

**Inhalt**

Diese Liste umfasst Stahlgitterfestwiderstände als Einzelelemente in der Baureihe S, sowie Widerstandsblöcke in den Baureihen FE und FK., die einbaufähig sind, und daraus aufgebaute Stahlgitterfestwiderstandsgeräte in verschiedenen Schutz- und Befestigungsarten.

<i>Maximale Typeleistung</i>	<i>Merkmale</i>	<i>Baureihe</i>	<i>Seite</i>
	Übersicht		T612
	Technische Erläuterungen		T613
0,5 kW	Für Einbau geeignet, Einzelelemente	S 1 – S 30	T621
22 kW	Für Einbau geeignet, mit Gewindebolzen M12	FE 31..	T622
22 kW	Für Einbau geeignet, mit flachen Seitenteilen	FKE 31..	T623
22 kW	Flache Bauform, 2 Klemmen, div. Typen	FGF.. 31..	T624
12 kW	Für Schaltschrankeinbau, 2 Klemmen	FGHD.. 31..	T626
66 kW	Für Einbau bei großen Leistungen	FK 3..	T627
250 kW	In Kanalausführung	FKK 3..	T628
66 kW	Für Bodenmontage, auch IP 23	FA 3../FS 3..	T629
5,0 kW	Für Wandbefestigung, IP 23	FS 319.. / 320..	T630
250 kW	Verschiedene Leistungsstufen, fremdbelüftet	FSV 3.. / FAV 3..	T631

Eigenschaften











- **sehr günstiges Preis-/Leistungsverhältnis**
⇒ hohe Leistungen, qualitativ sehr hochwertig und preiswert
- **Einzelelemente in 30 verschiedenen Widerstandswerten**
⇒ hohe Strombelastbarkeit bis 122 A pro Stahlgitter, durch Parallelschaltung entsprechend vergrößerbar
- **geringerer Temperaturkoeffizient als Gusswiderstände**
⇒ dadurch kleinere Abhängigkeit des Widerstandswertes von der Temperatur als bei Gusswiderständen
- **hohe Wärmekapazität**
⇒ überlastfest bei Kurzzeitbelastung
- **sehr robuste Ausführung**
⇒ unempfindlich gegen Erschütterungen
- **Gehäuse aus bandverzinktem Stahlblech**
⇒ verschiedene Schutz- und Befestigungsarten (alle Baureihen außer S und FE)
- **Temperaturschalter möglich**
⇒ integriertes Meldeglied für Temperaturüberwachung (optional)
- **thermisches Überstromrelais möglich**
⇒ integriertes Meldeglied für hohe Betriebssicherheit (Baureihe FGFT)
- **Eigensicher**
⇒ Sicheres Abschalten durch Frizlen DC-Powerswitch (Baureihe FGFX)
- **UL-Recognition für amerikanischen und kanadischen Markt (E212934)**
⇒ Auf Wunsch für alle gekennzeichneten Baureihen möglich

**Anwendungen**

- Bremswiderstände für Frequenzumrichter- und Gleichstromantriebe sowie für Bahnanwendungen
- Belastungswiderstände für Notstromversorgungen, Generatoren, Motoren und elektronische Spannungsquellen
- Anlasswiderstände für Gleichstrommotoren
- Ständer-Vorschaltwiderstände für Kurzschlussläufermotoren
- Anlass- und Stellwiderstände für Schleifringläufermotoren
- Entladewiderstände für Batterien
- Erdungswiderstände für Niederspannungsnetze



T 600 – Übersicht

Baureihe		S 1 - S 30	FE. 31..	FKE. 31..	FGF.. 31..	FGHD. 31..	FK. 3..	FKK. 3..	FA./ FS. 3..	FS 319.. - 320..	F.V 3..
Merkmale	Seite	621	622	623	624	626	627	628	629	630	631
	Symbol										
Typeleistung ab [kW]		0,5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,5	5,0	1,5	0,5	70
Typeleistung bis [kW]		0,5	22	22	22	12	66	250	66	5,0	250
max. Klemmzahl (ohne Temperaturschalter)		-	-	-	2	2	40	6	40	2	40
Schutzart IP00	IP 00	X	X	X			X	X			
Schutzart IP20 - bei Montage auf einer geeigneten Oberfläche	IP 20 [Ⓞ]				X	X					
Schutzart IP20	IP 20								X		X
Schutzart IP23	IP 23								X	X	X
Montage waagrecht			X	X							
Montage senkrecht			X	X							
Montage waagrecht					X		X	X	X		X
Montage senkrecht					X	X		X		X	
Temperaturschalter (optional)			X	X	X	X	X	X	X	X	
Thermisches Überstromrelais					X						
Frizlen DC-Powerswitch					X						
Anschluss an Fahnen am Widerstand		X	X	X							
Einbaufähig	E	X	X	X		X	X				
fremdbelüftet											X
mit  Recognition		X	X	X	X	X	X		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
Stahlgitter-
widerstandselemente
Baureihe S*

Stahlgitterwiderstandselemente (SG) werden aus chromlegierten, hitzebeständigen Stahlblechen der Legierung X10CrAlSi13 (Werkstoff Nr. 1.4724) nach DIN EN 10095 mit hohem spezifischem Widerstandswert von $0,9 \Omega \text{mm}^2/\text{m}$ hergestellt. In die SG werden an beiden Längsseiten Schlitz gestanzt, so dass eine mäanderförmige Strombahn entsteht mit vom Ohmwert abhängiger Stegbreite. Sie werden durch Edelstahlstreifen mit Glimmereinlage mechanisch verstärkt.

Spektrum

Durch die Verwendung von SG mit einem großen Ohmbereich von $0,022 \Omega$ bis $5,6 \Omega$ und einer Typeistung von 500 W pro Stahlgitter kann durch Variation von Stahlgitterzahl und Ohmwert ein breiter Widerstandswerte- und Leistungsbereich abgedeckt werden.

*Widerstandswerte/
Fertigungstoleranz/
Temperaturabhängigkeit/
Temperaturkoeffizient*

Stahlgitterwiderstandselemente haben eine kleinere Abhängigkeit des Widerstandswertes von der Stahlgittertemperatur als Gusswiderstände, jedoch eine merklich höhere als drahtgewickelte Widerstände. Zwischen kaltem und betriebswarmem Zustand kann sich der Widerstandswert um ca. +15% erhöhen. Der Temperaturkoeffizient beträgt $T_k=0,0005 \text{ 1/K}$. Die in der Tabelle auf Seite T621 angegebenen Nennwiderstandswerte der einzelnen SG liegen etwa 8% über dem Widerstandswert im kalten Zustand und ca. 7% unter dem Widerstandswert im betriebswarmen Zustand.

Die Fertigungstoleranz beträgt $\pm 10\%$.

*Energieaufnahme-
vermögen/
Zeitkonstante*

Das Energieaufnahmevermögen pro SG beträgt bei einer Temperaturerhöhung von 300 K in Abhängigkeit vom Ohmwert zwischen 50 und 70 kW s.

Die mittlere thermische Zeitkonstante beträgt 100 s .

*Widerstandsblöcke
Baureihe FE*

Sollen größere Leistungen erzielt werden, werden mehrere SG mit Hilfe von M12-Gewindestäben und isolierenden Glimmerrohren zu einem Widerstandsblock zusammengebaut. Die Isolierung zwischen 2 benachbarten SG erfolgt durch glasierte Keramikrollen, die Stromweiterleitung durch Edelstahlrollen. Der Widerstandsblock wird mit Tellerfedern vorgespannt und so unter gleichmäßigem Anpressdruck gehalten. Darüber hinaus sind zusätzlich einzeln verschraubte Leitrollen zwischen 2 benachbarten SG möglich. Ein Widerstandsblock kann einheitlich aus gleichen SG oder aus unterschiedlichen SG bestehen, mit Fahnen als Anzapfungen.

*Widerstandsgeräte
Baureihe FK; FGF; FA; FS*

Um den Einbau zu erleichtern, bzw. andere Schutzarten zu erfüllen, kommen verschiedene Gehäusearten zum Einsatz. Die Gehäuse sind gefertigt aus bandverzinktem Stahl- und Lochblech und bieten damit einen guten Korrosionsschutz. Eine Gehäuseausführung in Edelstahl (Legierung 1.4301/AISI 304) ist gegen Mehrpreis möglich.

Schutzarten

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

IP
00

IP
20^①

IP
20

IP
23

Bau-reihe	Schutz-art	erste Ziffer Berührungs- und Fremdkörperschutz	zweite Ziffer Wasserschutz
S FE FK..	IP 00	kein Schutz – d.h. es muss je nach Einbau bauseits ein Berührungsschutz vorgesehen werden	kein Schutz
FGF..	IP 20 ^①		kein Schutz
FA..	IP 20	Schutz gegen feste Fremdkörper mit einem Durchmesser von $12,5\text{mm}$ und größer und gegen Berührung aktiver und bewegter Teile durch den Prüffinger oder ähnliche Körper, die nicht länger als 80 mm sind.	kein Schutz
FS..	IP 23		Geschützt gegen Sprühwasser. 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. bei 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!

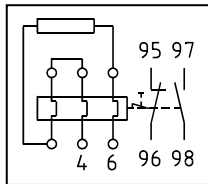
UL-Recognition



Alle wichtigen Baureihen haben eine UL-Recognition sowohl für den amerikanischen als auch für den kanadischen Markt. Die Geräte wurden nach UL 508 unter der Nummer E212934 zugelassen. Diese Zulassung ist gleichbedeutend mit einer Zulassung nach CSA C22.2 No.14. Für mehr Informationen steht Ihnen unser UL-Beiblatt mit Hinweisen zur Verfügung.

(Bitte anfordern oder einfach downloaden unter www.frizlen.com)

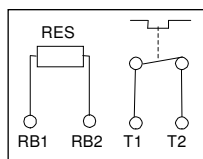
Überstromschutz



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. T618)

Bei der Baureihe 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



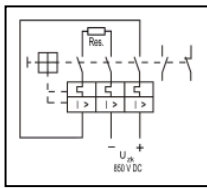
Eine weitere Art der Übertemperaturüberwachung, besonders geeignet wenn es um Langzeitüberlastungen geht, stellt die Ausrüstung mit einem Temperaturschalter dar. Dieser ist bei IP20/IP23-Widerstandsgeräten auf Klemmen verdrahtet, bei IP 00 Widerständen direkt anschliessbar und löst bei Überschreiten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

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



Meldekontakte

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.

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)

Inbetriebnahme

Beim ersten Einschalten der Stahlgitterwiderstände kann es zu einer kurzen Rauchbildung kommen. Dieser Rauch entsteht durch das Verdampfen eines fertigungstechnisch unvermeidlichen Ölfilms an den Stahlgitterwiderstandselementen.

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 FGF.T. bzw. FGF.X. aufgrund der eingebauten Überwachungseinrichtung. Betriebstemperaturen: - 20 °C bis 40 °C

Typ- / Dauerleistung Belüftung / Temperaturen

Die angegebenen Tyleistungswerte 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.

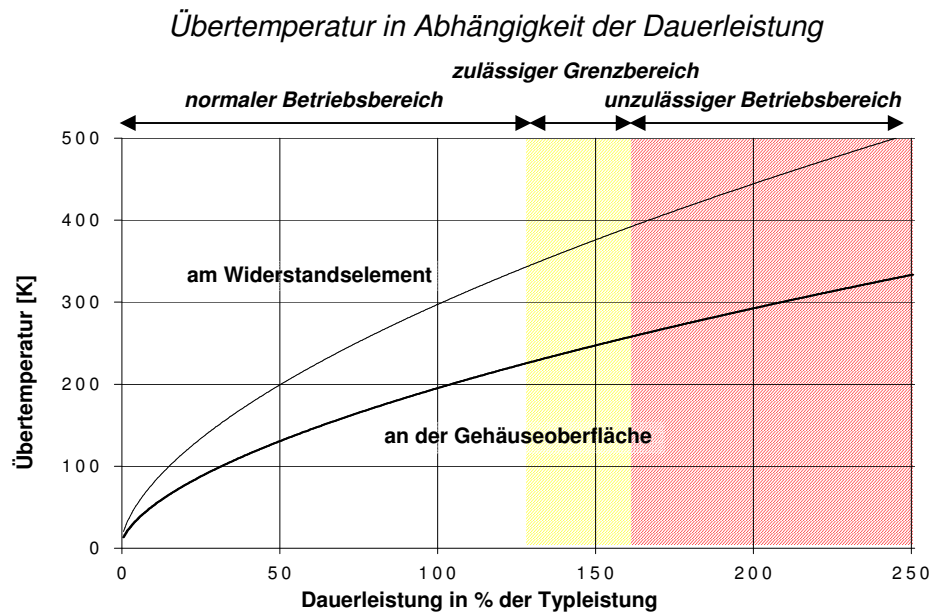
Die höchste Temperatur kann z.B. bei Tyleistung maximal 200 K über der Umgebungstemperatur liegen. Da die Kühlung der Geräte durch Konvektion bzw. Fremdbelüftung (Baureihen FAV / FSV) erfolgt, sind o.g. Punkte unbedingt zu beachten.



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 Widerstandsoberfläche 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.



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%):

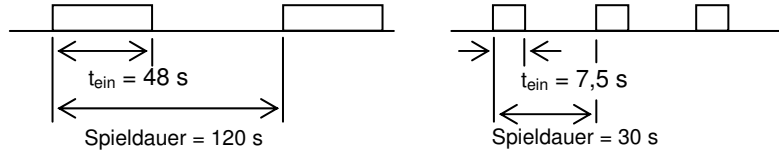
Gefahr einer Überhitzung und Zerstörung des Widerstandes und umliegender Bauteile



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:

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



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

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

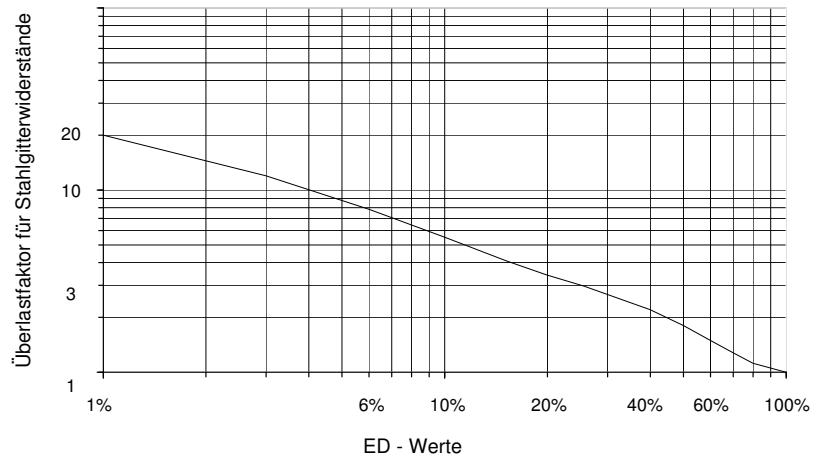
Bitte beachten Sie:

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 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	20	12	7,6	4,0	3,0	2,2	1,5	1,12	1,0

Die Dauer- bzw. die Kurzzeitleistung lässt 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:

Gesucht: Dauerleistung

- Widerstand mit einer Kurzzeitleistung von 100 kW für 48 s bei einer Spieldauer von 120 s
- rel. Einschaltdauer (ED) entspricht 48 s : 120 s x 100% = 40%
- Überlastfaktor bei 40% ED laut Tabelle = 2,2
- Dauerleistung entspricht 100 kW : 2,2 = 45,5 kW;
- Ein Widerstand mit einer Dauerleistung von mindestens 45,5 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	
Durchführ-ungsklemme aus PA	HDFK4	30	38	bis 4,0 mm ² ; AWG 24 - 12
	HDFK10-HV	65	82	bis 10 mm ² ; AWG 20 - 6
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 eindrätige Leitungen.

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

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

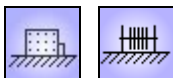
wobei
P die Leistung des Widerstandes und
R den Widerstandswert angibt

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 UL-Ausführungen werden Litzen mit UL-Zulassung verwendet (andere Litzenisolationen auf Anfrage).

Bei den Baureihen FK /FA /FS 3.. sowie bei F.V 38.. befindet sich im unteren Teil eine ungebohrte Kabeleinführungsleiste. Sie kann kundenseitig mit entsprechenden Bohrungen für Kabelverschraubungen zur Zugentlastung versehen werden.

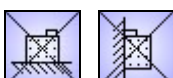
Montage



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

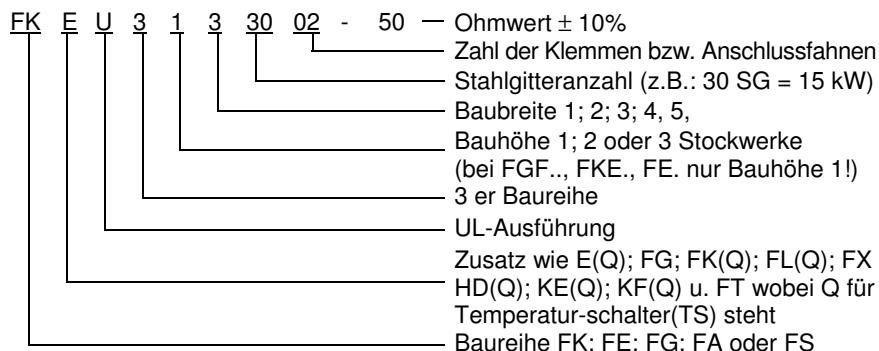


Auswahl von Baureihe u. Größe

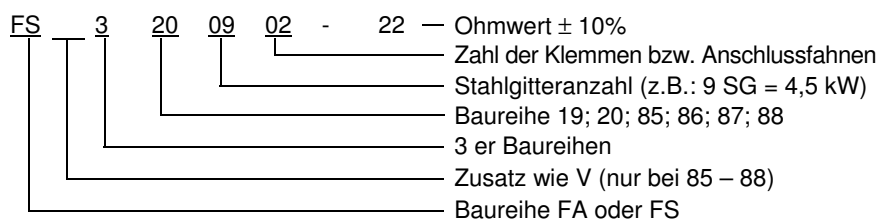
Die Tabellen auf den folgenden Datenblättern enthalten eine Auswahl der möglichen Gerätebestückungen bzw. die der jeweiligen Gerätegröße entsprechende maximale Bestückung. Weniger Stahlgitter(SG) sind möglich.

Für alle Baureihen, außer S, sind zur Verdeutlichung der vollständigen Typenbezeichnung nachfolgende Typenschlüssel abgebildet.

Typenschlüssel 1



Typenschlüssel 2



Bei der Baureihe S handelt es sich um Einzelelemente deren vollständige Typenbezeichnung aus der Tabelle auf S. T621 zu entnehmen ist.



Geräte die nach UL Standard gebaut werden, bekommen als Kennzeichnung zusätzlich ein „U“ als letztes Zeichen der Buchstabenfolge – siehe Typenschlüssel 1 und folgendes Beispiel

Geräteauswahl/Beispiel Gegeben:

- Dauerleistung des Widerstandes: $P = 9,0 \text{ kW}$
- Widerstandswert: $R = 27 \Omega$
- Dauerstrom des Widerstandes: $I = 18 \text{ A}$
- Ausführung mit berührungsgeschützten Klemmen
- Schutzart IP 20 (Montage auf Schaltschrank)
- mit Temperaturschalter (TS)
- Ausführung nach UL

Gesucht: Widerstandsgerät

- Stahlgitterzahl = Dauerleistung : Leistung pro SG = $9,0 \text{ kW} : 0,5 \text{ kW} = 18 \text{ SG}$
- Auswahl der Baureihe aus Übersicht auf S. T612
- Mögliche Baureihen: FGF..; FA
- Bei Montage auf einem Schaltschrank – also auf einer Oberfläche der Schutzart IP 20 kann die im Vergleich zur Baureihe FA kleinere und preiswertere Variante FGF.. gewählt werden. Sollen die Klemmen im angebauten Klemmenkasten sein, ist aufgrund des benötigten TS die Type FGFKQ möglich
- Bei 18 SG kann bei der Gehäusegröße die Bauhöhe 1 und die Baubreite 2 gewählt werden (max. mögl. 24 SG)
- Ausführung nach UL508 – Typenbezeichnungsergänzung mit „U“
- Type dann z.B. FGFKQU 3121802 – 27 (mit 2 Geräteklemmen bis 65 A) Typenbeschreibung s.S. T624ff



Dimensionierungsbeispiel

Bremswiderstand

- Gegeben:**
- Maximale Zwischenkreisspannung: $U_{ZK} = 650 V$
 - Kleinster zulässiger Widerstand:
(aus Datenblatt des Frequenzumrichters) $R_{min} = 25 \Omega$
 - maximaler zulässiger Chopperstrom: $I = \frac{U_{ZK}}{R_{min}} = \frac{650V}{25\Omega} = 26A$
 - Einschaltdauer für den Bremsbetrieb (diese geht aus der Anwendung hervor),
für einen Hubantrieb z.B. 40 % ED bezogen auf eine Spieldauer von 120 s
 $ED = 40\%$
 - Schutzart IP 20 bei Montage auf einer geeigneten Oberfläche

- Gesucht:**
- Kurzzeitleistung des Widerstandes bei 40% ED $P = \frac{U^2}{R} = \left(\frac{650V^2}{25\Omega}\right) = 16,9kW$
 - Dauerleistung = Kurzzeitleistung : Überlastfaktor
(s. S. T616)
 - Dauerleistung = 16,9 kW : 2,2 = 8,5 kW
 - Stahlgitterzahl = Dauerleistung : Leistung pro SG
 - Stahlgitterzahl = 8,5 kW : 0,5 kW ≈ 17 SG
 - Der Ohmwert sollte insgesamt nicht kleiner sein als R_{min} , da sonst der zulässige Chopperstrom überschritten wird! Wir empfehlen den Widerstandswert um 10% aufgrund der Widerstandscharakteristik zu erhöhen.

- Stahlgitterauswahl:**
- Widerstandswert eines SG = ($R_{min} * 1,1$): SG-Anzahl = 27,5 Ω : 17 = 1,62 Ω
 - SG-Auswahl s. S. T620 = 10 Stück S 23 – 1,5 Ω + 7 Stück S 24 - 1.8 Ω ;
Gesamtohmwert somit 27,6 Ω

- Geräteauswahl:**
- Bei Schutzart IP 20 bei Montage auf einer geeigneten Oberfläche – Baureihe FGF..
 - Mit 17 Stahlgittern – Baugröße 312 17..
 - Mit 2 Klemmen bis 35 A, ohne Temperaturschalter – Type FGFG
 - Die volle Typenbezeichnung lautet dann FGFG 3121702 – 27.6 (s.S. T624ff)

Dimensionierungsbeispiel

Belastungswiderstand

- Gegeben:**
- Nennspannung U der Spannungsquelle: $U = 3 \times 230/400 V$
 - Nennleistung: $P = 15 kW$
 - Sternschaltung, Sternpunkt im Gerät
 - Einschaltdauer: $ED = 100\%$
 - Schutzart IP 23

- Gesucht:**
- Nennstrom pro Phase bei Sternschaltung: $I_N = \frac{P_N}{\sqrt{3} \times U_N} = \left(\frac{15kW}{\sqrt{3} \times 400V}\right) = 21,7A$
 - Sollwiderstandswert pro Phase bei Sternschaltung: $R_{Soll} = \frac{U_N}{\sqrt{3} \times I_N} = \left(\frac{400V}{\sqrt{3} \times 21,7A}\right) = 10,7\Omega$
 - Kaltwiderstandswert: $R_{kalt} = 0,95 \times R_{Soll} = 0,95 \times 10,7\Omega = 10,2\Omega$
Soll auch im betriebswarmem Zustand des Widerstandes die geforderte Nennleistung im Rahmen der Widerstandstoleranz erreicht werden, empfiehlt es sich, für die Stahlgitterauswahl den Kaltwiderstandswert $R_{kalt} = 0,95 \times R_{Soll}$ heranzuziehen.

- Stahlgitterauswahl:**
- Stahlgitterauswahl aus T621 anhand des Nennstromes von 21,7 A: S 21 – 1,0 Ω
 - Anzahl der SG pro Phase = Kaltwiderstandswert : Ohmwert pro SG
 - Anzahl SG = 10,2 Ω : 1,0 ≈ 10 SG pro Phase – dreiphasig somit 30 S 21 – 1
 - Kaltwiderstandswert damit 3 x 10 Ω
 - Resultierende Nennleistung: 3 x 10 SG je 0,5 kW = 15 kW

- Geräteauswahl:**
- Bei Schutzart IP 23 – Baureihe FS..
 - Mit 30 Stahlgittern – Baugröße 313 30.. oder 322 30..
(die Baugröße 313.. ist niedriger, die Baugröße 322.. ist schmaler)
 - Mit 3 Klemmen (Sternpunkt im Gerät) – Klemmenzahl ...03
 - Mit 4 Klemmen (Sternpunkt auf 1 Klemme geführt) – Klemmenzahl ...04
 - Vollständige Typenbezeichnung FS 313 30 03 – 3 x 10.7
(niedrigeres Gerät, Sternpunkt im Gerät) (Baureihe FS s. S. T629)