

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 eingesetzt werden, wie bei Wechselstrom. Die Zeitkonstante ($\tau = L/R$) als Maß für die im Stromkreis gespeicherte Energie, bestimmt dabei maßgeblich die Grenze der Sicherungsanwendung bei Gleichstrom. Sie beeinflusst unter anderem das Ausschaltvermögen, den Stromanstieg und damit auch die Höhe des Durchlassstromes bei Kurzschlussabschaltungen. Zeitkonstanten für typische Gleichstromanwendungen können der folgenden Tabelle entnommen werden.

Typische Zeitkonstanten / *Typical Time Constants*

Anwendung / <i>Application</i>	Zeitkonstante / <i>Time Constant</i>
DC-Industriesteuerungen und -Lasstromkreise / <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 40ms</i>
Elektromagnete und Feldwicklungen / <i>Magnet and field supplies</i>	bis / <i>up to 1000ms</i>

Das Abschaltverhalten im Falle eines Kurzschlusses bei Gleichstrom (s. Bild 1) ist grundsätzlich vergleichbar zur Abschaltung bei Wechselstrom.

Bei Überlastabschaltungen stellt das Fehlen eines periodischen Nulldurchgangs dagegen eine ungünstige Bedingung für das Verlöschen des Lichtbogens dar. Eine Löschung des Lichtbogens findet erst statt, wenn die Lichtbogenspannung die wiederkehrende Spannung übersteigt (s. Bild 2). Die Lichtbogenspannung ist dabei allein durch die Ausdehnung des einzelnen Lichtbogens und dessen Kühlung im Inneren des Sicherungseinsatz bestimmt. Bei Kurzschlussabschaltungen ist die Lichtbogenspannung aufgrund der entstehenden Teillichtbögen dagegen im Normalfall hoch genug, um innerhalb kürzester Zeit einen Stromnulldurchgang zu erzwingen.

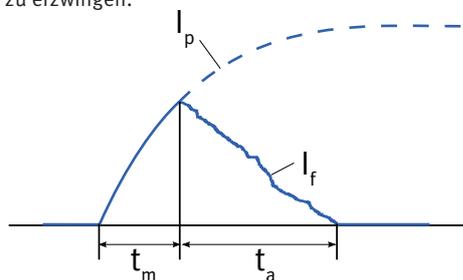


Bild / *Figure 1*: Kurzschlussabschaltung bei Gleichstrom / *Short circuit breaking at DC*

I_p – Unbeeinflusster Strom / *Prospective current*
 I_f – Strombegrenzung durch Sicherung / *Current limiting by fuse-link*
 U_r – Wiederkehrende Spannung / *Recovery voltage*

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

Amongst others it influences the breaking capacity, current rise and therefore the level of current limiting during short circuit breaking.

Time constants for typical DC applications can be found in the following table.

The breaking behaviour in case of a short circuit at DC current (s. figure 1) is basically similar to breaking of AC currents.

When interrupting overload currents the absence of a periodical zero crossing however represents an unfavourable condition for extinguishing the arc. Quenching of the arc only happens when the arc voltage exceeds the recovery voltage (s. figure 2). Thereby the arc voltage is only defined by expansion of the single arc and its cooling inside the fuse-link.

On the contrary during short circuit breaking due to the formation of several partial arcs the arc voltage is high enough to immediately force a current zero crossing.

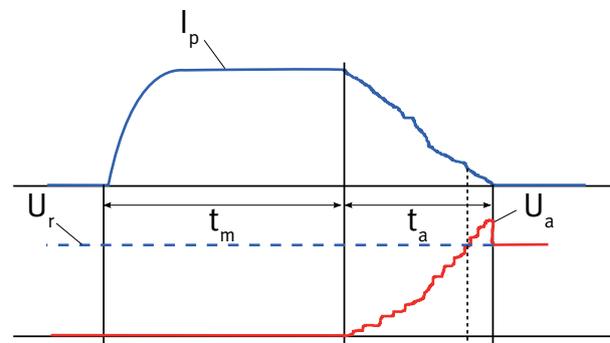


Bild / *Figure 2*: Überlastabschaltung bei Gleichstrom / *Overload breaking at DC*

U_a – Lichtbogenspannung / *Arc voltage*
 t_m – Schmelzzeit / *Melting time*
 t_a – Lichtbogenzeit / *Arching time*

Es existieren keine allgemeingültigen Regeln zur Umrechnung der Wechsel- in Gleichstromgrößen bei Sicherungen. Diese müssen abhängig von Sicherungstyp und Parametern der Anwendung durch Prüfungen bestimmt werden. Grundsätzlich liegen maximale DC-Spannung und auch das Ausschaltvermögen bei Gleichspannung aber unterhalb der Werte, die bei AC erreicht werden. Ein Einsatz bei Gleich- oder Wechselspannung hat dagegen keinen Einfluss auf den Bemessungsstrom des Sicherungseinsatzes, da es sich hier um eine rein thermische Größe handelt. Ebenfalls können die für die AC-Anwendung bekannten Zeit-Strom-Kennlinien auch für gängige DC-Anwendungen zum Einsatz kommen. Einzig im Kurzzeitbereich (Schmelzzeiten < 20 Zeitkonstanten) gibt es hier Abweichungen, die abhängig von der Zeitkonstante über ein iteratives Rechenverfahren ermittelt werden müssen.

For fuses no universal rules exist for conversion of AC values into DC values. They have to be determined by tests depending on fuse type and application parameters. Basically the maximum DC voltage as well as the breaking capacity at DC voltage are lower than the values which can be reached at AC. Application at DC or AC thereby has no influence on the rated current of the fuse-link as it is a pure thermal parameter. Also the familiar time current characteristics for AC applications can be used for the most common DC applications. Deviations exist only in the area of transient currents (melting time < 20 time constants) which have to be determined by an iterative calculation method.

AC-Sicherungen zum Einsatz bei DC-Anwendungen/AC fuses for DC applications

JEAN MÜLLER gibt für gängige Baureihen von AC-Sicherungen der Betriebsklassen gG und gR ein DC-Schaltvermögen entsprechend der folgenden Tabellen an:

JEAN MÜLLER specifies a DC breaking capacity for common series of AC fuse-links, utilization category gG and gR according to the following tables:

NH gG AC500V

Size	NH00	NH1	NH2	NH3	NH4a	
I_n [A]	125-160	35-250	63-400	100-500	630	250-1250
U_{n-DC} [V]	DC250		DC440	DC250V	DC250	DC250
I_t [kA]	25					
L/R [ms]	15					

NH gG AC690V

Size	NH00	NH1	NH2	NH3
I_n [A]	63-100	25-200	63-400	250-500
U_{n-DC} [V]	DC440		DC550	DC400V
I_t [kA]	25			
L/R [ms]	15			

NH gG AC1200V

Size	NH1XL	NH2XL	
I_n [A]	6-200	32-250	315
U_{n-DC} [V]	DC1000		DC900
I_t [kA]	50		
L/R [ms]	5		

NH gR AC500V (Baureihe/series üf2)

Size	NH000	NH1	NH2	NH3	NH4a	
I_n [A]	6-160	35-160	63-250	125-400	250-630	800-1500
U_{n-DC} [V]	DC440	DC500	DC440			
I_t [kA]	25	30	25			
L/R [ms]	15	10	15			

NH gR AC690V

Size	NH000	NH1	NH2	NH3
I_n [A]	16-160	35-250	125-400	250-630
U_{n-DC} [V]	DC550			
I_t [kA]	25			
L/R [ms]	15			

Spezielle Sicherungen für DC-Anwendungen / *Special fuses for DC applications*

Diverse Gleichstromanwendungen erfordern speziell auf die entsprechenden Anforderungen zugeschnittene DC-Sicherungen. Deren Bemessungsgrößen sind dabei explizit für DC geprüft und angegeben.

JEAN MÜLLER bietet hier unter anderem Sicherungseinsätze für die Photovoltaik (Betriebsklasse gPV), besonders kompakt bauende Sicherungen für Telekommunikationsanwendungen und NH-Sicherungen zum Schutz von Batteriesystemen an. Weitere Informationen finden Sie in unserem aktuellen Sicherungskatalog und Online-Produktkatalog.

Various DC applications demand DC fuse-links which are especially tailored to the respective requirements. Their ratings are specifically tested and specified for DC.

Amongst others JEAN MÜLLER offers fuse-links for photovoltaics (utilization category gPV), especially compact fuses for telecommunication applications and NH fuse-links for protection of battery systems.

Please refer to our most recent fuse catalogue and online product catalogue for further details.

Schutz von Batteriestromkreisen / *Protection of battery circuits*

Die Auswahl von Sicherungseinsätzen für den Schutz von Batterien in USV-Anlagen stellt ein sehr spezielles Feld der DC-Anwendungen mit besonderen Anforderungen dar.

Der Kurzschlussstrom von Batterien ist abhängig von Batteriebauart, -Typ und -Kapazität und sollte vom Hersteller auf dem Datenblatt angegeben werden. Im Verhältnis zum Betriebsstrom ist der zu erwartende Kurzschlussstrom klein, dennoch sollte er innerhalb von 10 Sekunden durch die Schutzeinrichtung abgeschaltet werden, so dass die Batterie keinen Schaden durch unzulässige Erwärmung nimmt.

Diese Voraussetzungen werden in den meisten Fällen nur durch steile Kennlinien und damit eine flinke Charakteristik (Betriebsklasse gR oder spezielle Batteriesicherungen) erfüllt (s. Bild 3). Die eigentliche Auswahl des korrekten Bemessungsstroms für die Batteriesicherung erfolgt anhand der Zeit/Strom-Kennlinie und der zu erwartenden Betriebspunkte (s. Bild 4), die in ausreichendem Abstand unterhalb der Kennlinie liegen müssen. Hierunter zählt in erster Linie der maximale Betriebsstrom I_B der am Ende der Überbrückungszeit t_b bei Erreichen der Entladeschlussspannung U_E auftritt. Er errechnet sich entsprechend aus der USV-Wirkleistung und Entladeschlussspannung:

$$I_B = \frac{P}{U_E}$$

Hierbei ist der Betrieb unter Wegfall von ggf. redundanten Batteriesträngen zu berücksichtigen, da dies den ungünstigsten Fall darstellt. Falls darüber hinaus zulässige Überlasten für den Batteriebetrieb festgelegt wurden, sind diese ebenfalls zu berücksichtigen (I_o und t_o in Beispiel Bild 4).

The selection of fuse-links for the protection of batteries in UPS systems is a very specific area of DC applications with special requirements.

The short circuit current of batteries is depending on battery design, type and capacity and should be specified by the manufacturer on the data sheet. Compared to the operational current the prospective short circuit current is relatively low, nevertheless it should be interrupted in less than 10 seconds by the protective device so the battery takes no damage through improper temperature rise.

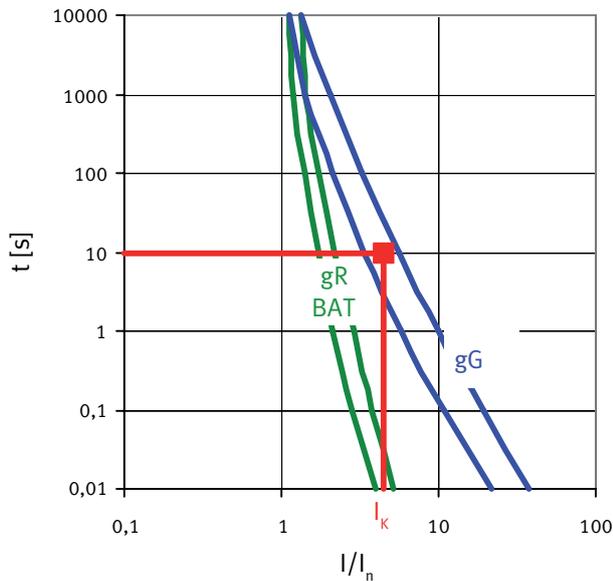
These requirements are normally only fulfilled by steep characteristics and therefore fast-acting utilization categories like gR or special battery fuse characteristics (s. figure 3).

The actual selection of the correct rated current for the battery fuse results from the time current characteristics and the expected operating points (s. figure 4), which have to be located below the curve with sufficient distance.

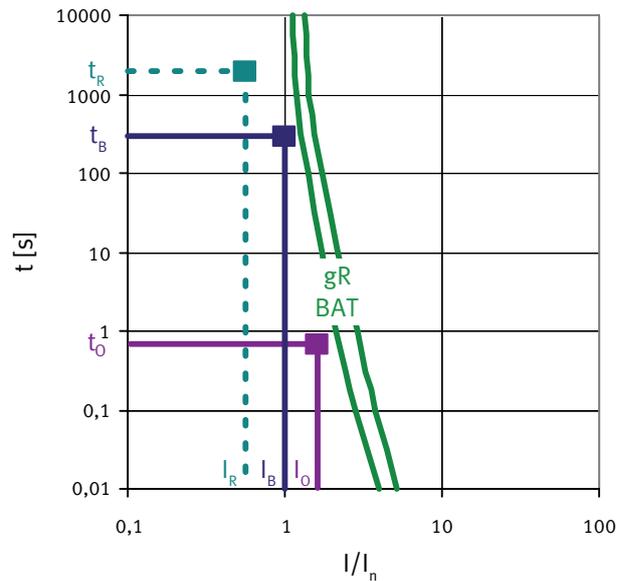
Primarily this includes the maximum operating current I_B which occurs at the end of the backup time t_b when reaching the final discharge voltage U_E . It can be calculated from the UPS effective power and the final discharge voltage:

$$I_B = \frac{P}{U_E}$$

Here the operation with outage of potential redundant battery strings has to be considered as this represents the worst-case scenario. If any additional overloads are defined for battery operation, they also have to be considered (I_o and t_o as an example in figure 4).



Bild/ Figure 3: Auswahl der Sicherung für den Kurzschluss anhand Kennlinie
Selection of battery fuse-link according to characteristics for short circuit protection



Bild/ Figure 4: Auswahl Bemessungsstrom Sicherung
Selection of fuse-link rated current

Die DC-Bemessungsspannung des auszuwählenden Sicherungseinsatzes ist schlussendlich entsprechend der Zwischenkreisspannung der USV-Anlage auszuwählen.

JEAN MÜLLER bietet für den Batterieschutz NH-Sicherungseinsätze der Betriebsklasse gR für DC-Spannungen 440V und 550V an. Sollen höhere Zwischenkreisspannungen abgedeckt werden, stehen darüber hinaus spezielle Batteriesicherungen mit DC-Bemessungsspannungen von 700V und 800V zur Verfügung. Um die oben beschriebenen Schritte zur Sicherungsauslegung nicht von Hand durchführen zu müssen, stellt JEAN MÜLLER ein einfaches Hilfsmittel zur Auswahl der richtigen in Form einer Excel-Tabelle zum Download unter https://media.jeanmueller.de/download/Sicherungseinsaetze/TI_PI/battery-protection_v2.1.0.xlsx bereit. Weitere Auswahlkriterien werden dort ebenso berücksichtigt. Hierzu zählen die Baugröße des Sicherungseinsatzes und des Schaltgeräts, die mögliche Weitermeldung des Sicherungsfalls sowie die Polzahl des benötigten Schaltgeräts. Entsprechende Artikel-Nummern schlägt das Auslegungstool direkt vor (s. Bild 5).

Finally the DC rated voltage has to be selected according to the DC link voltage of the UPS system.

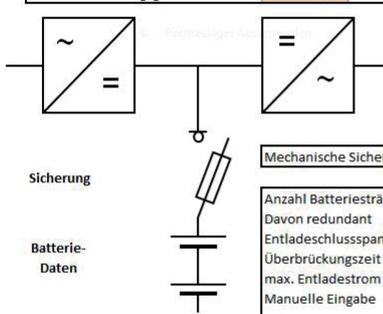
JEAN MÜLLER offers NH fuse-links for battery protection with utilization category gR for DC voltages 440V and 550V. If higher DC link voltages have to be covered, special battery fuses with DC rated voltages of 700V and 800V are available. To avoid conducting all aforementioned steps manually JEAN MÜLLER offers an easy to use tool (based on an Excel sheet) to select the right fuse for download at https://media.jeanmueller.de/download/Sicherungseinsaetze/TI_PI/battery-protection_v2.1.0.xlsx additional selection criteria are also included. This takes into account the size of the fuse-link and the switchgear, potential monitoring of fuse-trip as well as number of poles for the required switchgear. Respective article numbers are directly suggested by the selection tool (s. figure 5).

!
Bitte alle orangenen Eingabefelder vollständig ausfüllen

deutsch [Hilfe](#) [Help](#) V2.0.0

Absicherung Batteriestromkreis von USV-Anlagen

Nennleistung	250 kVA
USV- cos phi	0,8
Daten Zwischenkreisspannung	624 V
Wirkungsgrad	96,0%



Sicherung

Batterie-Daten

Mechanische Sicherungsüberwachung <input type="checkbox"/> ja/yes	
Anzahl Batteriestränge	2
Davon redundant	1
Entladeschlussspannung	515 V
Überbrückungszeit	30 min
max. Entladestrom	404,53 A
Manuelle Eingabe	nein/no

Überlast 1		Überlast 2	
Einkalkulieren	<input type="checkbox"/> ja/yes	<input type="checkbox"/> ja/yes	
Faktor	1,25	1,50	
Strom	505,66 A	606,80 A	
Dauer	10 min	1 min	

Bestelldaten	Baugröße	Sicherungseinsatz			NH-Sicherungslasttrennschalter								Trennmesser	
		Un DC	In	Art.-Nr.	1-polig		2-polig		3-polig		4-polig			
					LTL	mech. SÜ	LTL	mech. SÜ	LTL	mech. SÜ	LTL	mech. SÜ		
Einfach	NH00	700V	400A											
	NH1													
	NH2			R2236203	T3911033	T8320051	T3911035	T8320051	T2999001	T8220031				N8286210
	NH3			R3236203	T3911033	T8320051	T3911035	T8320051	T3999001	T8320032				N8386910
Parallel	NH4a													
	2xNH2	700V	-											
	2xNH3													
2xNH4a														

Bild/Figure 5: Auslegungshilfe für Batterieabsicherung/Selection tool for battery protection