



Technische Erläuterungen

Aufbau

Lamellenfestwiderstände bestehen aus Lamellenträgern, Isolierreitern und einer Widerstandswicklung. Der Lamellenträger ist in der Normalausführung aus verzinktem Stahlblech. Darauf werden Isolierreiter, mit Rillen, aus Steatit (C221) gesteckt, die 60mm lang sind und mit den Steigungen 2mm, 3mm, 4mm und 5mm zur Verfügung stehen. Die für die Widerstandswicklung verwendeten Runddrähte bestehen aus CuNi 44 nach DIN 17471, 46460-1 und 46461 oder aus NiCr 3020 bzw. CrAl 25 5 nach DIN 17470. Sie werden durch die auf den Isolierreitern befindlichen Rillen rutschfest fixiert, auch wenn sie sich beim Erwärmen ausdehnen.

Widerstandswerte/ Fertigungstoleranz/ Temperaturabhängigkeit

Die Widerstandswerte in den Spalten „Fertigungsbereich“ sind bezogen auf das Standardfertigungsprogramm. Andere Werte sind nach Rücksprache möglich. Die Normaltoleranz beträgt $\pm 10\%$. Eingeengte Toleranz nach Absprache.

Der Widerstandswert ändert sich in Abhängigkeit von der Wicklungstemperatur geringfügig. Bei Nennleistung im Dauerbetrieb beträgt die Temperaturerhöhung an der Wicklung $\Delta T \approx 300$ K. Es ergeben sich folgende Widerstandsänderungen im Vergleich zum abgekühlten Zustand: bei CuNi 44 ca. $\pm 1\%$, bei CrAl 25 5 ca. $+1\%$ und bei NiCr 3020 Widerstandsdrähten ca. $+10\%$.

Abgreifschellen/ Anzapfungen



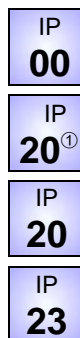
Die Lamellenfestwiderstände der Baureihen L und LB können zur Anpassung der Widerstandswerte mit einstellbaren Abgreifschellen ausgerüstet werden. Dies ist auch bei einigen Baureihen von Festwiderstandsgeräten möglich. Andere Baureihen können mit festen Anzapfungen, die auf Klemmen geführt sind, geliefert werden.

Zeitkonstante

Die mittlere thermische Zeitkonstante beträgt 150 s.

Schutzarten

Zuordnung von Baureihen zu Schutzarten nach EN 60529 bzw. DIN VDE 0470 Teil 1



Bau-reihe	Schutz-art	erste Ziffer Berührungs- und Fremdkörperschutz	zweite Ziffer Wasserschutz
L LB FK..	IP 00	kein Schutz – d.h. es muss je nach Einbau bauseits ein Berührungs-schutz vorgesehen werden	kein Schutz
FG..	IP 20 ^①		kein Schutz
FAL BW	IP 20	Schutz gegen feste Fremdkörper mit einem Durchmesser von 12,5mm und größer und gegen Berührung aktiver und bewegter Teile durch den Prüffinger oder ähnliche Körper, die nicht länger als 80 mm sind.	kein Schutz
FSL	IP 23		Geschützt gegen Sprüh-wasser. Wasser, das in einem Winkel bis zu 60° beiderseits der Senkrechten gesprüht wird, darf keine schädliche Wirkung haben.

^① bei Montage auf einer geeigneten Oberfläche – d.h. Montage auf einer Fläche, die der Schutzart IP 20 oder höher entspricht

Schutzmaßnahmen

Alle Leistungswiderstände der Schutzart IP 20^① oder höher, entsprechen der Schutzklasse I, d.h. Schutzleiteranschlüsse gemäß EN 61140 sind vorhanden.



Geräte der Schutzart IP 20 oder höher, sind gemäß Niederspannungsrichtlinie CE-konform.

Da Leistungswiderstände passive elektronische / elektrische Bauelemente darstellen, sind sie nicht von den einschlägigen EMV-Bestimmungen betroffen. Sie erzeugen selbst keine Störstrahlungen und werden davon auch nicht beeinflusst.

Überstromschutz

Ein Schutz der Widerstandsgeräte gegen Überlastung oder Übertemperatur - wie in Normen gefordert - kann mit Hilfe eines kundenseitigen thermischen Überstromrelais realisiert werden. Der Einstellstrom muss dann dem Nennstrom des Widerstandes entsprechen, der nach dem Ohm'schen Gesetz aus Dauerleistung und Widerstandswert berechnet wird. (Formel: siehe „Angaben zu Klemmen“ S. T515)

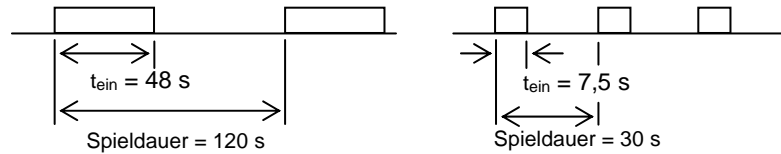


Bei der Baureihe FGT, FGBT und FGLT ist das thermische Überstromrelais Bestandteil des Gerätes – bei Überschreiten des Nennstromes wird ein Meldekontakt ausgelöst. Es erfolgt keine Abschaltung des Widerstandes!

Kurzzeitleistung/ Spieldauer/ Einschaltdauer

Bei vielen Anwendungen werden Widerstände nicht im Dauer-, sondern im Kurzzeitbetrieb belastet. Nachstehend finden Sie Hinweise, wie mit Hilfe der relativen Einschaltdauer (ED) und eines Überlastfaktors (ÜF) die zulässige Kurzzeitleistung aus der Dauerleistung berechnet werden kann. Ist der ED-Wert nicht bekannt, kann er wie folgt berechnet werden:

$$\text{Einschaltdauer (ED)} = \frac{\text{Einschaltzeit (} t_{\text{ein}} \text{)}}{\text{Spieldauer}}$$



$$ED_1 = \frac{48s}{120s} = 0,4 = 40\%$$

$$ED_2 = \frac{7,5s}{30s} = 0,25 = 25\%$$

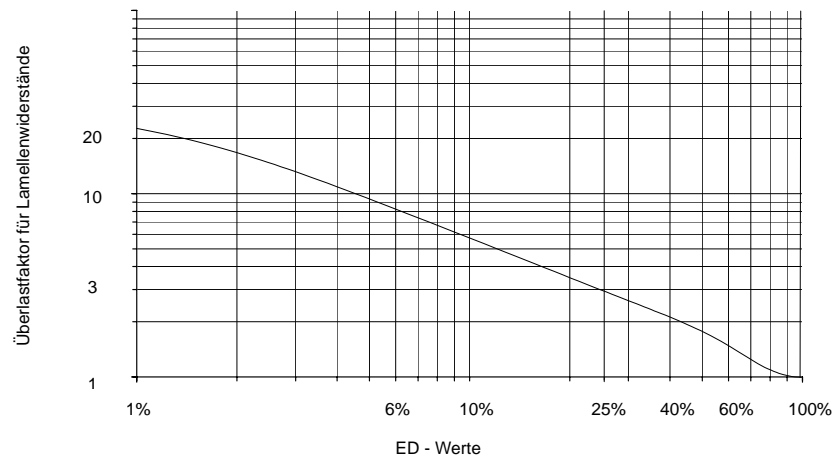
Bitte beachten Sie:

Die Spieldauer darf **maximal 120 s** betragen - kürzere Spieldauerwerte sind möglich. Spieldauerwerte für Motoren sind meistens größer als 120 s!

Überlastfaktor(ÜF)

Durch Vergleich des bekannten ED-Wertes mit nachfolgender Grafik oder Tabelle kann dann der Überlastfaktor, und damit die Dauer- bzw. die Kurzzeitleistung ermittelt werden.

Überlastfaktor in Abhängigkeit der Einschaltdauer
(Spieldauer 120s)



ED	1%	3 %	6%	15%	25%	40%	60%	80%	100%
ÜF	22	13	8,2	4,2	3,0	2,2	1,5	1,12	1,0

Die Dauer- bzw. die Kurzzeitleistung lassen sich dann wie folgt berechnen:

$$\text{Kurzzeitleistung} = \text{Dauerleistung} \times \text{Überlastfaktor}(\text{ÜF})$$

$$\text{Dauerleistung} = \frac{\text{Kurzzeitleistung}}{\text{Überlastfaktor}(\text{ÜF})}$$

Berechnungsbeispiel Gegeben:

Widerstand mit einer Kurzzeitleistung von 50 kW für 30 s bei einer Spieldauer von 120 s

Gesucht: Dauerleistung

- ⇒ Einschaltdauer (ED) gleich 30 s : 120 s x 100% = 25%
- ⇒ Überlastfaktor bei 25% ED laut Tabelle = 3,0
- ⇒ Dauerleistung = 50 kW durch 3,0 = 16,7 kW;
- ⇒ Ein Widerstand mit einer Dauerleistung von mindestens 16,7 kW ist erforderlich!



Dauerleistung Belüftung / Temperaturen

Die angegebenen Leistungswerte gelten für 100% Einschaltdauer (Dauerleistung) unter folgenden Voraussetzungen:

- Temperaturerhöhung von 200 K an der Widerstandsgehäuseoberfläche bei Festwiderständen (Schutzart > IP00)
- Temperaturerhöhung von 300 K an der Widerstandselementoberfläche bei Festwiderständen (Schutzart IP00)
- maximale Umgebungstemperatur 40°C
- ungehinderter Zutritt von Kühlluft
- ungehindertes Abströmen der erwärmten Luft (dazu ist ein Mindestabstand von ca. 200 mm zu benachbarten Bauteilen/Wänden und von ca. 300 mm zu darüberbefindlichen Bauteilen/Decken einzuhalten)
- Achtung: Liegt die Umgebungstemperatur höher als 40°C, so ist die Dauerleistung um 4% pro 10 K Temperaturerhöhung herabzusetzen!

Da in Widerständen elektrische Energie in Wärme umgesetzt wird, ist eine Erwärmung der Abluft und der Gehäuseteile am Luftaustritt unvermeidlich.

Die höchste Temperatur kann z.B. bei Typleistung maximal 200°C über der Umgebungstemperatur liegen. Da die Kühlung der Geräte durch Konvektion erfolgt, sind o.g. Punkte unbedingt zu beachten.

Bei unzureichender Kühlluft oder falscher Montage kann es zur

- Überhitzung oder Zerstörung des Widerstandes oder umliegender Bauteile kommen.

Luft- und Kriechstrecken

Die Luft- und Kriechstrecken sind nach IEC 664 (DIN VDE 0110 Teil 1) für die Überspannungskategorie III und Verschmutzungsgrad 3 für geerdete Drehstromnetze bis 3 x 500 V bemessen.

Diese Angaben gelten für alle Geräte, die an Netzspannung oder an daraus abgeleiteten Spannungen, wie beispielsweise der Zwischenkreisspannung bei Frequenzumrichtern, angeschlossen sind.

Angaben zu Klemmen

Nennstrom und Anschlussquerschnitt von Klemmen

Type	Porzellan- klemmen PK M3	Flach- klemmen FK M5	Bolzenklemmen		
			BK M6	BK M8	BK M10
Kurzbezeichnung Größe					
Nennstrom in A bei 100% ED	20	35	60	115	220
Nennstrom in A bei bis zu 40% ED	25	44	75	143	287
Maximaler Anschluss- querschnitt	bis 2,5 mm ²	mit Drahtöse bis 6 mm ² , mit Kabelschuh bis 10 mm ²	Anschlussquerschnitt abhängig von Kabelschuhquerschnitt mit entsprechender Bohrung		

Der jeweils zugehörige Nennstrom errechnet sich aufgrund des Ohm'schen Gesetzes wie folgt:

$$I = \sqrt{\frac{P}{R}}$$

wobei
P die Leistung des Widerstandes und
R den Widerstandswert angibt

Geräuscharme Ausführung

Durch Verwendung von amagnetischen Lamellenträgern ist auch eine geräuscharme Ausführung für den Einsatz in geräuschempfindlichen Bereichen möglich, so als Bremswiderstände für Frequenzumrichter, die Aufzugsmotoren in Kranken- oder Wohnhäusern oder Windenmotoren im Bühnenbereich von Theatern speisen.

Montage



Zulässig: Auf waagerechten Flächen



Zulässig: An senkrechten Flächen Klemmen unten



Nicht zulässig: An senkrechten Flächen Klemmen oben, links und rechts