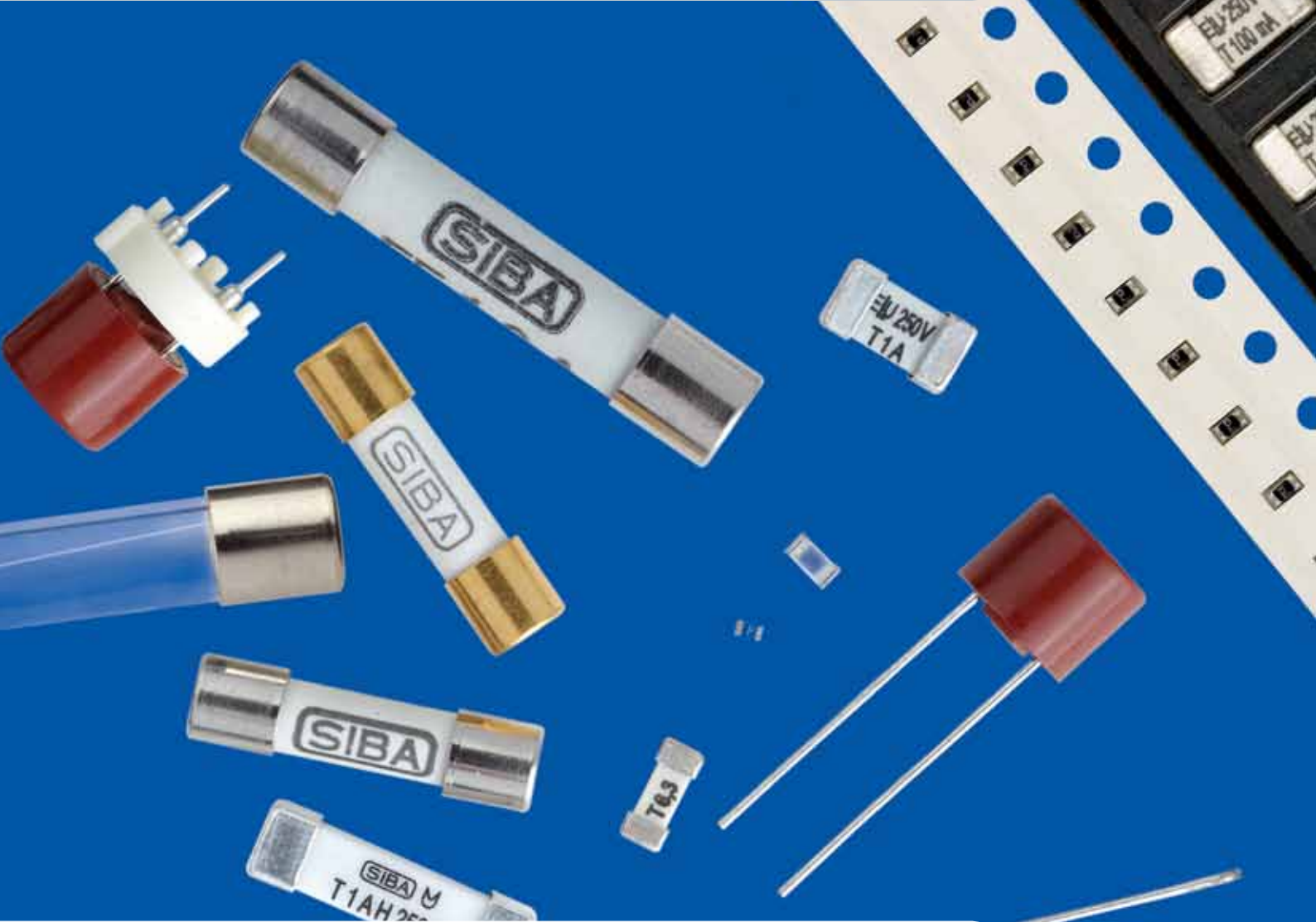


# fuse.on

Die technische Hintergrundinfo von SIBA:  
Know-how rund um die elektrische Sicherung

Ausgabe  
3/2012



## Warum fliegt die Sicherung?

Grundlagen der Auslegung  
von Geräteschutzsicherungen



*Sie profitieren.  
Mit Sicherheit.*

**SIBA**  
Sicherungen | Fuses

# Warum fliegt die Sicherung?

## Grundlagen der Auslegung von Geräteschutzsicherungen

Von  
**Andreas Grünig**  
Applikations-  
ingenieur  
SIBA GmbH

### 1 Einleitung

Geräteschutzsicherungen schützen Ihre elektrischen Anlagen, Geräte und Baugruppen vor unzulässig hohen Strombelastungen. Die Anwendung ist vielfältig. Geräteschutzsicherungen werden zur Absicherung von Netzteilen und Leistungsendstufen verwendet. In industriellen Anwendungen werden Geräteschutzsicherungen häufig eingesetzt, um im Fehlerfall defekte Baugruppen von der Spannungsversorgung zu trennen, bevor es zu größeren Schäden kommt. Bei der Auswahl der richtigen Geräteschutzsicherung sind eine Reihe von Faktoren zu berücksichtigen, welche entscheidend für Lebensdauer und Funktion der Sicherung sind. Denn der Sicherungseinsatz soll ja nur im Fehlerfall „fliegen“ und die Elektronik vor größeren Schäden bewahren und nicht zu ungewollten Ausfallzeiten führen, weil bei der Auswahl der Sicherung vielleicht doch nicht alle Einflussfaktoren richtig berücksichtigt wurden.

### 2 Bauformen, Charakteristiken und Spannungen

Wenn man an Geräteschutzsicherungen denkt, hat man meist das Bild einer „klassischen“ zylindrischen Sicherung 5 x 20 mm vor Augen. Darüber hinaus gibt es aber eine Vielzahl verschiedenster Bauformen und Charakteristiken.



Bild 1: Sicherungsbauformen

Es gibt Ausführungen in 5 x 25 mm, 5 x 30 mm, 6,3 x 32 mm, sowie viele weitere Größen zylindrischer Sicherungen. Es gibt bedrahtete Sicherungen zur Leiterplattenmontage, Kleinstsicherungen und natürlich auch SMD Sicherungen. Die Charakteristiken reichen von superflink (FF), beispielsweise zum Schutz von Halbleitern oder Messgeräten bis hin zu superträgen (TT) Sicherungen, welche auch bei größeren Einschaltimpulsen oder Anlaufströmen nicht sofort „die Segel streichen“. Eingesetzt werden Sicherungen bei Kleinstspannungen bis hin zu Anwendungen bei denen Spannungen größer 1000 V sicher abgeschaltet werden müssen und dies sowohl bei Wechselspannung als auch bei Gleichspannung.

### 3 Auswahlkriterien

Allgemein wird eine Sicherung häufig ausschließlich nach dem Bemessungsstrom, der Bemessungsspannung und der Charakteristik ausgewählt. Dabei wird davon ausgegangen, dass der auf der Sicherung angegebene Bemessungsstrom auch dauerhaft über die Sicherung fließen darf.

Dies ist jedoch leider nur in den seltensten Fällen möglich! Die relevanten Normen gehen bei der Bestimmung des Bemessungsstromes immer von für die Sicherung optimalen Bedingungen aus (23°C Umgebungstemperatur, unbehinderte Wärmeabgabe, kontinuierlich fließender Strom ...).

Damit werden wir auch schon auf die wichtigsten Einflussfaktoren aufmerksam gemacht, die für eine korrekte Wahl der Sicherung entscheidend sind bzw. welche Einflüsse dafür sorgen, dass die Sicherung in der Anwendung dann doch auf einmal keinen Durchgang mehr hat.

Es ist die Umgebungstemperatur, die sowohl Einfluss auf den möglichen Dauerstrom als auch auf das Schmelzintegral der Sicherung hat. Weiterhin spielen Einschaltströme und Pulsbelastungen, welche über den Bemessungsstrom der Sicherung hinausgehen, eine entscheidende Rolle. Diese Einflussfaktoren sollen hier einmal etwas genauer betrachtet werden.

### *Einfluss der Umgebungstemperatur auf den Bemessungsstrom des Sicherungseinsatzes*

Die Funktion der Sicherung basiert prinzipiell auf einem sehr einfachen Prinzip. Fließt ein Strom, so wird der Schmelzleiter im Sicherungseinsatz warm. Fließen größere Ströme, so wird der Schmelzleiter wärmer bis letztlich der kleinste Schmelzstrom des Sicherungseinsatzes erreicht wird und die Temperatur im Schmelzleiter so hoch ist, dass dieser schmilzt und den Stromfluss unterbricht. Somit wird auch sehr schnell klar: Nicht nur die vom Laststrom erzeugten Temperaturen haben einen Einfluss auf das Auslöseverhalten, auch Umgebungstemperaturen werden die dauerhafte Belastbarkeit des Sicherungseinsatzes beeinflussen.

Sicherungseinsätze sind, wie bereits erwähnt, entsprechend den Normvorgaben für eine Umgebungstemperatur von 23 °C ausgelegt. Liegen höhere Umgebungstemperaturen vor, so verringert sich die dauerhaft mögliche Strombelastung. Die im Schmelzleiter entstehende Wärme kann nicht mehr ausreichend abgeführt werden und somit kann dies zur Auslösung der Sicherung unterhalb des Bemessungsstromes führen. Umgekehrt verhält es sich mit Temperaturen kleiner 23 °C. Hier wird die Sicherung entsprechend erst bei höheren Strömen auslösen, da von außen ja „gekühlt“ wird und somit eine bessere Wärmeableitung als unter Normbedingungen besteht.

Anhand Bild 2 kann die Verschiebung des Bemessungsstromes für verschiedene Sicherungen bei unterschiedlichen Umgebungstemperaturen ermittelt werden.

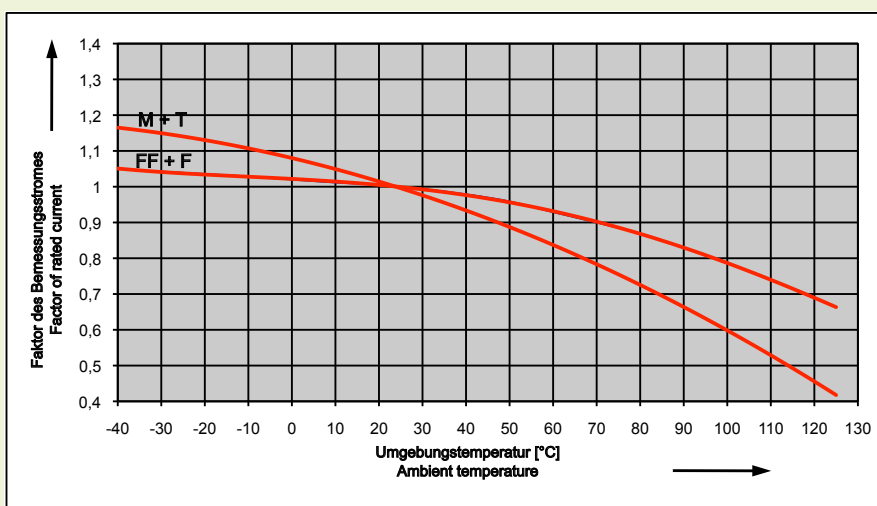


Bild 2: Einfluss der Umgebungstemperatur auf den Bemessungsstrom

Sie profitieren.  
Mit Sicherheit.

Wird beispielweise eine träge Sicherung benötigt, über die ein Strom von 1 A fließt und dies bei einer Umgebungstemperatur von 70 °C, so berechnet sich der benötigte Sicherungsbemessungsstrom wie folgt:

$$I_{rat} = I_L / K_f = 1 \text{ A} / 0,78 = 1,28 \text{ A}$$

$I_{rat}$ : resultierender Sicherungsbemessungsstrom  
 $I_L$ : Laststrom  
 $K_f$ : Korrekturfaktor aus Diagramm

Es müsste also eine Sicherung mit einem Bemessungsstrom von min. 1,28 A ausgewählt werden, damit der Laststrom von 1 A auch bei einer Umgebungstemperatur von 70 °C dauerhaft über die Sicherung fließen kann und die Sicherung nicht frühzeitig und ungewollt auslöst. Da der nächste genormte Bemessungsstrom 1,6 A beträgt, ist somit ein 1,6 A Sicherungseinsatz auszuwählen.

### *Einfluss der Umgebungstemperatur auf das Schmelzintegral des Sicherungseinsatzes*

Nicht nur auf den max. Dauerstrom der Sicherung wirkt sich die Umgebungstemperatur aus, auch das Schmelzintegral verändert sich mit der Umgebungstemperatur. Auch hier ist es so, dass die in den gängigen Datenblättern angegebenen Werte für das Schmelzintegral eines Sicherungseinsatzes für normale Raumtemperaturen gültig sind. Steigen die Temperaturen in höhere Bereiche, was für Anwendungen in der Elektronik ja die Regel ist, verringert sich das in den Datenblättern angegebene Schmelzintegral des Sicherungseinsatzes. Liegen die Temperaturen unter 20 °C, ist mit einem erhöhten Schmelzintegral zu rechnen.

Bild 3 können Sie entnehmen, welcher Korrekturfaktor für die Kalkulation des Schmelzintegrals anzunehmen ist.

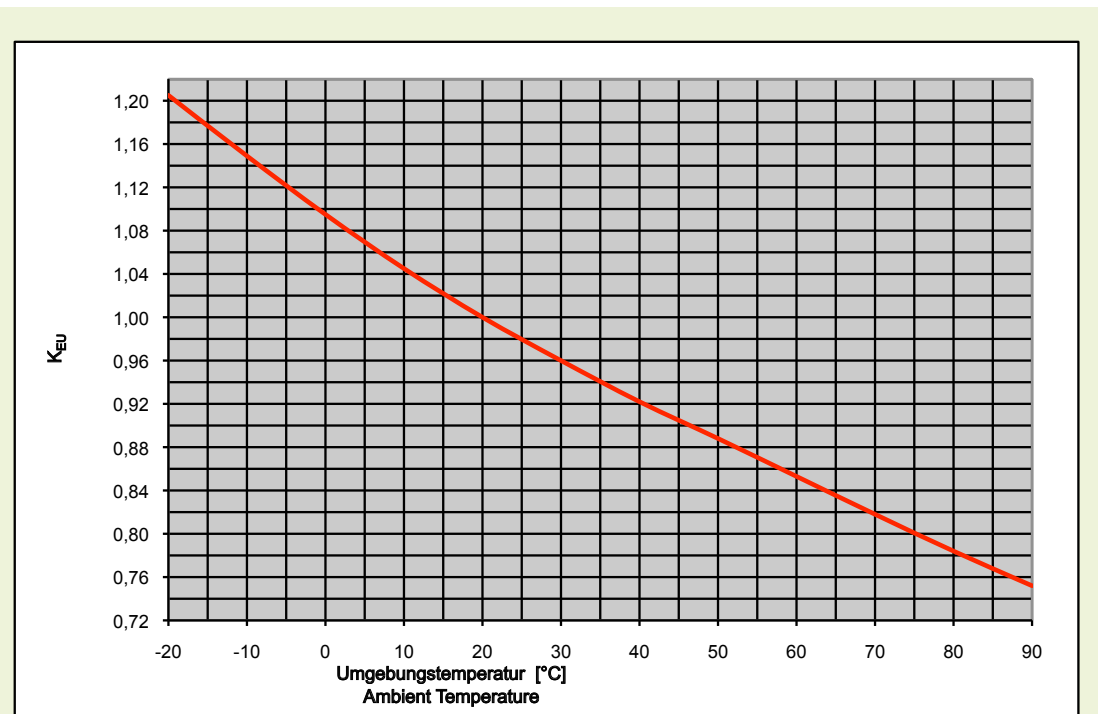


Bild 3: Einfluss der Umgebungstemperatur auf das Schmelzintegral

Berechnung des tatsächlichen Schmelzintegrals:

$$I^2 t_s = I^2 t \times K_{EU}$$

$I^2 t_s$ : tatsächliches Schmelzintegral

$I^2 t$ : Schmelzintegral aus Datenblatt

$K_{EU}$ : Korrekturfaktor ermittelt aus Diagramm

In der tatsächlichen Anwendung ist somit aufgrund der meist erhöhten Umgebungstemperaturen mit einem niedrigeren Schmelzintegral zu rechnen als in den Datenblättern der Sicherungseinsätze dargestellt. Dieses korrigierte Schmelzintegral kann dann für alle weiteren Betrachtungen herangezogen werden.

### Bewertung von Einschaltströmen

Häufigster Grund für ungewolltes Auslösen von Sicherungseinsätzen sind nicht berücksichtigte oft zeitlich begrenzte Sonderbelastungen, die über den Bemessungsstrom der Sicherung hinausgehen. Oft sind dies Einschaltströme die manchmal nur einige Male, häufig aber über der Lebensdauer der Elektronik einige tausend Male vorkommen. Diese können zu einer ungewollten Überlastung führen, so dass die Sicherung auch im Normalbetrieb irgendwann auslösen kann.

Es gibt dabei durchaus verschiedene Methoden, Einschaltströme zu bewerten. Die meist angewandte Methode zu prüfen, ob der „Inrush“ von der Sicherung getragen werden kann, ist der Vergleich des Einschaltstromes mit der Zeit/Strom-Kennlinie der Sicherung. Hierbei wird die Höhe des Einschaltstromes sowie die Zeit, über die dieser Strom fließt, in die Kennlinie eingetragen. Es ist nun sehr schnell erkennbar, ob der Einschaltstrom die Sicherung zur Auslösung bringen wird. Um aber eine Überlastung der Sicherung zu vermeiden, sollte ein ausreichender Abstand zwischen Einschaltstrom und tatsächlichem Schmelzstrom der Sicherung bestehen. Als Richtwert ist anzunehmen, dass der Einschaltstrom max. ca. 60 % des Auslösestromes betragen sollte.

Um den Zusammenhang noch einmal verständlich darzustellen, zeigt Bild 4 ein kurzes Beispiel:

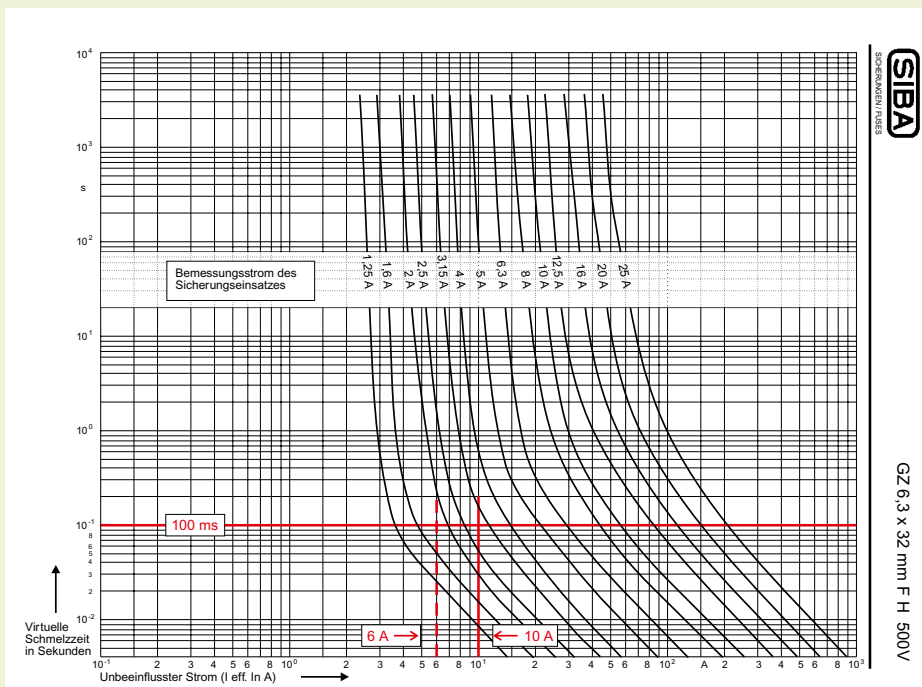


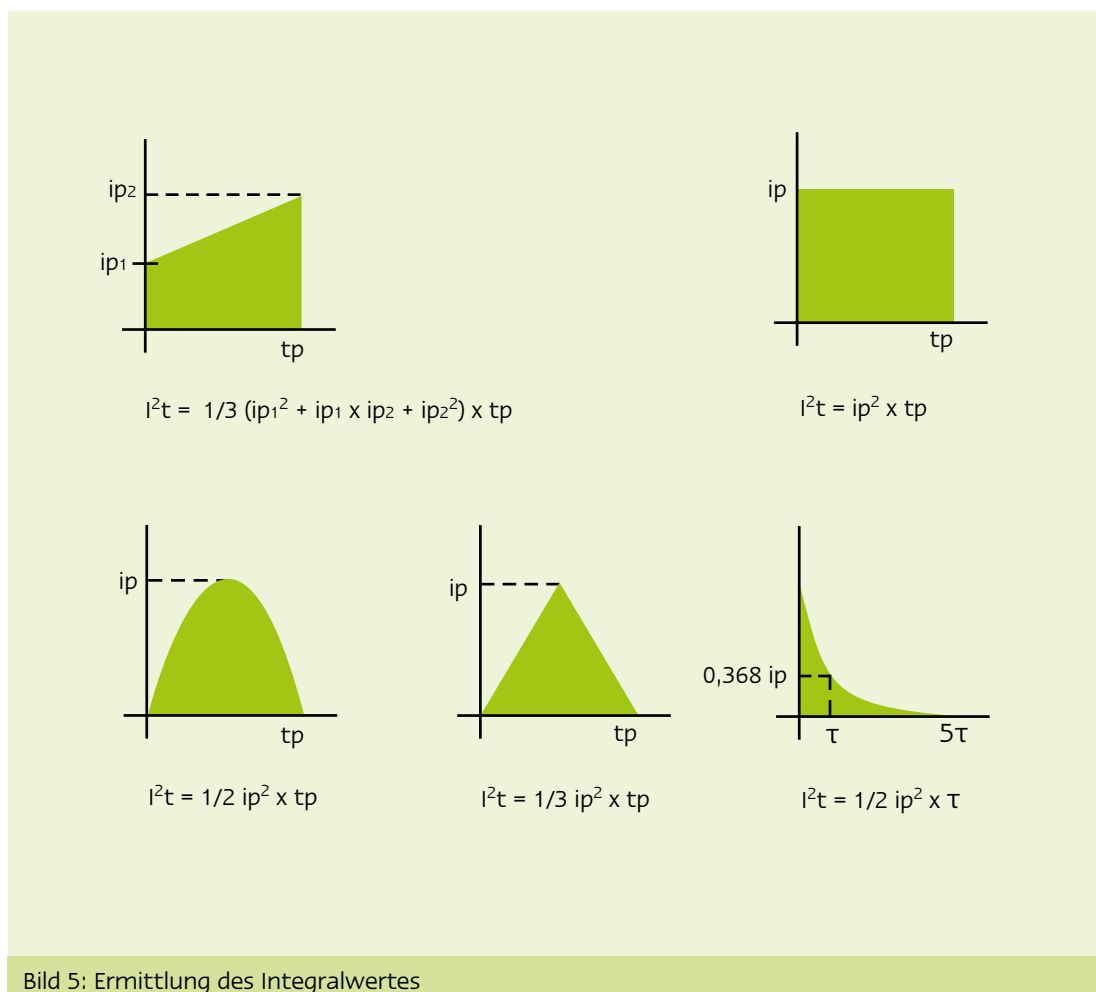
Bild 4: Inrush: 6 A | Dauer: 100 ms

Sie profitieren.  
Mit Sicherheit.

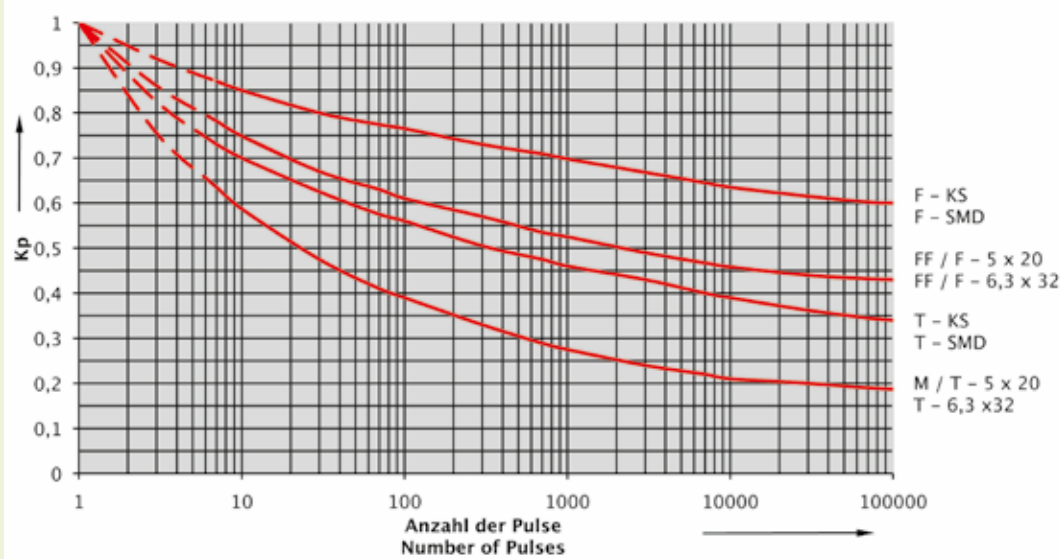
Das bedeutet, dass mit der oben genannten 60 % Regel eine Sicherung auszuwählen ist, welche einen Schmelzstrom von 10 A bei 100 ms aufweist. In diesem Fall ist dann eine 3,15 A Sicherung zu wählen.

### Einfluss von Pulsbelastungen

Eine Möglichkeit, um Pulsbelastungen und auch kurzzeitige Einschaltströme richtig bewerten zu können, ist über einen Vergleich des Last- zum Sicherungs-Schmelzintegral möglich. Zunächst wird der Energieertrag der Belastung in die Sicherung ermittelt. Dies kann bei Fehlen entsprechender Daten über folgende Näherungen durchgeführt werden:



Das hier ermittelte Pulsintegral ist mit dem Schmelzintegral der Sicherung aus dem Datenblatt zu vergleichen. Liegt ein solcher Puls nur einmalig oder über die gesamte Lebensdauer der Elektronik nur einige wenige Male an, so ist es ausreichend, wenn das Schmelzintegral des Sicherungseinsatzes größer als das ermittelte Pulsintegral ist. Handelt es sich jedoch um eine häufiger wiederkehrende Belastung, so ist ein ausreichender Abstand zwischen Schmelzintegral der Sicherung und Pulsintegral zu gewährleisten. Je häufiger der Impuls auftritt, desto größer ist der Abstand zu wählen. Dabei gibt es je nach Typ der Sicherung, der verschiedenen Schmelzleiterlegierungen und der resultierenden Charakteristiken sehr deutliche Unterschiede bei der Empfindlichkeit gegen Pulslasten. Die folgende Darstellung zeigt einmal qualitativ welcher Korrekturfaktor über die Anzahl der Pulse anzunehmen ist (Bild 6).



FF = superflink | F = flink | M = mittelträge | T = träge | SMD = SMD Sicherungen  
 KS = Kleinstsicherungen | 5 x 20 = Zyl. G-Sicherungseinsätze 5 x 20mm  
 6,3 x 32 = Zyl. G-Sicherungseinsätze 6,3 x 32mm

Bild 6: Berechnung des Schmelzintegrals über die Anzahl der Pulse

Berechnung des benötigten Schmelzintegrals der Sicherung in Abhängigkeit der zu erwartenden Anzahl der Pulse:

$$I^2 t_{smin} = I^2 t_p / K_p$$

$I^2 t_{smin}$ : min. benötigtes Schmelzintegral des Sicherungseinsatzes aus Datenblatt

$I^2 t_p$ : Pulsintegral

$K_p$ : Korrekturfaktor des Pulsintegrals

Mit Hilfe des hier ermittelten minimal benötigten Schmelzintegrals kann nun eine Sicherung ausgewählt werden, welche nicht ungewollt schon beim Einschalten „ausschaltet“.

## 4 Zusammenfassung

Die Auswahl der richtigen Geräteschutzsicherung ist nicht nur eine Frage des dauerhaft fließenden Laststromes, des zu schützenden Gerätes oder Halbleiters. Es ist ebenso wichtig darüber nachzudenken, welchen Einflüssen der Sicherungseinsatz ausgesetzt ist, um nicht schon bei der Auswahl des Sicherungseinsatzes die Lebensdauer desselben ungewollt zu begrenzen.

Denken sie deshalb darüber nach, welchen Umgebungstemperaturen der Sicherungseinsatz ausgesetzt sein kann. Liegen im Einschaltmoment besondere Belastungen vor oder treten immer wiederkehrende Anlaufströme auf?

Wir wollen nicht, dass sie schon nach kürzester Zeit vor der Frage stehen:  
 „Warum fliegt die Sicherung?“

Sie profitieren.  
 Mit Sicherheit.

**Hauptsitz / Head Office****SIBA GmbH**

Borker Straße 20-22  
D-44534 Lünen  
Postfach 1940  
D-44509 Lünen  
Tel.: +49-2306-7001-0  
Fax: +49-2306-7001-10  
info@siba.de  
www.siba.de

**SIBA Unit Miniature Fuses**

Tel.: +49-2306-7001-290  
Fax: +49-2306-7001-99  
elu@siba.de

**Deutschland / Germany****SIBA Vertriebsbüro Freiberg**

Untergasse 12  
D-09599 Freiberg  
Tel.: +49-3731-202283  
Fax: +49-3731-202462  
alexander.kolbe@siba.de

**SIBA Vertriebsbüro Hannover**

Am Hüllfeld 5  
D-30952 Ronnenberg  
Tel.: +49-5109-562470  
Fax: +49-5109-562471  
andreas.koehler@siba.de

**SIBA Vertriebsbüro Rhein/Ruhr**

Espelweg 25  
D-58730 Fröndenberg  
Tel.: +49-2373-1753141  
Fax: +49-2373-1753142  
joerg.mattusch@siba.de

**SIBA Vertriebsbüro Süd-West**

Germersheimer Str. 101a  
D-67360 Lingenfeld  
Tel.: +49-6344-937510  
Fax: +49-6344-937511  
erwin.leuthner@siba.de

**International****SIBA Sicherungen- und Schalterbau  
Ges.m.b.H & Co. KG (Austria)**

Ortsstraße 18 · A-2331 Vösendorf bei Wien  
Tel.: +43-1-6994053 und 6992592  
Fax: +43-1-699405316 und 699259216  
info.siba@aon.at  
www.siba-sicherungen.at

**SIBA GmbH Beijing  
Rep. Office (China)**

Room 207A, Building B, He Qiao Mansion No. 8  
Guanghua Road, Chaoyang District,  
Beijing 100026  
Tel.: +86-10-65817776  
Fax: +86-10-65812979  
siba\_china@sibafuse.cn  
www.sibafuse.cn

**SIBA Písek s.r.o. (Czech Rep.)**

U Vodárny 1506 · 397 01 Písek  
Tel.: +420-38-2265746  
Fax: +420-38-2265746  
sibacz@iol.cz · www.siba-pojistky.cz

**SIBA Sikringer Danmark A/S  
(Denmark)**

ehemals/former Ole Andersen A/S  
Lunikvej 24 B · DK-2670 Greve  
Tel.: +45-86828175 · Fax: +45-86814565  
info@sikringer.dk · www.siba-sikringer.dk

**SIBA Nederland B.V. (Netherlands)**

Van Gentstraat 16  
NL-5612 KM Eindhoven  
Tel.: +31-40-2467071  
Fax: +31-40-2439916  
info@sibafuses.nl · www.siba-zekeringen.nl

**SIBA Polska sp. z o.o. (Poland)**

ul. Grzybowa 5G  
05-092 Łomianki Dąbrowa Leśna  
Tel.: +48-22-8321477  
Fax: +48-22-8339118  
siba@sibafuses.pl  
www.siba-bezpieczniki.pl

**„SIBA GmbH“ (Russia)**

111123, Moskau,  
Shosse Entusiastov, 21 of. 407  
Tel.: +7-495-9871413  
Fax: +7-495-9871774  
info@siba-predohraniteli.ru  
www.siba-predohraniteli.ru

**SIBA Fuses SA PTY. LTD. (South Africa)**

P.O. Box 34261  
Jeppesstown 2043  
Tel.: +27-11334-6560 / 4  
Fax: +27-11334-7140  
sibafuses@universe.co.za  
www.siba-fuses.co.za

**SIBA Far East Pte. LTD.  
(South East Asia)**

No. 3 Phillip Street, #12-02, Commerce Point  
Singapore 048693  
Tel.: +65-66599449  
Fax: +65-62341428  
info@sibafuse.com.sg  
www.sibafuse.com.sg

**SIBA (UK) LTD. (United Kingdom)**

19 Duke Street  
Loughborough. Leics. LE11 1ED  
Tel.: +44-1509-269719  
Fax: +44-1509-236024  
siba.uk@btconnect.com  
www.siba-fuses.co.uk

**SIBA Fuses LLC (United States of America)**

29 Fairfield Place  
West Caldwell, NJ 07006  
Tel.: +1-973575-7422 (973-575-SIBA)  
Fax: +1-973575-5858  
info@sibafuses.com  
www.sibafuses.com

**Weitere Vertriebspartner weltweit /  
Further distribution partners worldwide:  
www.siba.de / www.siba-fuses.com**

