêmes conditions pour trois transistors de puissance égale.

Solution: utiliser Équation 1 et Équation 3

substitué en Équation 1 donne:

Avec ces valeurs le tableau à la page A 12 peut être examiné pour choisir un profilé. Ensuite déterminer la longueur à l'aide des courbes du profilé choisi.

3. Un transistor avec une puissance max. de 50 watts, une résistance thermique interne de 0,5 K/W et une température boîtier de 40 °C.

Quelle est la température de fonctionnement de la jonction?

Donnés: P = 50 W

$$R_{thG} = 0,5\text{ K/W}$$

$$\vartheta_G = 40\text{ °C}$$

Cherchez: ϑ_i utilisant Équation 2

$$\vartheta_i = \vartheta_G + P \cdot R_{thG} \quad \vartheta_i = 40\text{ °C} + 50\text{ W} \cdot 0,5\text{ K/W} = 65\text{ °C}$$

Technische Erläuterungen

3. Anmerkungen:

Zum Abschluß der technischen Erläuterungen zu unserem Kühlkörperprogramm noch einige wichtige Hinweise:



1. Die in unseren Diagrammen angegebenen Werte gelten für Kühlkörper mit schwarz eloxierter Oberfläche und für senkrechte Einbaulage und freier Konvektion.

Korrekturfaktoren:

für naturfarbene Oberfläche + 10 bis 15 %
für horizontale Einbaulage + 15 bis 20 %

2. Unsere extrudierten Kühlprofile werden nach den geltenden Normen DIN 17615 (Präzisionsprofile) gepreßt. Für Profile, die einen umschreibenden Kreis von 300 mm überschreiten, gelten die Toleranzen nach DIN 1748.

3. Für die mechanische Bearbeitung unserer Kühlkörper gelten - soweit nicht anders angegeben - die Freimaßtoleranzen nach DIN ISO 2768 m.

4. Die im Katalog angegebenen Kühlkörperlängen  und Lochbilder  vermitteln nur einen Überblick über unser Standardprogramm. Wir fertigen für Sie jedes unserer Strangpreßprofile in jeder gewünschten Länge und gewünschten Art der Bearbeitung nach Ihrer Zeichnung oder nach Ihrem Muster.

Wir bohren, senken, fräsen, sägen, schleifen und schneiden Gewinde in Ihren speziellen Kühlkörper für Ihr Anwendungsproblem.

Wir sind sicher, auch für Sie eine Lösung Ihres Kühlproblems anbieten zu können.

Mit unserem leistungsfähigen Werkzeugbau und dank unseres modernen Maschinenparks mit CNC-Bearbeitungszentren, Mehrspindelbohrmaschinen (bis zu 26 Bohrungen/ Gewinde gleichzeitig), Fräsmaschinen mit digitaler Anzeige, Stanzautomaten usw. sind wir in der Lage, kurzfristig sowohl Einzelstücke als auch größte Serien von Kühlkörpern preiswert zu fertigen.

5. Serienmäßig liefern wir unsere Kühlkörper aus Al Mg Si 0,5 warm ausgehärtet mit der Festigkeit F 22 nach DIN 1748. Die Oberflächen sind standardmäßig Aluminium natur/ entfettet (AL) oder schwarz eloxiert (SA). Auf Wunsch eloxieren wir naturfarbig (ME) oder dekorativ in jeder technisch machbaren Farbe.

6. Sollten Sie trotz unserer Auswahl von ca. 220 Standardprofilen 25 Kleinkühlkörpern und 40 Fingerkühlkörpern keine passende Ausführung finden, richten wir Kühlkörper nach Ihren Wünschen ein.

Stand - Mai 1999

Die Angaben in diesem Katalog wurden sorgfältig erstellt und geprüft. Dennoch bleiben Irrtümer und Druckfehler, vor allem aber technische Änderungen durch Weiterentwicklung und Verbesserung unserer Produkte, vorbehalten.

Der auszugsweise Nachdruck oder dieervielfältigung des Kataloges ist nur bei Quellenangabe und Einsendung eines Belegexemplares gestattet.

Technical Introduction

3. Remarks:



Finally to complete the technical explanations relating to the heatsink range the following important points should be noted:

1. The values indicated in the diagrams apply only for heatsinks with black anodised surface, mounted vertically and natural convection.

For alternative finish and mounting the following »correction factor« applies:
natural surface: + 10 to 15 %
for horizontal mounting: + 15 to 20 %

2. Extruded profiles are to German standard DIN 17615 (precision profiles) and for profiles exceeding a circumscribed circle of 300 mm the tolerance to DIN 1748 applies.

3. Machining of our extruded and non extruded profiles conforms to requirements of DIN ISO 2768 m - unless otherwise stated.

4. The lengths of extruded profiles  and the pin layouts  indicate only the standard range. We offer every profile cut to customer's exact length and machining requirement made to drawing or sample.

With our modern machine tools including CNC machining centres, multispindled drills (up to 26 drillings/threads at the same time) and digital milling and stamping tools plus our own »in house« tool room we are able to manufacture competitively priced prototypes as well as batch and mass produced parts with short lead times.

5. The standard material of our heatsinks is Al Mg Si 0,5, warm age-hardened with a compactness of F 22 acc. to DIN 1748. Our standard surface treatments are raw degreased aluminium (AL) and black anodised (SA). On request, we anodise clear natural (ME) or decorative in any colour that is technically possible.

6. If you cannot find a suitable profile within our range of approx. 220 profiles, 25 small heatsinks and 40 finger shaped heatsinks, we can design and produce to your requirements.

Remember that we have the ability to find the solution for »your« cooling problem.

Please contact us at the start of your next project so that we can work together, either directly or through our representatives.

Update - May 1999

The information given in this catalogue was established and examined carefully. Nevertheless, mistakes or printing errors, and especially technical modifications and updating and improvement of our products, cannot be excluded.

Copying parts of our catalogue and duplicating it is only allowed on the condition that the source is indicated and that you send us a copy of it.

Introduction Technique

3. Remarques:

Pour compléter les informations techniques sur les dissipateurs, il faut noter les points suivants:



1. Les valeurs indiquées dans les diagrammes sont valables pour des dissipateurs anodisés noir et montés verticalement et naturelle convection.

Pour une finition et un montage différent, utilisez les facteurs de correction suivants:

surface naturelle (aluminium nu):
+ 10 à 15 %
pour montage horizontal:
+ 15 à 20 %

2. Les profilés extrudés sont fabriqués suivant la norme allemande DIN 17615 (profilés de précision), et pour des profilés ayant une circonférence plus grande que 300 mm la tolérance est suivant la norme DIN 1748.

3. L'usinage de nos profilés extrudés et non extrudés est conforme à la norme DIN ISO 2768 m sauf indications contraires.

4. Les longueurs des profilés extrudés  ainsi que les perforations  données dans ce catalogue sont celles de nos standards. Nous réalisons à partir de plan ou d'échantillon des dissipateurs sur mesure.

A l'aide de nos machines-outils très modernes tels que contrôles numériques, forages/ taraudages multiples simultanés (jusqu'à 26 à la fois), fraisage, estampage ainsi que notre propre fabrication d'outillage, nous sommes capables de fabriquer à des prix compétitifs des prototypes ainsi que de grandes quantités dans des délais très courts.

5. En série, nous livrons nos dissipateurs en matière Al Mg Si 0,5 trempé chaud avec dureté F 22 suivant DIN 1748. Les revêtements standard sont aluminium brut dégraissé (AL) et anodisé noir (SA). Sur demande, nous offrons anodisation en anodise nature (ME) ou décorativement en chaque couleur techniquement possible.

6. Si vous n'avez pas trouvé de modèle qui vous convienne parmi nos 220 profilés standards, 25 »petits« dissipateurs et 40 dissipateurs à doigts, nous pouvons aussi réaliser un dissipateur selon votre demande.

Nous espérons que ces explications et nos capacités de production retiennent votre attention, et souvenez-vous que nous pouvons fabriquer le produit qui peut solutionner votre problème de refroidissement.

Merci d'avance de bien vouloir nous contacter ou notre représentant avant de commencer votre nouveau projet afin que nous puissions travailler ensemble.

Mai 1999

Les indications données dans ce catalogue ont été établies et contrôlées soigneusement. Quand même, nous ne pouvons pas exclure les erreurs et les fautes de frappe, et particulièrement les modifications techniques et le perfectionnement et amélioration de nos produits.

La reproduction partielle ou la polycopie du catalogue est seulement admise à condition que la source soit indiquée et qu'un exemplaire de preuve nous soit envoyé.

Allgemeine Hinweise

Sichtteile:
Visual Parts:
Pièces visibles:



Bitte Pos.Angabe der zulässigen **Klammerstellen!** In schwierigen Fällen wird zusätzliches Lackieren empfohlen.
Please indicate at which place **clamp points** are allowed! We recommend e.g. supplementary laquering.
Veuillez indiquer la surface qui peut être utilisée pour la **prise des pinces!** Nous recommandons p.ex.un laquage supplémentaire.

gebürstet
brushed
ébavurées



nicht gebürstet
non-brushed
non ébavurées



Normalteile
Normal parts
Pièces normales



Eloxieren auf Federgestell (abh. von Größe und Gewicht)
Anodized on a spring mount (depending on the size and weight)
Anodisation sur bâti à ressorts (dépend de la taille et du poids)



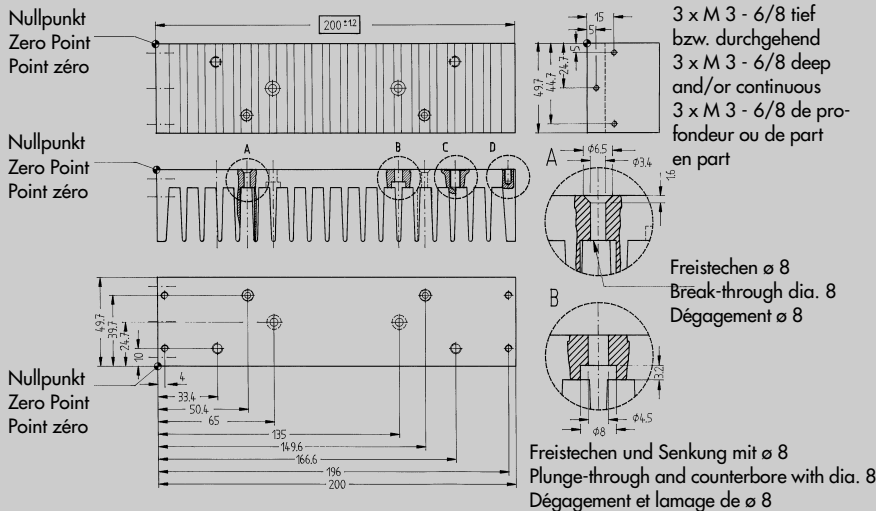
Eloxieren auf Klammern (es entstehen Klammerstellen)
Anodized on clamps (clamp points are created)



Sacklöcher werden nach dem Eloxieren gefertigt. Durchgangslöcher werden vor dem Eloxieren gefertigt. Bei absoluten Sichtteilen wird zusätzliches Lackieren empfohlen. Die Profile werden nach DIN 17615 gepreßt. Für Profile, die einen umschreibenden Kreis von 300 mm überschreiten, gilt DIN 1748. Die Bearbeitungstoleranzen erfolgen nach DIN ISO 2768 m.

Blind holes are produced after anodizing. Through holes are produced before anodizing. With completely visual parts, additional painting is recommended. The sections are extruded according to DIN 17615. For sections that exceed a circumscribed circle of 300 mm, DIN 1748 applies. The machining tolerances are specified according to DIN ISO 2768 m.

Les trous borgnes sont habituellement percés après l'anodisation. Les trous de part en part sont percés avant l'anodisation. Là où des faces sont exposées en permanence, un laquage supplémentaire de toute la pièce est recommandé. Les profilés sont extrudés selon DIN 17615. Pour des profilés s'inscrivant dans un cercle supérieur à 300 mm, c'est la norme DIN 1748 qui s'applique. Les tolérances d'usinage sont conformes à DIN ISO 2768 m.



Hinweise für Bemaßungen, gezeigt am SK 47 Allgemeines:

Die Durchbiegung kann konkav 0,8 mm, konvex 0,2 mm betragen. Wird eine bestimmte Ebenheit der Bodenfläche gefordert, so kann sich die Bodenstärke durch Planfräsen um ca. 0,8 mm maximal verringern. Dieser Umstand muß bei Bohrtiefen für Sacklöcher berücksichtigt werden.

Senkungen und Bohrdurchmesser werden, wenn nicht ausdrücklich anderes gefordert, nach DIN 74 mittel gefertigt.

Die Gewindetiefe sollte folgendermaßen berechnet werden.

Beispiel M 5:

Gewinde: $<M> 5 \times 1,6 \text{ mm} = 8 \text{ mm}$
Kernbohrung: $8 \text{ mm} + 2 \text{ mm} = 10 \text{ mm}$

Beispiele:

Ausschnitt A: Durchgangsbohrung nach DIN 74 A m 3, Senkung Bodenseite, Freistechen der Rippen.

Ausschnitt B: Durchgangsbohrung mit Freistechen der Rippen nach DIN 74 H m 4, Senkung Rippenseite.

Ausschnitt C: Gewinde M 6. Gewindetiefe $1,6 \times 6 \text{ mm} = 9,6 \text{ mm}$, Bohrtiefe $9,6 \text{ mm} + 2 \text{ mm} = 11,6 \text{ mm}$. Bohrloch am Rippenfuß freigestochen. Plansenkung $\varnothing 12 \times 0,5$ auf Bodenseite.

Ausschnitt D: Sackgewinde M 4. Gewindetiefe $1,6 \times 4 = 6,4 \text{ mm}$, Bohrtiefe $6,4 \text{ mm} + 2 \text{ mm} = 8,4 \text{ mm}$.

Information for dimensioning, shown on SK 47 General:

The deflection can amount to 0,8 mm concave, 0,2 mm convex. If a certain evenness of the bottom surface is required, then the bottom thickness can be decreased by a maximum of approx. 0,8 mm by means of face-milling. This situation must be taken into consideration with the bore hole depths for blind holes. Counterbores and bore hole diameters are to be produced according to DIN 74, if not explicitly stated otherwise.

The depth of thread should be calculated as follows.

Example M 5:

Thread: $<M> 5 \times 1,6 \text{ mm} = 8 \text{ mm}$
Core bore: $8 \text{ mm} + 2 \text{ mm} = 10 \text{ mm}$

Examples:

Cutout A: Through hole according to DIN 74 A m 3, counterbore bottom side, plunge-through of the fins.

Cutout B: Through hole with break-through of the fins according to DIN 74 H m 4, counterbore on fin side.

Cutout C: Thread M 6. Depth of thread $1,6 \times 6 \text{ mm} = 9,6 \text{ mm}$, bore depth $9,6 \text{ mm} + 2 \text{ mm} = 11,6 \text{ mm}$. Bore hole on fin base is plunged through. Face counterbore $\varnothing 12 \times 0,5$ on bottom side.

Cutout D: Blind thread M 4. Depth of thread $1,6 \times 4 = 6,4 \text{ mm}$, bore depth $6,4 \text{ mm} + 2 \text{ mm} = 8,4 \text{ mm}$.

Remarques concernant les cotes de l'exemple SK 47 Généralités:

La lèche peut être de 0,8 mm concave ou de 0,2 mm convexe sur la larges du profilé. Si une certaine planéité de la surface de base est exigée, son épaisseur peut être réduite de 0,8 mm au maximum par surfacage. Le cas échéant, il est nécessaire d'en tenir compte pour la profondeur des trous borgnes. Sauf instructions contraires, les chanfreins, alésages et les lamages sont réalisés selon DIN 74.

La profondeur du filetage doit être calculée de la façon suivante:

Exemple M 5:

Filetage: $<M> 5 \times 1,6 \text{ mm} = 8 \text{ mm}$
Carottage: $8 \text{ mm} + 2 \text{ mm} = 10 \text{ mm}$

Exemples:

Coupe A: Alésage de part en part selon DIN 74 A m 3, lamage côté fond, dégagement des nervures.

Coupe B: Alésage de part en part avec dégagement des nervures selon DIN 74 H m 4, lamage côté nervure.

Coupe C: Filetage M 6, profondeur du filetage $1,6 \times 6 \text{ mm} = 9,6 \text{ mm}$, profondeur d'alésage $9,6 \text{ mm} + 2 \text{ mm} = 11,6 \text{ mm}$. Dégagement de l'alésage à la base de la nervure. Lamage plan $\varnothing 12 \times 0,5$ côté fond.

Coupe D: Filet borgne M 4. Profondeur du filetage $1,6 \times 4 \text{ mm} = 6,4 \text{ mm}$, profondeur d'alésage $6,4 \text{ mm} + 2 \text{ mm} = 8,4 \text{ mm}$.

**Preßtoleranzen –
Fertigungstoleranzen**

Es ergibt sich häufig die Problemstellung, daß, bedingt durch die Preßtoleranzen, die Fertigungstoleranzen nicht eingehalten werden können. An zwei Beispielen wird dargestellt, wie durch geeignete Bemaßung (hier: Verlagerung des Nullpunktes von der Außenkante zur Profilmittellinie) die Fertigungstoleranzen halbiert werden können.

**Extrusion tolerances –
Production tolerances**

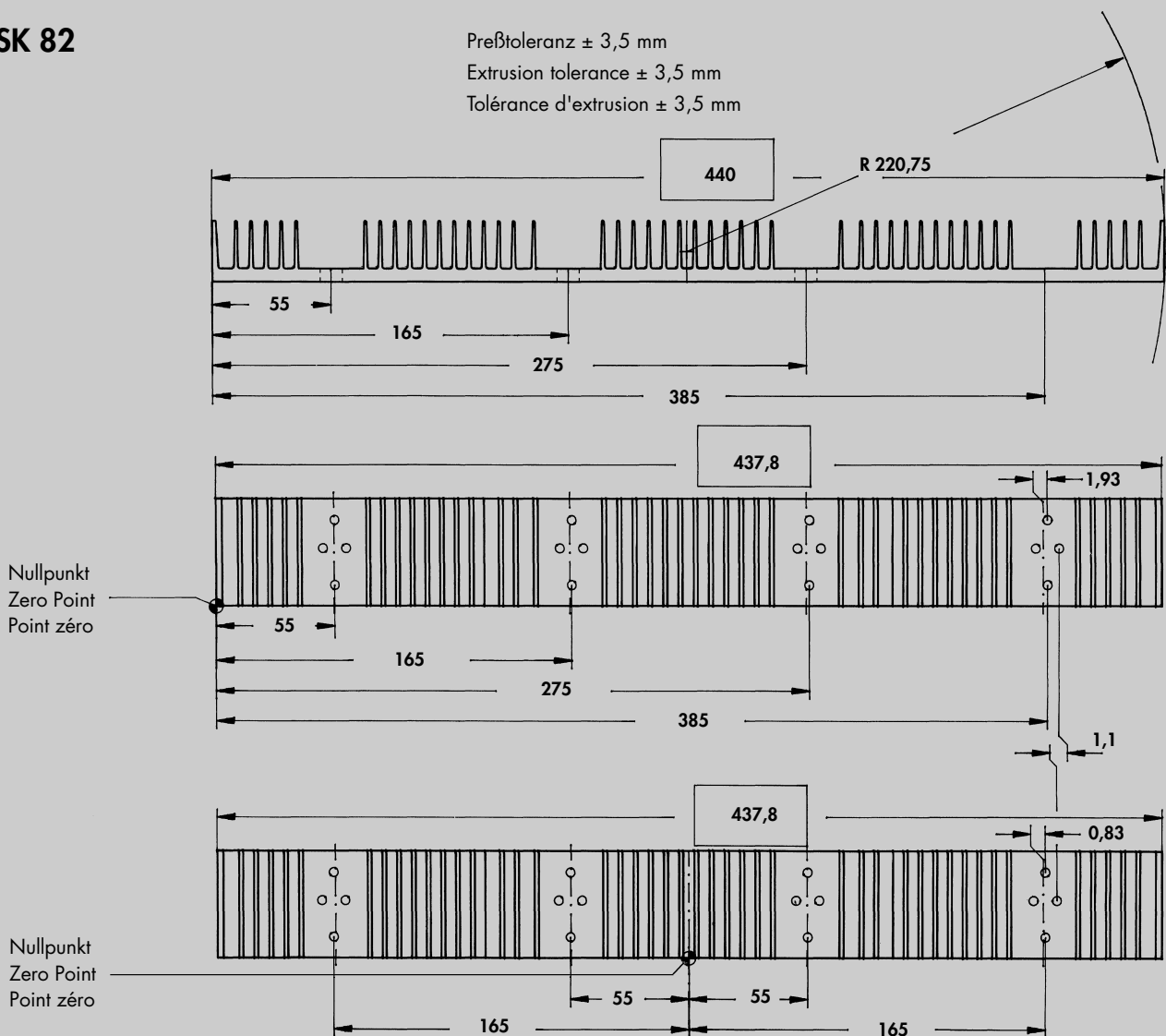
The problem frequently occurs that, due to the extrusion tolerances, the production tolerances cannot be adhered to. The two examples show how the production tolerances can be cut in half by means of suitable dimensioning (here: extension of the zero point from the outer edge to the center of the section).

**Tolérances d'extrusion –
Tolérances d'usinage**

Le problème suivant se rencontre assez fréquemment: en raison des tolérances d'extrusion, il n'est plus possible de respecter les tolérances d'usinage. Deux exemples montrent comment une cotation adroite (ici: le déplacement du point zéro du bord extérieur vers la médiane du profilé) permet de réduire de moitié les tolérances d'usinage.

SK 82

Preßtoleranz $\pm 3,5$ mm
Extrusion tolerance $\pm 3,5$ mm
Tolérance d'extrusion $\pm 3,5$ mm



Bei Berücksichtigung der ungünstigsten Preßtoleranzen ergibt sich zwischen beiden Bemaßungsarten, bezogen auf die Symmetrieachse, eine Differenz von 1,1 mm.

When taking unfavourable extrusion tolerances into consideration, a difference of 1,1 mm arises between the two types of dimensioning with respect to the axis of symmetry.

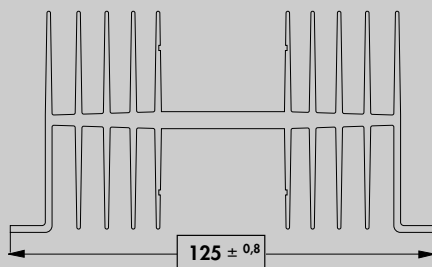
En tenant compte des tolérances d'extrusion les plus défavorables, il en résulte entre les deux types de cotation une différence de 1,1 mm par rapport à l'axe de symétrie.

Preßtoleranzen – Fertigungstoleranzen

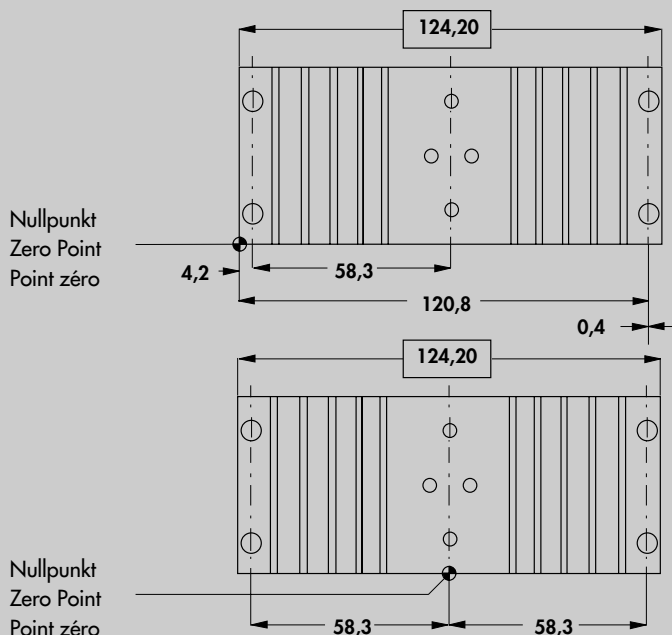
SK 34

Extrusion tolerances – Production tolerances

Tolérances d'extrusion – Tolérances d'usinage



Preßtoleranz $\pm 0,8$ mm
Extrusion tolerance $\pm 0,8$ mm
Tolérance d'extrusion $\pm 0,8$ mm



Bemaßung von Außenkanten
Dimensioning set to the outer edges
Cotation à partir du bord extérieur

Bemaßung mittig
Dimensioning set to the center
Cotation médiane

Bei Berücksichtigung der ungünstigsten Preßtoleranzen ergibt sich zwischen beiden Bemaßungsarten, bezogen auf die Symmetrieachse, eine Differenz von 0,4 mm.

When taking unfavourable extrusion tolerances into consideration, a difference of 0,4 mm arises between the two types of dimensioning with respect to the axis of symmetry.

En tenant compte des tolérances d'extrusion les plus défavorables, il en résulte entre les deux types de cotation une différence de 0,4 mm par rapport à l'axe de symétrie.

Planfräsen

Wenn beim Planfräsen von Kühlkörpern, Lüfteraggregaten etc. fertigungstechnisch der Fräserdurchmesser kleiner als die zu fräsende Fläche ist, entstehen durch paralleles Fräsen sogenannte "Fräsbahnen" mit Absätzen oder Kanten (s. Skizze).

Selbst bei Einhaltung der Rauhtiefenangabe für die Oberfläche ist es zweckmäßig, die Bauteilbereiche anzugeben, in denen keine Fräskanten erlaubt sind.

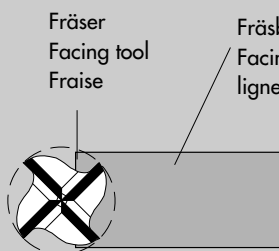
Facing

If, when facing heatsinks, cooling aggregates, etc., the facing tool diameter is smaller than the area being faced for production reasons, so called "facing grooves" with steps or edges are produced (see sketch). Even if the roughness depth value for the surface is observed, it is a good idea to specify the area of the component in which no facing edges are allowed.

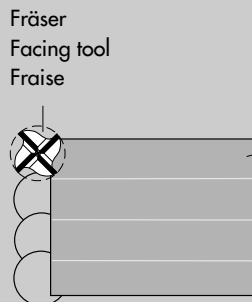
Fraisage plan

Si le diamètre de la fraise utilisée pour le surfacage de dissipateurs ou d'ensembles ventilés etc. est inférieur aux dimensions de la surface à fraiser, le fraisage parallèle entraîne l'apparition de "traces de fraisage" avec des décrochements ou des arêtes (voir dessin).

Même lorsque les indications de profondeur de rugosité sont respectées, il est judicieux de préciser les zones de surface pour lesquelles les traces de fraisage sont prohibées.



Fräser größer als zu fräsende Fläche, keine Fräskante
Facing tool wider than faced surface (no facing edge)
fraise plus grande que face d'fraiser (pas d'arête)

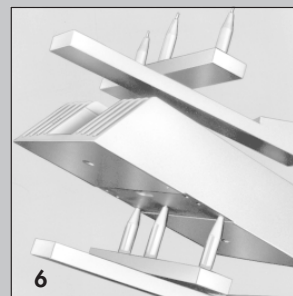
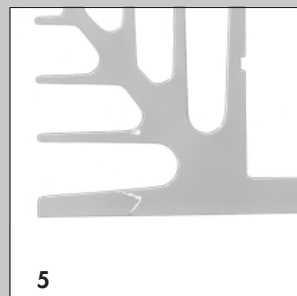
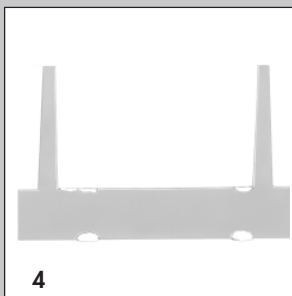
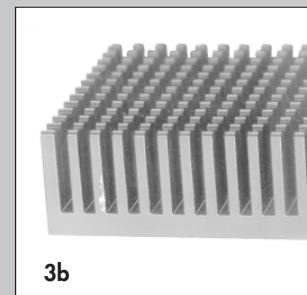
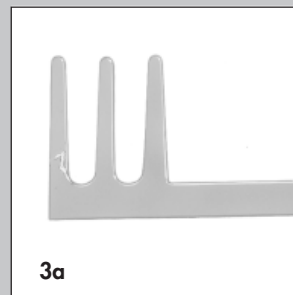
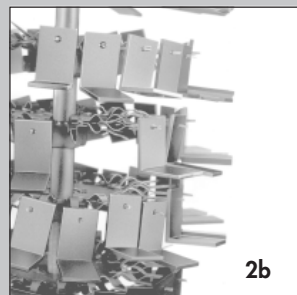
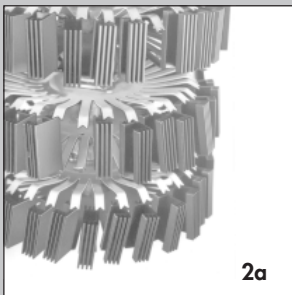
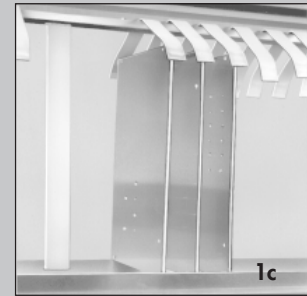
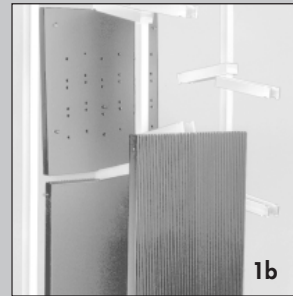
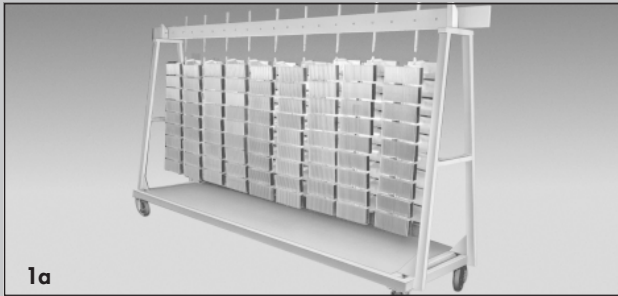


Fräser kleiner als zu fräsende Fläche
Facing tool smaller than faced surface
Fraise plus petite que face d'fraiser

Kühlkörper als Sicht- und Dekorteile

Heatsinks for Decorative Purposes and as Visual Parts

Les dissipateurs comme éléments apparents et de décoration



Für den dekorativen Oberflächenschutz von Aluminium wird vielfach die anodische Oxidation eingesetzt (auch ELOXAL genannt, (Elektrisch OXidiertes Aluminium). Bei diesem Verfahren werden die zu behandelnden Aluminiumteile in einem geeigneten Elektrolyten an den positiven Pol einer Gleichstromquelle (Anode) angeschlossen, den negativen Pol (Kathode) bildet dabei ebenfalls Aluminium. Der fließende Gleichstrom bewirkt nun eine Wanderung von sauerstoffhaltigen Anionen, mit elektrischer negativer Ladung, zur Anode, um dort den Sauerstoff abzugeben. Das Aluminium hier reagiert mit diesem Sauerstoff unter Bildung von Aluminiumoxid. So entsteht, nach Durchführung weiterer Prozessschritte, eine porenfreie, elektrisch nichtleitende, abriebfeste oxidische Sperrschicht, die sog. Eloxalschicht, deren Schichtdicke durch die Stromdurchflussmenge gesteuert werden kann.

Anodising (also known as ELOXAL: Electrically OXidised Aluminium) is used in many cases for decorative surface protection of aluminium. In this process, the aluminium parts to be treated are connected to the positive pole of a direct-current source (anode) in a suitable electrolyte where aluminium, in so doing, forms the negative pole (cathode). The flowing direct current now causes a migration of oxygen-containing ions, with electrically negative charge, to the anode in order to deposit the oxygen. At this point, the aluminium reacts with this oxygen, forming aluminium oxide. A non-porous, electrically insulating, abrasion free, oxide barrier, or "eloxal-layer", then develops. The development and therefore thickness of this layer can be controlled by the amount of current flow.

For process handling, secure transportation and electrical connection, the parts to be anodised must be placed on "racks" (fig. 1).

Pour la protection décorative de la surface des pièces en aluminium, on fait fréquemment appel à l'oxydation anodique ou anodisation. Ce procédé consiste à immerger les pièces à traiter dans un électrolyte approprié et à les brancher sur le pôle positif (anode) d'une source de courant continu, le pôle négatif (cathode) étant lui aussi formé par une électrode d'aluminium. Le courant continu entraîne une migration d'anions oxygénés vers l'anode où ils déposent leur oxygène. Celui-ci réagit avec l'aluminium pour former de l'oxyde d'aluminium. Après accomplissement d'encre des pas du procédé, sur la pièce se dépose-t-il ainsi une couche d'anodisation qui forme un revêtement sans pores et non-conducteur dont l'épaisseur peut être contrôlée en réglant le flux de courant.

Pour assurer le transport des pièces à anodiser, leur contact électrique et le

Kühlkörper als Sicht- und Dekorteile

Für die Prozeßhandhabung, den sicheren Transport und die elektrische Verbindung der zu anodisierenden Teile, müssen diese auf sogenannte Gestelle aufgesteckt werden (Bilder 1). Da die elektrische Kontaktgabe absolut gewährleistet sein muß, und daher die Teile mechanisch unverrückbar auf den Gestellen festsitzen müssen (Bilder 2), ist besonders bei großen und gewichtigen Teilen eine entsprechende Haltekraft für die zu anodisierenden Materialien erforderlich. Dieses bedingt, daß an den Kühlkörpern sog. "Klammerstellen" sichtbar sind. Diese Klammerstellen sind bei schwarz eingefärbten, kleinen und leichtgewichtigen Kühlkörpern als blanke Stellen sichtbar (Bild 3), bei großvolumigen und daher gewichtigen Kühlkörpern sind aber neben den blanken Stellen Materialverdrängungen, d.h. mechanische Verformungen nicht auszuschließen (Bild 4). Diese Verformungen können je nach Kühlkörperart in ihrer Größe und Geometrie stark unterschiedlich sein und sind unvermeidbar (Bild 5).

Werden Kühlkörper als Sichtteile, d.h. Teile, deren Oberfläche einwandfrei aussehen müssen, eingesetzt, besteht die Möglichkeit, daß kundenseitig Bereiche definiert werden, die keine Klammerstellen haben dürfen. Ist aus produktionstechnischen Gründen auch an den verbleibenden Stellen keine Klammerung möglich, ist zu überlegen, spezielle Sondergestelle zu bauen, die eine Bearbeitung zulassen (Bild 6). Evtl. können auch vorhandene oder zusätzliche Gewindelöcher benutzt werden, um hiermit z.B. Winkel anzuschrauben, an denen dann geklammer wird (Bild 7). Weiterhin besteht immer die Möglichkeit, durch Nacharbeiten und anschließendem Lackieren, die Klammerüberstände zu beseitigen, wobei allerdings die Vertiefungen leicht sichtbar bleiben. Alternativ kann natürlich anstelle des Eloxierens der Kühlkörper komplett lackiert werden.

Für eine problemlose Auftragsabwicklung zur Zufriedenheit des Kunden, ist es somit bei Sicht- und Dekorteilen unerläßlich, in Zusammenarbeit mit dem Hersteller, schon in der Anfragephase alle technischen Details zu erörtern und die gewünschte Ausführung zu bestimmen.

Unsere Spezialisten beraten Sie gerne.

Heatsinks in the Form of Visual Parts and Mouldings

As excellent electrical contact is necessary and the parts being processed must be mounted on the carrying racks in a totally secure manner a high clamping force is required especially for those large and heavy heatsinks (figure 2). This will mean that "clamp marks" are visible. These are mere bare points in the case of small and light weight heatsinks with black anodising (figure 3) but for heavy parts the clamping pressures and current can cause deformation of the surface (figure 4). Any such deformations on large heatsinks is unavoidable and varies with each part (figure 5).

If heat sinks are used as visual parts, in other words parts whose surface must be blemish-free in appearance, it is suggested that the customer will define specific areas which should have no clamp marks. If, for technical production reasons, it is not possible to place clamps on the remaining points then consideration should be either given to the construction of separate special-purpose frames which will allow processing (figure 6). Existing or additional threaded holes may possibly also be used for screwing on fixing angles, upon which the clamps may then be placed (figure 7). Furthermore, there is always the possibility to remove the clamp marks by hand finishing, although some slight indentation may still be visible. Alternatively, instead of using the anodising process there are various paint finishes available.

With visual parts and mouldings, both discussion of all technical details and determination of the desired design in cooperation with the manufacturer - even at the initial enquiry stage - are imperative for the smooth completion of orders to the satisfaction of the customer.

Our experts are at your disposal for all technical advice.

Les dissipateurs comme éléments apparents et de décoration

déroulement correct du processus, celles-ci sont enfichées sur des supports (fig. 1). Les pièces à anodiser devant être fixées de façon absolument immobile pour assurer un contact électrique impeccable, il est nécessaire d'exercer une force de maintien mécanique (fig. 2), en particulier sur les pièces lourdes et de grandes dimensions. C'est de là que proviennent les "marques de serrage" visibles sur les dissipateurs. Sur les petits dissipateurs légers colorés en noir, ces marques de serrage sont visibles sous forme de zones nues (fig. 3). Sur les dissipateurs de volume et de poids plus importants, il n'est pas exclu qu'outre ces zones dénudées, le matériau ait été refoulé, c'est-à-dire ait subi des déformations mécaniques (fig. 4). La géométrie et la dimension de ces déformations, par ailleurs inévitables, peuvent varier fortement selon le type de dissipateur (fig. 5).

Si les dissipateurs sont utilisés comme pièces apparentes, c'est-à-dire comme éléments dont la surface doit avoir un aspect impeccable, le client peut définir des zones qui doivent être exemptes de toute marque de serrage. Si, pour des raisons techniques, les zones autorisées ne permettent pas de serrage, on peut envisager de construire des supports spéciaux (fig. 6), ou d'utiliser les taraudages dont le refroidisseur est muni ou éventuellement de le munir de taraudages supplémentaires pour y visser par exemple des équerres permettant d'en assurer le serrage (fig. 7). Il est en outre possible d'éliminer les marques de serrage par un traitement ultérieur et l'application d'un nouveau vernis sur ces zones. Dans ce cas cependant, les empreintes resteront légèrement visibles. Une autre alternative est bien sûr de vernir entièrement le refroidisseur au lieu de l'anodiser.

Une coopération entre le client et le fabricant est donc indispensable pour que les éléments apparents ou de décoration répondent aux exigences posées qui, dès la commande, devront être élucidées dans tous les détails techniques en vue de convenir d'un mode de réalisation.

Nos spécialistes se tiennent à votre disposition pour toute consultation.