

**Inhalt**

Diese Liste umfasst drahtgewickelte Lamellenfestwiderstände als Einzelelemente in den Baureihen L und LB, die einbaufähig sind, und daraus aufgebaute Lamellenfestwiderstandsgeräte in verschiedenen Schutz- und Befestigungsarten.

<i>Maximale Leistung</i>	<i>Merkmale</i>	<i>Baureihe</i>	<i>Seite</i>
	Übersicht		T512
	Technische Erläuterungen		T513
1,1 kW	Für Einbau geeignet, kombinierbar	L /LB	T520
3,0 kW	Kompakte Bauform, 2 Klemmen	FG /FGB /FGL	T524
3,0 kW	Thermisches Überstromrelais integriert	FGT /FGBT /FGLT	T525
4,4 kW	Bis zu 10 Klemmen möglich	FGN /FGBN	T526
22 kW	Geräusch- und induktionsarme Ausführung	FGF	T527
4,5 kW	Abgreifschellen möglich, auch IP 23	FSL /FAL 16..	T529
30 kW	Bis zu 30 Klemmen möglich, auch IP 23	FSL /FAL 70..	T530
250 kW	verschiedene Leistungsstufen, fremdbelüftet	FAV /FSV 68..	T531














Eigenschaften

- **geringer Temperaturkoeffizient**
⇒ konstanter Ohmwert über einen großen Temperaturbereich (s. S. T513)
- **überlastfest bei Kurzzeitbelastung**
⇒ formschlüssige Fixierung
- **Widerstandswert einstellbar durch Abgreifschelle**
⇒ Veränderung bzw. Anpassung oder Abgleich vor Ort (siehe Typenbeschreibung)
- **flache Bauform, verschiedene Längen und Breiten**
⇒ einbaufähig, verschiedene Anschluss- und Montagemöglichkeiten (Baureihe L / LB)
- **Gehäuse aus bandverzinktem Stahlblech**
⇒ verschiedene Schutz- und Befestigungsarten (alle Baureihen außer L / LB)
- **geräusch- und induktionsarme Ausführung möglich**
⇒ Einsatz in speziellen Bereichen, wie in Wohn- und Krankenhäusern, in Opern und Theatern (serienmäßig bei Baureihe FGF.6.)
- **thermisches Überstromrelais möglich**
⇒ integriertes Meldeglied für hohe Betriebssicherheit (serienmäßig bei Baureihe FGT / FGBT / FGLT / FGFT)
- **Eigensicher**
⇒ Sicheres Abschalten durch Frizlen DC-Powerswitch (Baureihe FGFX)

Anwendungen

- Bremswiderstände für Frequenzumrichter- und Gleichstromantriebe, in geräuscharmer Ausführung auch für Krankenhäuser und Theater geeignet
- Belastungswiderstände für Netzgeräte, Batterien, USV-Geräte, Generatoren
- Anlass- und Stellwiderstände für Schleifringläufermotoren von Hebezeugen
- Anlasswiderstände für Gleichstrommotoren
- Ständer-Vorschaltwiderstände für Kurzschlussläufermotoren
- Strombegrenzungswiderstände zur Ladung und Entladung von Kondensatoren
- Einbau in leistungselektronischen Geräten
- Schutzwiderstände

T 500 - Übersicht

Baureihe	L + LB	FG + FGL	FGB	FGT FGBT FGLT	FGN + FGBN	FGF. 610 - 614	FSL 16 - 20	FAL 16 - 20	FSL 70 - 75	FAL 70 - 75	F.V 685 - 688	
												Merkmale
Leistung ab [kW]		0,15	0,25	0,37	0,25	1,5	4,0	0,25	0,25	2,5	2,5	75
Leistung bis [kW]		1,11	3,0	1,5	3,0	4,4	22,0	4,5	4,5	30	30	250
max. Klemmenzahl		-	2	2	2	10	2	12	12	30	30	40
Schutzart IP00		X										
Schutzart IP20 ^① <small>① im angeschraubten Zustand</small>			X	X	X	X	X					
Schutzart IP20									X		X	X
Schutzart IP23								X		X		X
Montage waagrecht			X	X	X	X	X			X	X	X
Montage senkrecht			X	X	X	X	X	X	X			
Montage nicht zulässig			X	X	X	X	X	X	X			
Temperaturschalter (optional)							X					X
Thermisches Überstromrelais					X		X					
Frizlen DC-Powerswitch							X					
Abgreifschelle möglich		X	X			X		X	X	X	X	X
Einbaufähig		X										
fremdbelüftet												X

Weiterentwicklungen unserer Produkte und technische Änderungen vorbehalten.
 Änderungen, Irrtümer und Druckfehler begründen keinen Anspruch auf
 Schadenersatz. Wir verweisen auf unsere Verkaufs- und Lieferbedingungen.



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

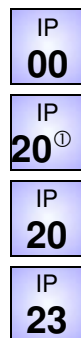


Die Lamellenfestwiderstände der Baureihen L und LB können zur Anpassung der Widerstandswerte mit einstellbaren Abgreifschellen ausgerüstet werden. Dies ist auch bei einigen Baureihen von Festwiderstandsgeräten möglich. Andere Baureihen können mit festen Anzapfungen, die auf Klemmen geführt sind, geliefert 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 Berührungsschutz vorgesehen werden	kein Schutz
FG..	IP 20 ^①		kein Schutz
FAL.. FAV..	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.. FSV..	IP 23		Geschützt gegen Sprühwasser. Wasser, das in einem Winkel bis zu 60° beiderseits der Senkrechten gesprüht wird, darf keine schädliche Wirkung haben.

^①bei 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.



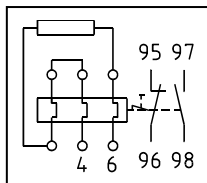
Luft- und Kriechstrecken

Die Luft- und Kriechstrecken sind nach IEC 664 (DIN EN 0110 Teil 1) für die Überspannungskategorie III und Verschmutzungsgrad 3 für geerdete Drehstromnetze bis 3 x 500 V bemessen. Prüfspannung 2,5 kV AC.

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

Es darf nicht aus dem rechnerischen Zusammenhang zwischen Nennleistung und dem maximalen zu fertigenden Ohmwert auf die Bemessungsspannung geschlossen werden!

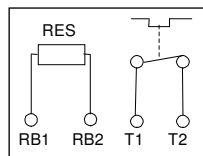
Überstromschutz



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. T517)

Bei der Baureihe FGT, FGBT bzw. FGFT ist das thermische Überstromrelais Bestandteil des Gerätes – bei Überschreiten des Nennstromes wird ein Meldekontakt ausgelöst. Es erfolgt keine Abschaltung des Widerstandes. Rückstellung per Hand.

Übertemperaturschutz

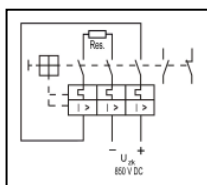


Eine weitere Art der Übertemperaturüberwachung, besonders geeignet wenn es um Langzeitüberlastungen geht, stellt die Ausrüstung mit einem Temperaturschalter dar. Dieser ist bei IP20/IP23-Widerstandsgeräten auf Klemmen verdrahtet, bei IP 00 Widerständen direkt anschliessbar und löst bei Überschreiten der Nenntemperatur einen Meldekontakt aus. Es erfolgt keine Abschaltung des Widerstandes. Siehe Baureihe FGF.Q und F.VQ.

Über Wirkungsweise und Einschränkungen für beide Überwachungseinrichtungen informiert Sie unser Datenblatt „Auslöseverhalten von Überwachungseinrichtungen“.

Dieses senden wir Ihnen auf Anfrage gerne zu.

Eigensichere Ausführung durch Frizlen DC-Powerswitch



Integrierter Überlastschalter bis maximal 850 V DC zum Schutz des Widerstandes. Dadurch wird der Widerstand vor dauernder Überlast und vor kurzzeitig zu hohen Leistungsspitzen geschützt, u.a. hervorgerufen durch fehlerhafte Betriebsweise oder einen eventuell durchlegierten Choppertransistor. Eventuellen Umgebungsschäden durch Überhitzung und Brand wird wirkungsvoll vorgebeugt.

Damit wird die Eigensicherheit bereits ab der Schutzart IP00 erreicht. Der Frizlen DC-Powerswitch kann auch auf Kundenwunsch in der Schaltanlage integriert werden.

Nach erfolgter Fehlerbeseitigung kann das Gerät wie ein normaler Sicherungsautomat wieder zugeschaltet werden.

Weitere Daten und Kennlinien senden wir Ihnen auf Anfrage gerne zu.

Achtung: Frizlen DC-Powerswitch sind nur zur Überwachung und Abschaltung von Gleichspannungen mit ohmscher Last (DC1) bis 850 VDC geeignet.

Meldekontakte

Schaltleistungen der Meldekontakte von Temperaturschalter und Überstromrelais:

- 2 A / 24 VDC (DC11)
- 2 A / 230 VAC (AC11)

Schaltleistungen der Meldekontakte von DC-Powerswitch:

- 5 A / 24 VDC (DC11)
- 10 A / 230 VAC (AC11)

Lagertemperaturen/ Betriebstemperaturen/ Aufstellhöhe

Lagerung: - 40 °C bis 80 °C

Betrieb: - 30 °C bis 40 °C, liegt die Umgebungstemperatur höher als 40 °C, so ist die Dauerleistung um 4% pro 10 K Temperaturerhöhung herabzusetzen!

Aufstellhöhe: 2000 m ü.NN, darüber ist eine Reduzierung von 10% pro 1000 m zu berücksichtigen, maximale Aufstellhöhe 5000 m ü.NN

Einschränkungen gibt es bei den Baureihen FGFT. bzw. FGFX. aufgrund der eingebauten Überwachungseinrichtung. Betriebstemperaturen: - 20 °C bis 40 °C



Lagertemperaturen/Typ- /
Dauerleistung
Belüftung / Temperaturen

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

- Temperaturerhöhung von 200 K an der Widerstandsgehäuseoberfläche (Schutzart > IP00)
- Temperaturerhöhung von 300 K an der Widerstandselementoberfläche (Schutzart IP00)
- ungehinderter Zutritt von Kühlluft
- ungehindertes Abströmen der erwärmten Luft. Dazu ist ein Mindestabstand von ca. 200 mm zu benachbarten Bauteilen/Wänden und von ca. 500 mm zu darüber befindlichen Bauteilen/Decken einzuhalten.

Belüftung / Temperaturen

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

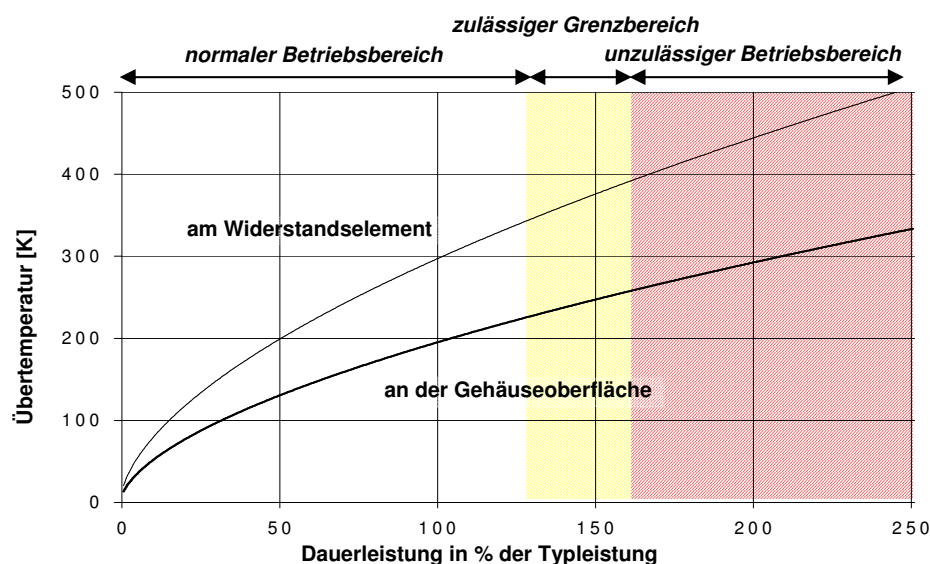
Die höchste Temperatur kann z.B. bei Typleistung maximal 200 K über der Umgebungstemperatur liegen. Da die Kühlung der Geräte durch Konvektion bzw. Fremdbelüftung (Baureihen FAV / FSV) erfolgt, sind o.g. Punkte unbedingt zu beachten.

Bei unzureichender Kühlluft oder falscher Montage kann es zur Überhitzung oder Zerstörung des Widerstandes oder umliegender Bauteile kommen.



Entsprechend dem Einsatzfall kann es möglich sein, die Dauerleistung der Widerstände zu erhöhen, wenn höhere Temperaturen akzeptiert werden. Bei Erhöhung auf z.B. 130% der Typleistung ergibt sich eine Temperaturerhöhung an der Widerstandsfläche von 350K. Bei anderen Einsatzfällen muss die Leistung reduziert werden, beispielsweise wenn wegen wärmeempfindlichen Bauteilen die Temperaturbeeinflussung niedriger gehalten werden muss. Der Zusammenhang zwischen Übertemperatur und tatsächlicher Dauerleistung kann dem folgenden Diagramm entnommen werden.

Übertemperatur in Abhängigkeit der Dauerleistung



Normaler Betriebsbereich (bis 130%):

Empfohlener Betriebsbereich für maximale Lebensdauer und fehlerfreien Betrieb

Zulässiger Grenzbereich (bis 160%):

Zulässiger Betriebsbereich, Gefahr einer verringerten Lebensdauer und höheren Ausfallwahrscheinlichkeit

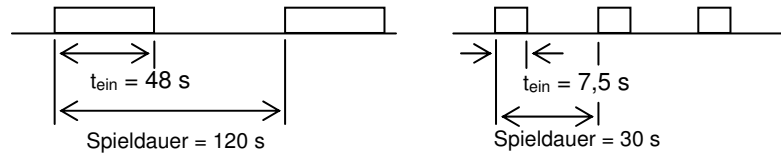
Unzulässiger Betriebsbereich (größer 160%):

Gefahr einer Überhitzung und Zerstörung des Widerstandes und umliegender Bauteile

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:

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



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

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

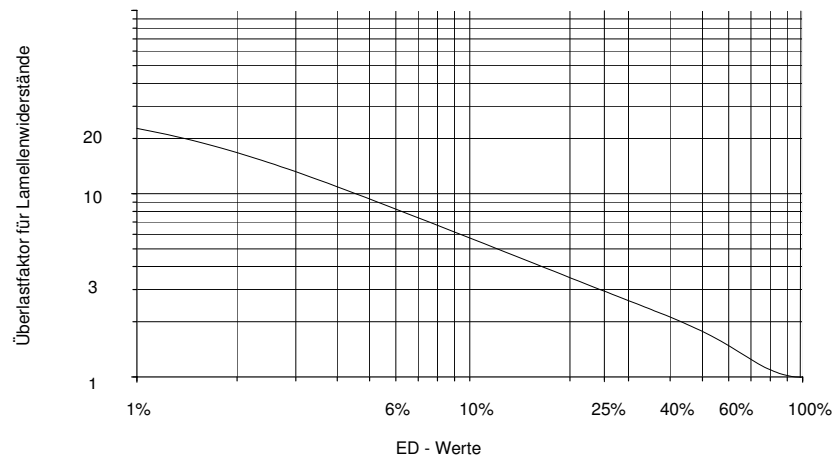
Bitte beachten Sie:

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:

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

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

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!



Angaben zu Klemmen und Überwachungs- geräten/ Anschlussquerschnitte

Nennstrom und Anschlussquerschnitt von Klemmen und Überwachungsgeräten

Type	Kurzbezeichnung	Nennstrom in A bei 100% ED	Nennstrom in A bis zu 40% ED	Maximaler Anschlussquerschnitt
Porzellan-klemme	PK	16		bis 2,5 mm ²
Keramik-Flachklemme	FK	35	44	2,5 - 10 mm ²
Geräte-klemme aus Polyamid (PA)	G 5	30	38	0,5 – 2,5 (4) mm ² AWG 24 - 12
	G 10	60	75	0,5 – 10 (16) mm ² AWG 20 - 6
Bolzenklemme aus Keramik	BK M6	60	75	Anschlussquerschnitt abhängig von Kabelschuhgröße bei entsprechender Bohrung
	BK M8	115	143	
	BK M10	220	287	
	BK M12	400	536	
Federzug-klemme aus PA	ST2,5	20	25	bis 2,5 mm ² ; AWG 26 - 12
	ST 4	30	38	bis 4,0 mm ² ; AWG 20 – 10
Thermisches Ueberstrom-relais	Meldekontakt	2	-	bis 2,5 mm ² ; AWG 16-12
	Hauptan-schluss	bis 13/24/80	17/30/100	2,5/4/25 mm ² ; AWG 20 - 6
DC-POWER-SWITCH FPS	Meldekontakt	10	-	bis 2,5 mm ² ; AWG 26 - 12
	Hauptan-schluss	40	50	bis 16 mm ² ; AWG 4

Die Werte in Klammern gelten für Massivleiter oder für eindrängige Leitungen.

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

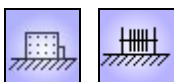
Verdrahtung

Sofern Klemmen vorgesehen sind, werden die Anschlüsse mit flexibler, wärmebeständiger, silikonisierter Litze auf eine im unteren bzw. vorderen Teil des Gerätes im Bereich der eintretenden Kühlluft liegende Klemmleiste verdrahtet.

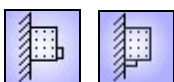
Bei den Baureihen F.L 7.. sowie bei F.V 68.. befindet sich im unteren Teil eine ungebohrte Kabeleinführungsleiste. Sie kann kundenseitig mit entsprechenden Bohrungen für Kabelverschraubungen zur Zugentlastung versehen werden.

Montage

Bitte beachten Sie die Montagehinweise der jeweiligen Baureihen!
Folgende Pictogramme finden Sie in den Datenblättern wieder.



Zulässig: Auf waagerechten Flächen



Zulässig: An senkrechten Flächen Klemmen/Anschlüsse unten



Nicht zulässig: An waagerechten/senkrechten Flächen Klemmen oben, links oder rechts



Zulässig: An senkrechten Flächen