

Handhabungshinweise

Bitte lesen Sie diese Hinweise sorgfältig durch! Die hier genannten Informationen helfen Ihnen, Ihre Aufgabenstellung mit unseren Produkten souverän zu lösen und die Qualität der Peltierelement für einen langen Zeitraum zu sichern.

Peltierelemente sind Halbleiterbauteile, welche durch unsachgemäße Handhabung Schaden nehmen können, die sich von außen nicht erkennen lassen. Aus diesem Grund sind Peltierelemente generell vom Umtausch ausgeschlossen. Um die Lebensdauer nicht nachhaltig zu verkürzen, sind folgende Regeln zu beachten:

1. Die maximalen erlaubten mechanischen Lasten dürfen nicht überschritten werden!

max. Scherkraft	pro cm^2 Peltierfläche	125 N
max. Vibration	harmonisch bis 55 Hz	$2 \frac{m}{s^2}$
max. Zugkraft	pro cm^2 Peltierfläche	195 N
max. Schockbelastung	Schockdauer < 4 ms	$20 \frac{m}{s^2}$

2. Die maximal erlaubte Betriebstemperatur darf nicht überschritten werden!

Die maximale Betriebstemperatur gilt direkt am Peltierelement. Bitte beachten Sie, dass jeder thermische Übergang zusätzliche Temperaturdifferenzen erzeugt, welche bei der Bestimmung der Betriebstemperatur berücksichtigt werden müssen!

Hinweis: Peltierelemente nehmen durch zu hohe Ströme oder Spannungen nicht direkt Schaden. Dennoch sollte das zweifache der im Datenblatt angegebenen Stöme und Spannungen nicht überschritten werden!

3. Für eine gleichmäßige thermische Belastung sorgen!

Peltierelemente dürfen nicht auf Kühlkörpern oder anderen Gegenständen eingesetzt werden, welche die Elemente nicht vollständig bedecken oder eine ungleichmäßige Wärmeleitung besitzen. In einem solchen Fall ist der Einsatz eines Kupferblocks zur Spreizung des Wärmeflusses nötig.

Zudem ist für einen ausreichend homogenen Wärmekontakt mittels Wärmeleitpaste oder -kleber zu sorgen. Der Auftrag muss zwingend äquidistant und luftabschlussfrei erfolgen.

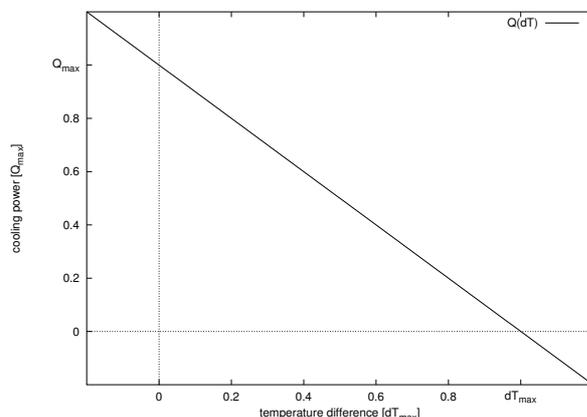
4. Das Peltierelement mit einer geregelten Spannung versorgen!

Jede Variation der Versorgungsspannung bzw. des Versorgungsstroms erzeugt im Inneren des Elementes eine Variation des Thermoflusses und damit der Temperaturen. Die daraus folgenden thermischen Ausdehnungen belasten die Kontaktstellen. Eine Restwelligkeit von 2% ist zu vertreten.

5. Keine Zweipunktregelung verwenden!

Bei einer Zweipunktregelung wird das Peltierelement in einem bestimmten Verhältnis ein- und ausgeschaltet, um eine bestimmte Temperatur zu erreichen. Diese Schaltvorgänge erzeugen im Inneren des Elementes thermische Spannungen, welche das Element in kurzer Zeit zerstören können. Bei einem getakteten Betrieb sollte die Modulationsfrequenz deutlich über 10 kHz liegen und ein geeigneter Tiefpass verwendet werden.

Wichtiger Hinweis:



Die maximal zu erreichende Kühlleistung steht in direktem Zusammenhang mit der über dem Peltierelement anliegenden Temperaturdifferenz. Mit steigender Temperaturdifferenz lässt die Kühlleistung nach. Aus diesem Grund ist dafür zu sorgen, dass die Abwärme der heißen Seite des Peltierelementes stets ausreichend abgeführt wird. Ein guter Kühlkörper reduziert somit auch die benötigte elektrische Versorgung und ermöglicht einen sicheren Betrieb.

Auch die Wärmewiderstände durch Wärmeleitpasten oder -kleber erhöhen die Temperaturdifferenz. Diese sind, im besonderen auf der heißen Seite des Peltierelementes, zu optimieren!

Auswahl eines Kühlkörpers (analog Wärmetauscher):

Die im Datenblatt angegebenen theoretischen Werte basieren auf der Annahme, dass die Temperatur der heißen Seite durch einen idealen, unendlich großen Kühlkörper konstant gehalten wird. Im realen Betrieb steigt jedoch die Temperatur der heißen Seite durch die elektrische Verlustleistung des Elementes, die Temperaturdifferenz nimmt dadurch zu und die erreichbare Kühlleistung sinkt. Die Betriebsspannung, die nötig ist, um die maximale Leistungsfähigkeit eines solchen Systems zu erreichen, ist stark von den Daten des Kühlkörpers abhängig. Sinnvolle Werte für den Kühlkörper sind $15\text{ K}/Q_{max}$ bei einer maximalen Betriebsspannung von $0.8 \cdot U_{max}$ (siehe Grafik).

Beispiel:

Das System soll bei Raumtemperatur betrieben werden, d.h. es werden die Werte für $T_h = 300\text{ K} = \text{ca. } 27^\circ\text{ C}$ zugrunde gelegt.

Die Daten des Peltierelementes bei $T_h = 300\text{ K}$ seien:

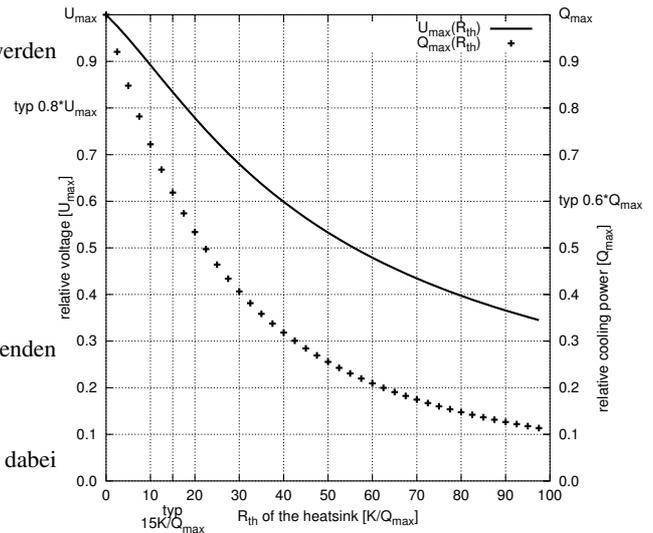
$$\begin{aligned} Q_{max} &= 38.2\text{ W} \\ I_{Q_{max}} &= 4.7\text{ A} \\ \Delta T_{max} &= 71\text{ K} \\ I_{\Delta T_{max}} &= 3.6\text{ A} \\ U_{max} &= 16.1\text{ V} \end{aligned}$$

Der zu verwendende Kühlkörper sollte daher maximal den folgenden Wärmewiderstand besitzen:

$$R_{th} \leq 15\text{ K}/Q_{max} = 15\text{ K}/38.2\text{ W} = 0.39\frac{\text{K}}{\text{W}}$$

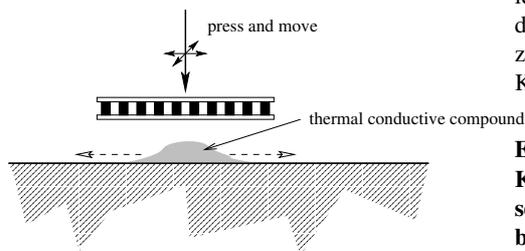
Die maximale Versorgungsspannung des Peltierelementes sollte dabei begrenzt werden auf:

$$U_{peltier} \leq 0.8 \cdot U_{max} = 0.8 \cdot 16.1\text{ V} = 12.9\text{ V}$$



Montage:

Die zu verbindenden Flächen müssen staub- und fettfrei sein. Eine sinnvolle Reinigung erfolgt mittels Isopropanol oder Aceton. Für eine Verbindung von flächigen Teilen wird in die Mitte eines Teiles eine entsprechende Menge der Wärmeleitpaste gegeben und die beiden Teile dann kräftig aufeinandergedrückt. Durch leichtes Verschieben der Teile gegeneinander ist dafür zu sorgen, dass sich eine möglichst dünne Schicht über die gesamte Kontaktfläche ausbildet.



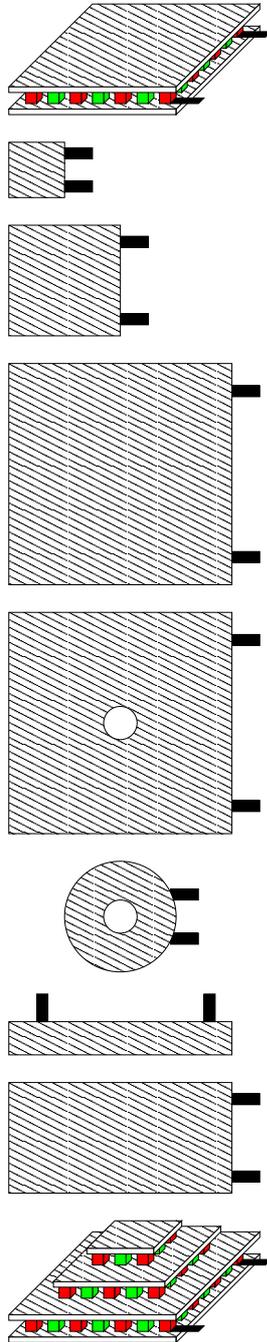
Es ist **nicht** ausreichend beide Teile mit einer dünnen Schicht des Klebers zu bestreichen und dann aufeinander zu drücken. Bei dieser Verarbeitungsweise können sich Luftblasen zwischen den Teilen befinden, welche den Wärmekontakt stark verschlechtern!

Erläuterung der technischen Kenndaten:

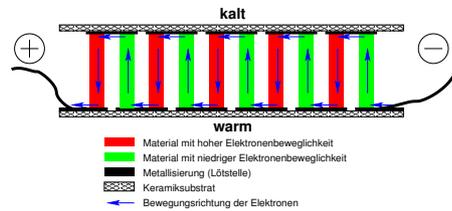
- α die Differenz der Seebeckkoeffizienten der verwendeten Legierungen multipliziert mit der Anzahl der in Reihe geschalteten Kontaktstellen
- ρ der elektrische Widerstand des Peltierelementes
- γ die Wärmeleitfähigkeit senkrecht durch das Peltierelement hindurch

- T_h die Temperatur der heißen Seite des Peltierelementes, für welche die nachfolgenden Größen gelten, vorausgesetzt, diese Temperatur wird durch geeignete Maßnahmen stabil gehalten
- Q_{max} die maximal mögliche Kühlleistung ohne Temperaturdifferenz zwischen den beiden Seiten des Peltierelementes (isotherm)
- $I_{Q_{max}}$ der Betriebsstrom, bei dem die maximale Kühlleistung erreicht wird
- ΔT_{max} die maximal mögliche Temperaturdifferenz ohne aufzubringende Kühlleistung
- $I_{\Delta T_{max}}$ der Betriebsstrom, bei dem die maximale Temperaturdifferenz erreicht wird
- U_{max} die am Peltierelement anzulegende Versorgungsspannung, damit die maximale Kühlleistung bzw. die maximale Temperaturdifferenz erreicht wird. Diese Spannung ist nur abhängig von T_h .

typische Bauformen



Funktionsweise (veranschaulicht)



Ein Peltierelement besteht aus zwei verschiedenen, elektrisch leitenden Materialien. Diese werden alternierend elektrisch miteinander verbunden und mechanisch derart angeordnet, dass die Verbindungsstellen jeweils abwechselnd auf einer Ebene liegen (siehe Zeichnung).

Die beiden Materialien unterscheiden sich hauptsächlich in der Beweglichkeit der Valenzelektronen. Je größer die Beweglichkeit der Elektronen ist, desto größer ist deren Anteil an der Wärmekapazität (→ phononische und elektronische Wärmekapazität). Die Beweglichkeit steigt näherungsweise proportional mit der absoluten Temperatur.

Bei einem isothermen Übergang eines Elektrons von einem Material mit niedriger Elektronenbeweglichkeit in ein Material mit hoher Elektronenbeweglichkeit besitzt dieses Elektron eine geringere Geschwindigkeit als die restlichen Elektronen in dem Material, welche aufgrund von Stößen Energie auf dieses übertragen. Dies bedeutet einen Energieverlust der Valenzelektronen und damit eine Abkühlung der Kontaktstelle (→ PELTIER-Effekt). Über der Kontaktstelle fällt eine, dem elektrischen Strom entgegengerichtete, Spannung ab, so dass die Energiebilanz ausgeglichen ist (→ Kontaktspannung und SEEBECK-Effekt). Diese Spannung ist nahezu proportional zur absoluten Temperatur.

Gleiches gilt bei einem entgegengesetzten Übergang, jedoch mit umgekehrtem Vorzeichen: die Kontaktstelle erwärmt sich. Da in einem Peltierelement diese Übergänge alternierend auf beide Seiten verteilt sind, kühlt sich eine Seite ab, während sich die andere erwärmt.

Das Verhältnis zwischen den Beweglichkeiten der Valenzelektronen in den beiden Materialien wird als „Thermokraft“ (α) bezeichnet, welche eine der drei Kenndaten eines Peltierelementes darstellt. Die weiteren Kenndaten sind der „Innenwiderstand“ (ρ) und der „Wärmeleitwert“ (γ). Der Innenwiderstand stellt den elektrischen Widerstand des Peltierelementes dar. Der Wärmeleitwert gibt die gesamte Wärmeleitfähigkeit durch die Materialien von der einen Seite zur anderen an.

Die während des Betriebes über dem Element anliegende Spannung setzt sich aus dem Spannungsabfall über dem Innenwiderstand des Elementes und der Differenz der Kontaktspannungen zusammen.

Die auf der kalten Seite des Elementes aufgenommene Wärmeleistung (Q_c) ist proportional zur absoluten Temperatur dieser Seite (T_c in Kelvin!) und zur Anzahl der fließenden Elektronen, also dem fließenden Strom (I). Die elektrische Verlustleistung ($\rho \cdot I^2$) verteilt sich gleichermaßen auf beide Seiten des Elementes, so dass die Hälfte als Verlust subtrahiert werden muss. Sind die beiden Seiten des Elementes nicht auf gleicher Temperatur, so fließt ein Teil der Wärme durch das Element zurück zur kalten Seite ($\gamma \cdot \Delta T$). Dieser Verlust muss ebenfalls von der aufgenommenen Wärmeleistung subtrahiert werden.

Die auf der warmen Seite des Elementes abgegebene Wärmeleistung (Q_h) ist die Summe aus der auf der kalten Seite aufgenommenen Wärmeleistung (Q_c) und der elektrischen Betriebsleistung ($U \cdot I$).

Es folgt für die effektive Kühlleistung:

Für die am Element anliegende Spannung gilt:

Die gesamte Abwärme berechnet sich zu:

$$Q_c = \alpha \cdot T_c \cdot I - \frac{\rho}{2} \cdot I^2 - \gamma \cdot \Delta T$$

$$U = \rho \cdot I + \alpha \cdot \Delta T$$

$$Q_h = Q_c + U \cdot I$$

weitere Produkte und Dienstleistungen:

- Beratung bei einem geplanten Einsatz von Kühlkörpern und Peltierelementen
- Dimensionierung und Simulation von Peltierelementen und thermoelektrischen Kühlsystemen



Hochleistungskühlkörper und -aggregate:

- Hohlrippen Lüfteraggregate mit 1 bis 3 Kammern und Wärmewiderständen zwischen $0.3 \frac{K}{W}$ und $0.02 \frac{K}{W}$
- Hochleistungskühlkörper für freie Konvektion mit Wärmewiderständen zwischen $0.5 \frac{K}{W}$ und $0.03 \frac{K}{W}$
- Flüssigkeitskühler für Wärmeabfuhrleistungen bis 2000W



Ready-to-Use thermoelektrische Kühlsysteme:

- einsatzfertig aufgebaute Kühlsysteme mit Kühlleistungen bis zu 140 W
- kundenspezifisch gefertigte Kühlsysteme mit Kühlleistungen bis zu 1 kW

Wärmeleitende Pasten und Kleber:

TCSC-1700	Thermisch extrem gut leitende Ein-Komponenten Silikonpaste mit mittlerer Viskosität und sehr guter elektrischer Isolation, nicht aushärtend, sehr großer Temperaturbereich: - Wärmekopplung von Leistungshalbleitern mit Kühlkörpern - Wärmekopplung von Peltierelementen mit Kühlkörpern
TCSA-1530	Thermisch sehr gut leitender Ein-Komponenten Silikonkleber mit hoher mechanischer Zugfestigkeit und elektrischer Isolation, feuchtigkeitsvernetzend und dauerelastisch, sehr großer Temperaturbereich: - Verkleben von Leistungshalbleitern und Peltierelementen auf Kühlkörpern - Verkleben von Kühlkörpern untereinander
TCSG-1500	Thermisch sehr gut leitendes Ein-Komponenten Silikongel mit hoher elektrischer Isolation, dauerelastisch, gleicht Unebenheiten aus, sehr großer Temperaturbereich: - Isolierte Montage von Leistungshalbleitern auf Kühlkörpern - thermische Kopplung großer z.T. unbenener Flächen
TCSA-0770	Thermisch gut leitende Zwei-Komponenten Silikongussmasse mit hoher mechanischer Zugfestigkeit und elektrischer Isolation, heißvernetzend und dauerelastisch, extrem großer Temperaturbereich: - Verkleben von Leistungshalbleitern und Peltierelementen auf Kühlkörpern - Verkleben von Kühlkörpern untereinander - Ausgießen von Hochspannungsbaugruppen hoher Verlustleistung
TCAF-0450	Thermisch leitende Ein-Komponenten Klebefolie, elektrisch isolierend, erweiterter industrieller Temperaturbereich, direkt verarbeitbar - Befestigen von Halbleitern kleinerer Leistung auf Kühlkörpern - Befestigen von kleineren Peltierelementen auf Kühlkörpern - Befestigen von Temperatursensoren

Irrtümer und Änderungen vorbehalten!
Errors and changes excluded!