

## Auswahl von JEAN MÜLLER-Sicherungseinsätzen für DC-Anwendungen *Selecting JEAN MÜLLER Fuse-Links for DC Applications*

Schmelzsicherungseinsätze können nicht ohne weiteres unter gleichen Bedingungen bei Gleichstrom wie bei Wechselstrom eingesetzt werden. Die Zeitkonstante ( $\tau = L/R$ ), als Maß für die im Stromkreis gespeicherte Energie, bestimmt die Grenze der Sicherungsanwendung bei Gleichstrom.

Sie beeinflusst unter anderem den Stromanstieg und damit auch die Höhe des Durchlassstromes bei Kurzschlussabschaltungen. Das Abschaltverhalten im Falle eines Kurzschlusses bei Gleichstrom (s. Bild 1) ist vergleichbar der Abschaltung bei Wechselstrom. Zeitkonstanten für typische Gleichstromanwendungen können der folgenden Tabelle entnommen werden.

### Typische Zeitkonstanten / *Typical Time Constants*

Anwendung / <i>Application</i>	Zeitkosten / <i>Time Constant</i>
DC-Industriesteuerungen und -Laststromkreise / <i>DC control and load circuits</i>	$\leq 10\text{ms}$
Batteriestromversorgungen für USV-Anlagen / <i>Battery supplies for UPS systems</i>	$\leq 5\text{ms}$
Gleichstrommotoren und -antriebe / <i>DC motors and drives</i>	20 bis / <i>up to</i> 40ms
Elektromagnete und Feldwicklungen / <i>Magnet and field supplies</i>	bis / <i>up to</i> 1000ms

Bei Überlastabschaltungen stellt das Fehlen eines periodischen Nulldurchgangs eine ungünstige Bedingung für das Verlöschen des Lichtbogens dar. Eine Löschung des Lichtbogens findet erst statt, wenn die Lichtbogenenspannung größer als die treibende Spannung wird (s. Bild 2).

Bei Kurzschlussabschaltungen ist die Lichtbogenenspannung aufgrund der entstehenden Teillichtbögen dagegen hoch genug, um innerhalb kürzester Zeit einen Stromnulldurchgang zu erzwingen.

Es existieren keine einfachen Regeln zur Umrechnung der Wechselstromgrößen bei Sicherungen, diese müssen abhängig von Sicherungstyp und Leistungsdaten durch Prüfungen bestimmt werden. Die nachfolgenden Vorgaben gelten bei der Auswahl von JEAN MÜLLER-Sicherungseinsätzen für Gleichstromanwendungen.

### Ausschaltvermögen bei Gleichspannung

Allgemein gilt, dass mit steigender Zeitkonstante die maximal mögliche wiederkehrende Gleichspannung und das Ausschaltvermögen sinken.

*Fuse-links cannot be applied under the same conditions at DC current as at AC current. The time constant ( $\tau = L/R$ ) as measure for the stored electrical energy in the circuit sets the limit of fuse-link application at DC current.*

*Amongst others it affects the current rise and for this reason also the level of the let-through current at short circuits. The fuse operation during short circuit at DC current (s. Figure 1) is comparable to the operation at AC current. Time constants for typical DC applications can be taken from the following table.*

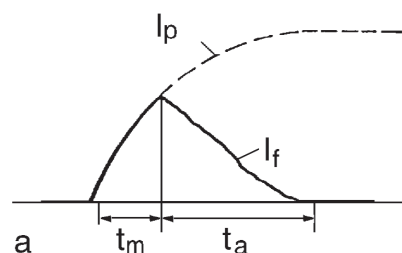
*During an overload the missing periodical zero crossing presents an unfavourable condition for arc quenching. Quenching of the arc only happens when the arc voltage exceeds the source voltage (s. Figure 2).*

*In contrary to this during short circuit interruption due to several partial arcs the arc voltage is high enough for immediately forcing a zero crossing.*

*There exists no simple rule to safely convert AC to DC ratings. These have to be determined through testing depending on fuse type and ratings. The following guidelines apply for the selection of JEAN MÜLLER fuse-links for DC-applications.*

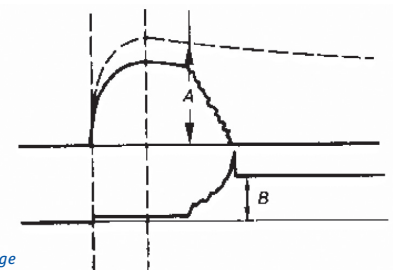
### DC Breaking Capacity

*In general the possible DC recovery voltage and the breaking capacity is inversely proportional to the time constant.*



Bild/Figure 1

$I_p$  - Unbeeinflusster Strom/*Prospective current*  
 $I_f$  - Strombegrenzung durch Sicherung/*Current limited by the fuse*  
 $t_m$  - Schmelzzeit/*Pre-arcing time*  
 $t_a$  - Ausschaltzeit/*Arcing time*



Bild/Figure 2

A - Unbeeinflusster Strom/*Prospective current*  
 B - Wiederkehrende Spannung/*Recovery voltage*

Sicherungseinsätze von JEAN MÜLLER, deren Nennspannung mit einem Wechselstromzeichen angegeben wird, können in der Regel Gleichströme bis zu einer wiederkehrenden Gleichspannung, die 73% der angegebenen Nennwechselspannung beträgt, ausschalten!

Für Halbleiterschutz-Sicherungseinsätze von JEAN MÜLLER der Baureihe üf1 und üf01 ~690V und ~1000V sind genauere Kennlinien zur Umrechnung abhängig von der Zeitkonstanten verfügbar (s. Bild 4 und Bild 5).

Für weitere JEAN MÜLLER-HLS-Sicherungseinsätze gilt folgende Tabelle bei  $\tau=15\text{ms}$ :

Nennwechselspannung / Rated AC Voltage	Wiederkehrende Gleichspannung / Recovery Voltage DC
500V	484V
690V	550V
800V	650V
1000V	750V

### Bemessungsgleichstrom

Der Bemessungsgleichstrom ist eine stationäre Größe und damit unabhängig von der Zeitkonstanten. Er ist rein thermisch bestimmt und identisch mit dem Bemessungswechselstrom. Deshalb ist keine separate Angabe erforderlich.

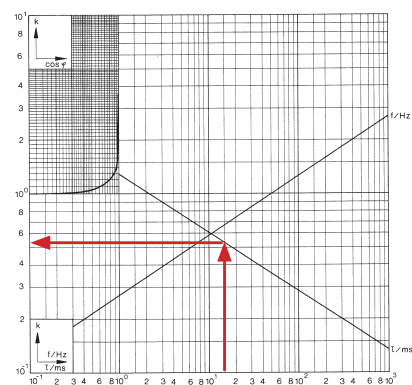
### Strombegrenzung

Auch bei Gleichstrom begrenzt die Sicherung den maximalen Kurzschlussstrom. Der Durchlassstrom ist ebenfalls abhängig von der Zeitkonstante und nicht gleich dem Wechselstromwert. Die Strombegrenzung von JEAN MÜLLER-Sicherungseinsätzen kann mit Hilfe des Umrechnungsfaktors auf Bild 6 bestimmt werden.

Dazu ist der Umrechnungsfaktor  $k = f(\tau)$  zur Umrechnung der Strombegrenzung aus der Kurve sowie  $I_p$  aus dem AC Strombegrenzungsdigramm des entsprechenden Sicherungstyps zu entnehmen und miteinander zu multiplizieren.

$$I_{D(DC)} = k \cdot I_{D(AC)}$$

Das Beispiel in Bild 3 soll die Anwendung für einen Sicherungseinsatz M00 gG 63A verdeutlichen bei einem zu erwartenden Stoßkurzschlussstrom von  $I_p = 40\text{kA}$  und einer Zeitkonstante  $\tau = 15\text{ms}$ . Aus der Kurve für den Umrechnungsfaktor ergibt sich  $k = 0,54$ , die Durchlassstromkennlinie (entsprechend dem Sicherungstyp aus den technischen Daten/dem Katalog) liefert  $I_{D(AC)} = 8\text{kA}$ . Somit ergibt sich ein Durchlassstrom für DC von  $I_{D(DC)} = 4,32\text{kA}$ .



Beispiel/Example  
Bild/Figure 3

$$I_{D(DC)} = 0,54 \cdot 8\text{kA} = 4,32\text{kA}$$

JEAN MÜLLER fuse-links with exclusive indication of rated AC voltage are able to break DC current at least up to a recovery voltage of 73% of the rated AC voltage!

For JEAN MÜLLER HRC fast fuse-links for semiconductor protection type üf1 and üf01 AC690V and AC1000V DC operating voltage characteristics for conversion are available (s. Figure 4 and Figure 5).

For other JEAN MÜLLER HRC fast fuse-links at a time constant of 15ms refer to the following table:

### Rated DC Current

The rated DC current is a steady-state value and for this reason independent from the time constant. It is a pure thermally defined value and identical to the rated AC current. Therefore no separate specification is required.

### Current Limitation

Also at DC the fuse-link limits the maximum short circuit current. The peak let-through current is as well depending on the time constant and different to the AC value. The current limitation of JEAN MÜLLER fuse-links can be determined by using the conversion factor out of Figure 6.

Read the factor  $k = f(\tau)$  from the curve as well as  $I_p$  from the AC peak let-through current chart of the respective fuse type and multiply  $k$  by  $I_p$  as shown.

$$I_{D(DC)} = k \cdot I_{D(AC)}$$

The example in Figure 3 should clarify the use for a fuse-link M00 gG 63A with a prospective short circuit current of  $I_p = 40\text{kA}$  and a time constant of  $\tau = 15\text{ms}$ . From the conversion factor curve results  $k = 0,54$ , the peak let-through current chart (for the respective fuse type from technical data / catalogue) provides  $I_{D(AC)} = 8\text{kA}$ . The calculation result for the DC peak let-through current is  $I_{D(DC)} = 4,32\text{kA}$ .

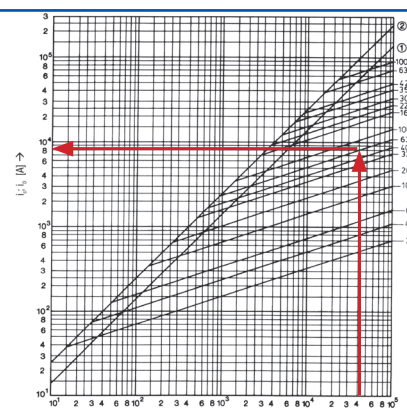


Bild 4: aR/690V – üf01/üf1 Betriebsgleichspannung in Abhängigkeit der Zeitkonstante  
Figure 4: aR/690V - üf01/üf1 DC Operating Voltage Subject to Time Constant

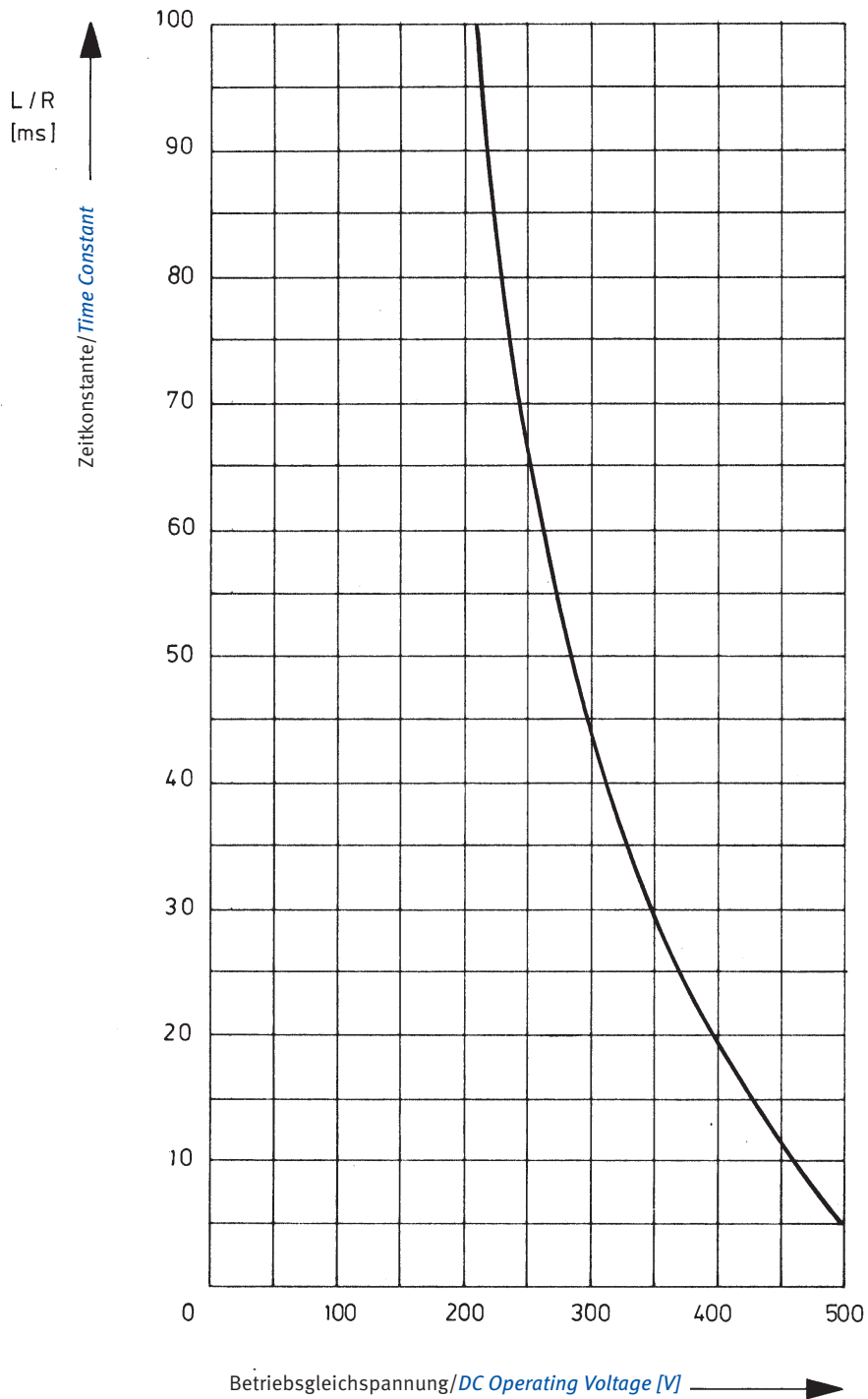
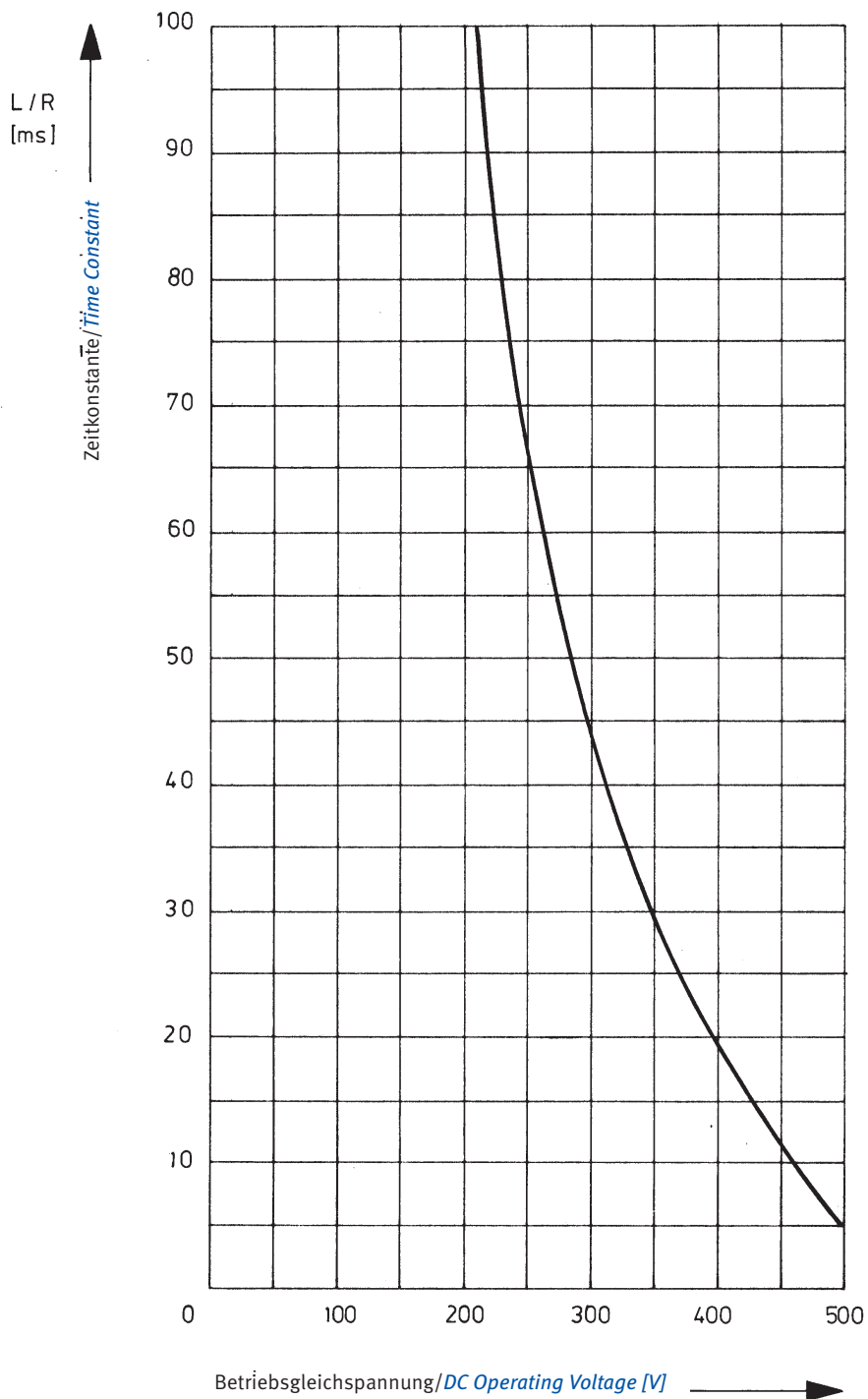


Bild 4: aR/690V – üf01/üf1 Betriebsgleichspannung in Abhängigkeit der Zeitkonstante  
Figure 4: aR/690V - üf01/üf1 DC Operating Voltage Subject to Time Constant



**Bild 5: aR/1000V – üf01/üf1 Betriebsgleichspannung in Abhängigkeit der Zeitkonstante**  
*Figure 5: aR/1000V - üf01/üf1 DC Operating Voltage Subject to Time Constant*

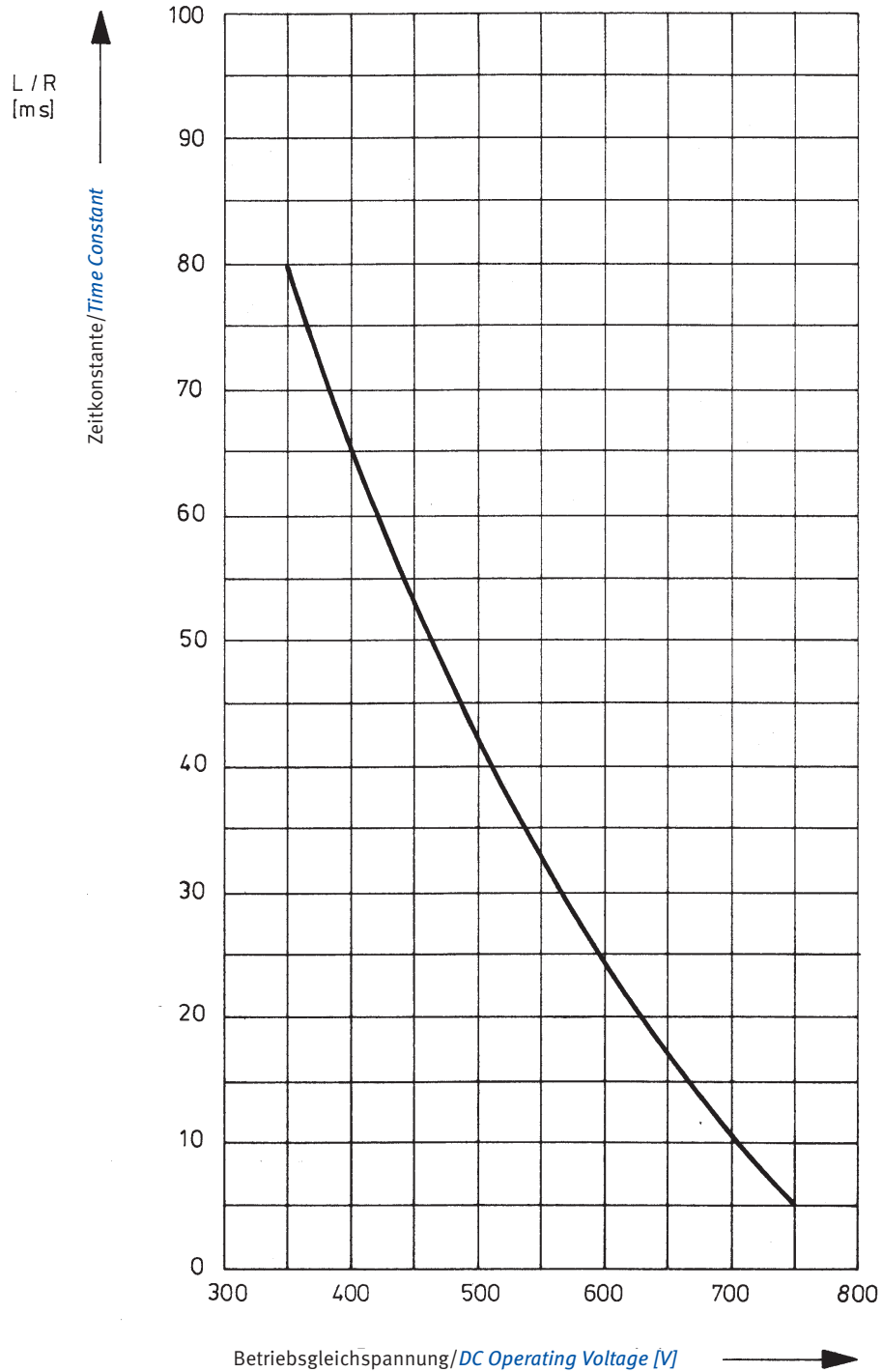


Bild 6: Umrechnungsfaktor k zur Umrechnung der Strombegrenzung  
Figure 6: Conversion Factor k for Converting Current Limitation

