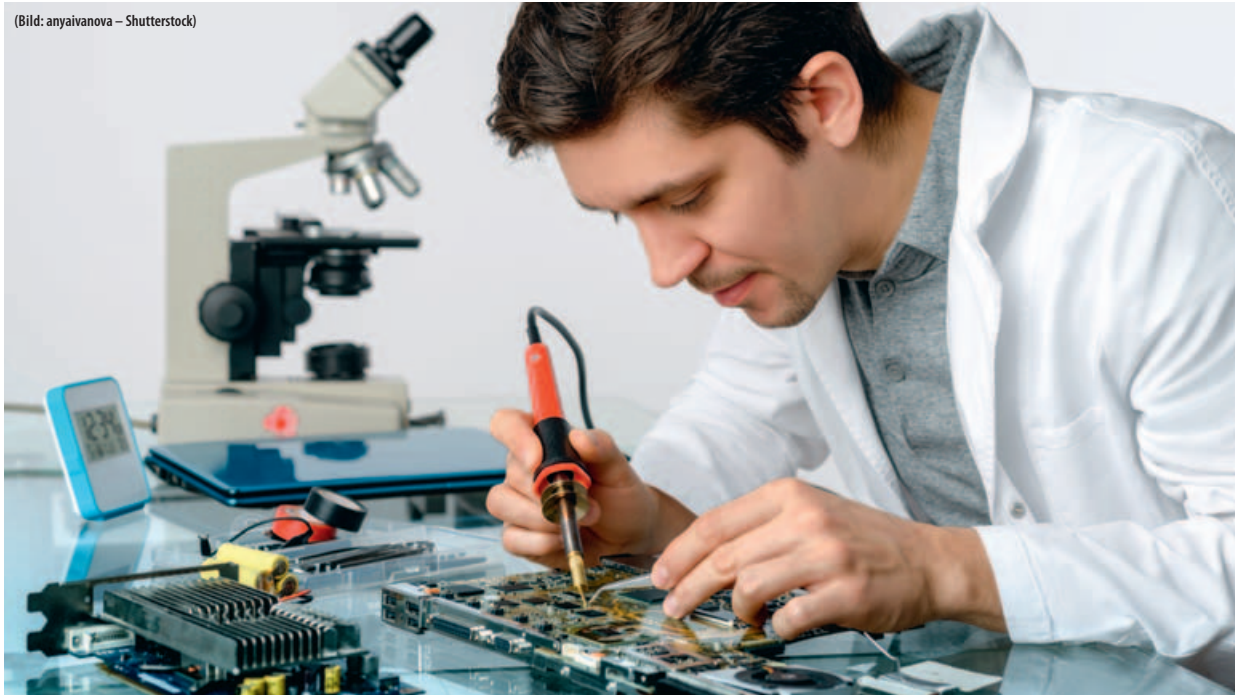


SMD-Leistungswiderstände:

## Leistungsoptimierung durch korrekte Montage



Bei oberflächenmontierbaren Leistungswiderständen müssen gezielte Maßnahmen getroffen werden, um die anfallende Verlustleistung wirksam abführen zu können. Metallkern-Leiterplatten sind dabei extrem wirksam.

Beim Design eines Leistungswiderstands mit flächenförmigem Widerstandselement bzw. SMD-Leistungswiderstand wird die vom Widerstand erzeugte Wärme vom Metallsockel, der Basis des Widerstands (hier als Flansch oder Sockel bezeichnet), durch die Kupferfolie der Leiterplatte (PCB), auf die der Widerstand montiert wurde, an die Umgebungsluft abgeführt. Die Wärme wird an das Metallchassis, das die Leiterplatte trägt, oder an das umgebende Metallgehäuse abgeleitet. Verschiedene Typen von oberflächenmontierten Leistungswiderständen und

ihr Wärmewiderstand sind in der **Tabelle** aufgeführt. **Bild 1** zeigt einen entsprechenden SMD-Widerstand – hier in einem TO220-Gehäuse.

### Direktes Auflöten des SMD-Leistungswiderstands

Wie in **Bild 2** gezeigt, wird ein SMD-Widerstand auf eine Leiterplatte gelötet. Der Flansch des Widerstands ist von den Anschlüssen des Widerstands isoliert und kann direkt auf die Kupferfolie der Leiterplatte gelötet werden. Für die Fähigkeit der Leiterplatte, Wär-

me an die Luft abzuführen, gilt jedoch, dass nur der Oberflächenbereich der Kupferfolie an der Wärmeleitung beteiligt ist. Nur der Oberflächenbereich der Kupferfolienoberfläche wird von der Umgebungsluft gekühlt und die Kupferfolie ist mit etwa 35 µm sehr dünn. Somit ist die Wärmeleitungsleistung sehr gering (etwa 20 K/W pro 50 mm<sup>2</sup>). Wenn beispielsweise 5 W Leistung in einem Widerstand in Wärme umgesetzt werden und die Temperatur der Umgebungsluft 50 °C beträgt, wird die Temperatur der Widerstandsschicht im Inneren des Widerstands bei 166,5 °C liegen. Diese Temperatur übersteigt die maximale Betriebstemperatur des Widerstands, was bedeutet, dass dieses Kühlsystem nicht in der Lage ist, die 5 W Wärme angemessen abzuführen. Selbst wenn eine doppel-seitige Leiterplatte verwendet wird,

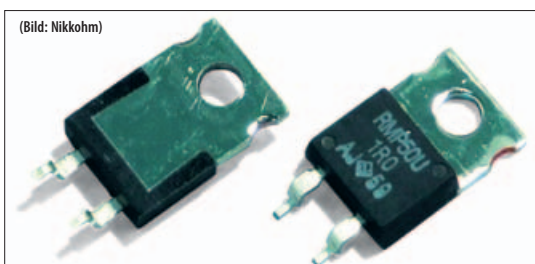
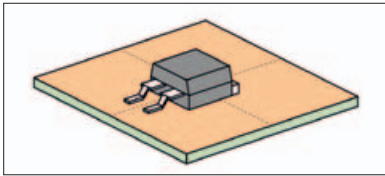


Bild 1. Beispiel für SMD-Leistungswiderstand im TO220-Gehäuse.

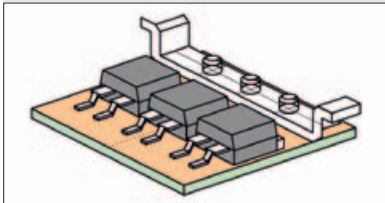
Gehäusetypen	Nennleistung	Wärmewiderstand des Widerstands
DPAK	45 W	3 K/W
D2PAK, TO263	35 W	3,3 K/W
TO220, Schraubmontage	35 W	3,3 K/W
TO220, Schraubmontage	50 W	2,3 K/W

Verschiedene SMD-Leistungswiderstände mit ihren zulässigen Nennleistungen und Wärmewiderstandswerten zwischen ihrer resistiven Schicht und dem Sockel

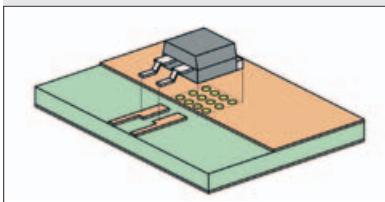
(Quelle: WDI)



**Bild 2.** Bei der Luftkühlung von D2PAK-Bauteilen und Leiterplatte kann eine 50 mm<sup>2</sup> große FR4-Leiterplatte 5 W Leistung nicht abführen. (Bild: WDI)



**Bild 3.** Mit D2PAK-Bauteilen, Leiterplatte und Wärmesenke beträgt der Wärmewiderstand nur 35 K/W, sofern der Abstand zwischen Flansch und Wärmesenke-Schiene 5 mm beträgt. (Bild: WDI)



**Bild 4.** Mit D2PAK-Widerstand und Leiterplatte mit zwölfteiligem thermischem Via beträgt der Wärmewiderstand von der Vorder- zur Rückseite 8,8 K/W. Der Wärmewiderstand eines thermischen Vias mit 0,5 mm Durchmesser liegt bei etwa 106 K/W. (Bild: WDI)

trägt das Harz mit einer Stärke von 1,5 mm natürlich auch nur sehr wenig zur Wärmeabführung bei.

### Methoden zur Wärmeabführung von SMD-Leistungswiderständen

Zur Wärmeabführung von oberflächenmontierten Leistungswiderständen der Bauformen DPAK und D2PAK auf einer Leiterplatte kann die Wärmeleitung durch die Kupferfolienoberfläche genutzt werden (Bild 3). Wird die Wärme vom Ende des 10,1 mm breiten Flanschs des D2PAK-Widerstands über eine 35-µm-Kupferfolie zu einer 5 mm entfernten wärmeleitenden Schiene geleitet, so liegt der Wärmewiderstand der Kupferfolie bei etwa 35 K/W und kann damit nicht zur Kühlung des Widerstands beitragen. Bild 4 zeigt eine Methode, bei der an der Stelle, an der ein D2PAK-Widerstand montiert ist, Durchkontaktierungen (thermische Vias) gebildet werden, über welche die

Wärme nicht nur an die Oberfläche, sondern auch an die Kupferfolie auf der Rückseite abgeführt werden kann. Konstruktionen zur Wärmeabführung von der Kupferfolie einer Leiterplatte an die Luft haben jedoch unter anderem den Nachteil, dass eine Erwärmung der Leiterplatte selbst unerwünscht ist. Eine Möglichkeit zur freieren Wärmeabführung an das Metallgehäuse wäre es, einen Kupfer- oder Messingzylinder mit einem Durchmesser von etwa 8 mm in der Leiterplatte zu verankern (Bild 5). Eine andere, effektivere Möglichkeit der Wärmeabführung besteht darin, die Wärme von einem TO220-SMD-Leistungswiderstand (zum Beispiel RMP20S oder RMP50U) über einen Kupferzylinder mit 8 mm Durchmesser direkt an eine wärmeleitende Schiene zu übertragen und dann am Metallgehäuse abzuführen (Bild 6). Der Wärmewiderstand des Widerstands beträgt 2,3 K/W (beim RMP50U), der des Flanschs 0,2 K/W und der des Zylinders 0,1 K/W, insgesamt also 2,6 K/W. Angenommen, die Temperatur des Metallgehäuses ist 50 °C und die Obergrenze des Betriebstemperaturbereichs ist 155 °C, dann ist P auf 40 W begrenzt.

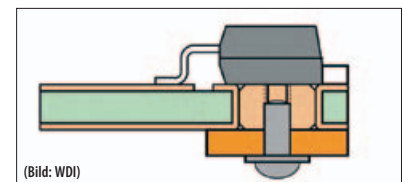
Bei einer Leistungsaufnahme von 40 W im Widerstand ist es so möglich, die Wärme an die Umgebungsluft abzuführen. Wenn ein Widerstand auf der Oberfläche einer Leiterplatte montiert werden soll und eine Leistungsaufnahme im zweistelligen Watt-Bereich vorgesehen ist, sollte allerdings anstelle eines D2PAK ein oberflächenmontierter TO220-Widerstand verwendet werden.

### Metallkern-Leiterplatten zur Wärme-Ableitung

Ein weiteres empfehlenswertes Verfahren, das eine effektivere Wärme-Abführung vom Flansch eines D2PAK-Widerstands erlaubt, besteht in der Verwendung einer Metallkern-Leiterplatte. Diese werden aus einer Aluminiumplatte und einer Kupferfolie mit dem Schaltkreis gefertigt, die mit einem isolierenden stark wärmeleitfähigen Klebmaterial gebondet werden, wie in Bild 7 dargestellt. Auf diese Weise wird die Wärme von den auf der Oberfläche der Schaltungs-Kupferfolie montierten wärmeerzeugenden Elektronikteilen, Leistungswiderständen usw. übertragen

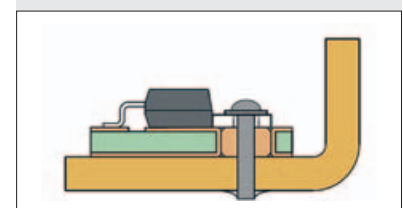
und dann abgeführt. Die Wärmeleitfähigkeit einer solchen Leiterplatte hängt von dem verwendeten Isoliermaterial ab, üblicherweise liegt sie bei 1,0 oder 1,2 W/m×K.

Wenn es dann gelingt, die Aluminiumplatte auf der Rückseite unter der Obergrenze für die Innentemperatur von 60 °C zu halten, beträgt der Wärmewiderstand von der Widerstandsschicht zur Aluminiumplatte 3,3 K/W + 0,6 K/W = 3,9 K/W. Bei einer Leistung von 20 W beträgt die Temperatur in etwa 138 °C. Damit wird die maximale Betriebstemperatur von +155 °C nicht überschritten; die Anwendung von 20 W Leistung ist somit möglich. Dabei muss man jedoch auch die Kühlkapazität der Aluminiumplatte, mögliche Temperaturschwankungen und die Auswirkungen anderer Wärme erzeugender Teile berücksichtigen, die auf der Leiterplatte montiert sind. Falko Ladiges (WDI) / go



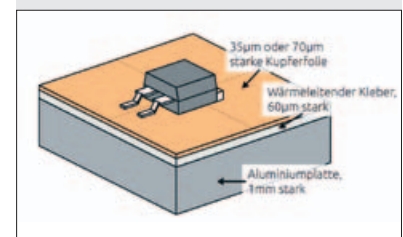
(Bild: WDI)

**Bild 5.** Effektive Wärmeabführung zur Rückseite der Leiterplatte und zur Wärmeleitungs-Bus-Schiene über einen wärmeleitenden Zylinder (Ø 8 mm) vom D2PAK zum Wärmetransfermedium zum Metallgehäuse. Der Wärmewiderstand des Kupferzylinders (Ø 8 mm) ist ≤0,1 K/W.



(Bild: WDI)

**Bild 6.** Vom Flansch des TO220 entzieht ein wärmeleitender Zylinder (Ø 8 mm) die Wärme zum Metallgehäuse oder zur Wärmeleitungs-schiene hin.



**Bild 7.** Eine typische Alukern-Leiterplatte hat einen Wärmewiderstand von 0,6 K/W bei einer Fläche von 10 × 10 mm<sup>2</sup>. (Bild: WDI)