

Passive Bauelemente:

## Bremswiderstände richtig auswählen

Es ist häufig schwierig, den benötigten Bremswiderstand für eine bestimmte Anwendung genau zu spezifizieren. Denn verschiedene Anwendungs- und Umgebungsparameter spielen eine Rolle, die nicht immer alle von vornherein feststehen. Sie müssen aber spezifiziert werden, um den geeigneten Bremswiderstand für die Anwendung auszuwählen.



(Bild: WDI AG)

Die grundsätzliche Aufgabenstellung eines Bremswiderstandes ist das Abbremsen eines Drehmoments, genauer das Umwandeln einer kinetischen Energie in Wärme und diese gezielt abzuleiten, ohne dass die Apparatur bzw. das Gerät Schaden nimmt oder gar zerstört wird. Wenn eine elektrische Maschine oder ein Motor ausgeschaltet wird, verhalten sich diese wie ein Generator, und diese Energie muss absorbiert werden. Dazu dient ein Bremswiderstand, der die Energie aufnimmt und in Wärme umsetzt.

### Die Wahl des richtigen Widerstands

Der Widerstandswert des Bremswiderstandes liegt zwischen einem Minimum, bedingt durch die maximale Strombelastung anderer Bauteile – etwa ein Leistungshalbleiter, der eine Kondensator-Entladeeinheit steuert – und einem Maximum, das durch das zu bremsende Drehmoment bestimmt wird. Daneben gibt es verschiedene Faktoren, die die Auswahl des richtigen Widerstandes beeinflussen. Nach der Bestimmung des Widerstandswertes müssen dann die An-

**FINDEN - ganz einfach.**  
**Jeden Monat 5.000 neue Produkte.**  
**Besuchen Sie uns online.**

TE MICROCHIP Panasonic mox TEXAS INSTRUMENTS FAIRCHILD  
 International Rectifier ANIMEL ANALOG DEVICES OMRON Amphenol RECOM Tektronix

**FINDEN.  
 ENTWICKELN.  
 KAUFEN.**

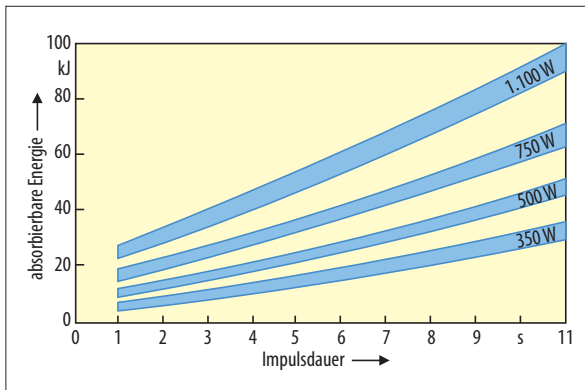


Bild 1. Absorbierbare Energie im Verhältnis zur Pulsdauer (Widerstandstemperatur <50 °C).

schlussleistung und die zulässige Arbeitstemperatur festgelegt werden. Die Auswahl der Leistung wird bestimmt durch

- die Energie, die bei jedem Bremsvorgang absorbiert werden muss,
- die zu Verfügung stehende Abbremszeit,
- die Wiederholungen und die Pausen zwischen den Bremsvorgängen.

Die Anschlussleistung  $P_R$  des Widerstandes ergibt sich aus der kinetischen Energie des Motors mit der zu bremsenden Last  $E_k$  und der Anzahl der Wiederholungen an Bremsvorgängen pro Stunde  $n$  zu

$$P_R = E_k \times n / 3.600 \text{ [Ws/s]}$$

Bei der Festlegung der Parameter sind allerdings ein paar Hürden zu überwinden. Zwar ist die Rechnung einfach, doch liegen von vornherein nicht immer alle Informationen vor, und das Sammeln und Festlegen aller benötigten Werte bringt den Entwickler häufig in Schwierigkeiten.

### Bremszyklus und Impulsverhalten

Die größte Schwierigkeit ist die Definition der kinetischen Energie  $E_k$ , die meist von dem Hersteller der zu bremsenden Einheit bezogen werden muss. Eine weitere Schwierigkeit liegt in der Definition des genauen Bremszyklus. Hier wird sich der Entwickler häufig mit geschätzten Annäherungen oder empirischen Daten behelfen. Zu klären ist ferner das individuelle Impulsverhalten jeder Bremsung; denn ein Bremswiderstand kann zwar den

grundsätzlichen Spezifikationen entsprechen und gleichwohl nicht für den Betrieb mit Einzelimpulsen ausgelegt sein. Das Bild 1 zeigt das Verhältnis zwischen der aufgenommenen (absorbierbaren) Energie und der Impulsdauer an einem Bremswiderstand.

Das Verhältnis von genereller Leistungs- zu Impulsbelastbarkeit kann dabei als wichtigster Spezifikationspunkt bei der Definition des richtigen Bremswiderstands angesehen werden. Hinzu kommt an dieser Stelle noch, dass das Ansprechen auf einen Puls von der Arbeitstemperatur abhängt. Die richtige Auswahl hängt zudem noch von verschiedenen Faktoren ab, die sich aus der Konstruktion des Widerstandes ergeben (Bild 2).

### Kurze Impulsabstände sind kritisch

Im Falle von sehr kurzen Pulsabständen (max. 0,2 s) absorbiert der Widerstandsdraht die gesamte kinetische Energie der Bremsung, ohne diese an seine Umgebung weiterzuleiten. Der maximale Wert kann mit

$$E_f = C_f \times T_f$$

beschrieben werden, wobei  $T_f$  die Temperatur ist, die der Draht bei der Aufnahme erreicht. Diese Temperatur wird berechnet mit

$$T_f = (R_f + R_{th}) \times W.$$

Im Fall von längeren Impulsen wird die Energie nicht nur vom Draht allein, sondern auch von der Umgebung, also dem Füllmaterial des Widerstandes und

der Hülle, aufgenommen und abgeleitet. In diesem Fall gilt

$$E_r = (C_f \times T_f) + (C_g \times T_g) + (C_r \times (T_f + T_r) / 2)$$

mit  $T_r$  als Oberflächentemperatur des Widerstandes, die berechnet wird mit

$$T_r = R_{th} \times W.$$

Hieraus erschließt sich häufig, dass ein Kühlkörper erforderlich ist, der den thermischen Widerstand zur Umgebung reduziert und damit die mögliche Energieaufnahme erhöht.

Es sind also nicht nur die anwendungsspezifischen Eigenschaften wie Leistung, Impuls, Impulsdauer, Impuls wiederholung und Pausen zwischen den Impulsen zu berücksichtigen, sondern darüber hinaus auch die umgebungsspezifischen Eigenschaften wie Einbaort, Luftfeuchte und Temperatur. Die meisten Hersteller haben verschiedene Serien im Lieferprogramm, die genau auf spezifische Eigenschaften bzw. die Anwendungen ausgerichtet sind. Hierzu gehören verschiedene Leistungsklassen – beginnend bei 50 W oder 100 W über mehrere hundert W – bis hin zu Spezialausführungen mit mehreren kW.

Es werden ferner verschiedene Versionen von Bremswiderständen mit speziellen Anschlüssen, Schutzvorrichtungen, zum Anschrauben auf einen Kühlkörper oder Schrankkonstruktionen mit mehreren Widerstandskaskaden angeboten. Zudem sind für verschiedene Umgebungsvoraussetzungen Serien nach diversen IP-Schutzklassen erhältlich: von „staubdicht“ bis „Strahlwassergeschützt“. Es gibt Serien, die sich durch ein besonders niedriges Rauschverhalten auszeichnen, und solche, die luft- oder wassergekühlt sind, sowie spezielle Ausführungen für Anwendungen in der Bahntechnik sowie für Rolltreppen und Fahrstühle.

Falko Ladiges/go

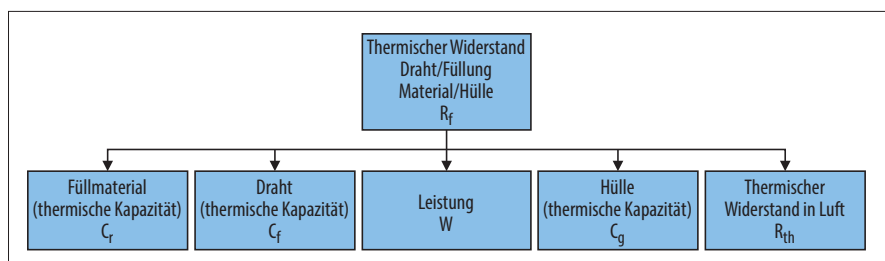


Bild 2. Thermische Einflussfaktoren eines Bremswiderstandes.