

# fuse.on

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

Ausgabe  
1/2012



## HH-Sicherungen, «die Ströme und Temperaturen unterbrechen»

Sie profitieren.  
Mit Sicherheit.

**SIBA**  
Sicherungen | Fuses

# HH-Sicherungen, „die Ströme und Temperaturen unterbrechen“

Heinz Ulrich Haas,  
SIBA GmbH, Lünen

Hochspannungssicherungen nach deutscher Norm DIN 43625, auch kurz „HH-Sicherungen“, wie in Bild 1 dargestellt, werden seit vielen Jahren in den Netzen der Energieversorger eingesetzt. Ihre äußeren Abmessungen entsprechen nach wie vor den seit 1955 genormten Grenzwerten. Auch ihr Aufbau und ihre Funktion hat sich praktisch nicht verändert. Verglichen mit den Produktzyklen elektronischer Geräte erscheinen HH-Sicherungen eher „langweilig“. Und doch gibt es die für den Fachmann sichtbaren kleinen Modifikationen, mit denen die Sicherungen immer wieder an die Forderungen der Anwender angeglichen werden. [ 1 - 4 ]

Ein wesentlicher Schritt war die Erweiterung des Schlagmelders der Sicherungen hin zu einer Doppelfunktion bei Überstrom und Übertemperatur: Er wurde nicht mehr allein durch den durch die Sicherung fließenden Fehlerstrom ausgelöst, sondern erhielt auch durch eine im Umfeld der Sicherung möglicherweise anstehende zu hohe Erwärmung sein Triggersignal. Unter der Bezeichnung „Thermoschutz“, „Temperatur-Begrenzer“ oder „Überlastauslöser“ sind diese Schlagstifte seit mittlerweile 15 Jahren im Einsatz.



Bild 1: Hochspannungssicherungseinsätze nach DIN 43625 mit einem „Blick ins Innere“

Doch was spielt sich im Innern der Sicherung im Falle des Auslösens eigentlich ab? Wovor schützt dieser Auslöser? Was kann er und wo liegen seine Grenzen? Vorliegender Aufsatz gibt Antworten auf diese Fragen.

## 1 Die klassische Aufgabe des Schlagmelders

Dem Schlagmelder kommt die primäre Aufgabe zu, nach einem Fehlerstrom anzuzeigen, dass die Sicherung abgeschaltet hat. Durch das Austreten des Schlagstifts aus der Kontaktkappe ist dies selbst in Maststationen vom Boden aus zu erkennen. Sind die Sicherungen in einer luft- oder gasisolierten Lastschalter-Sicherungs-Kombination untergebracht, kommt noch eine weitere Aufgabe hinzu. In diesem Einsatzfall wirken die Schlagstifte auf die Freiauslösung der Schaltanlage, welche die Anlage dann dreipolig zur Abschaltung bringt. Dazu muss der Auslöser natürlich eine ausreichende Energie zur Verfügung stellen. [ 6 ]

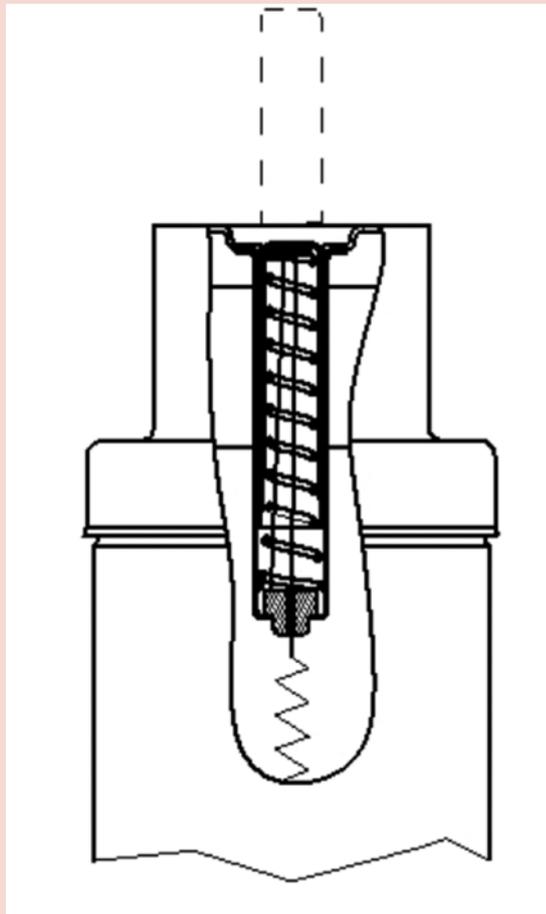


Bild 2: Sicherungsschlagmelder

Sie profitieren.  
Mit Sicherheit.

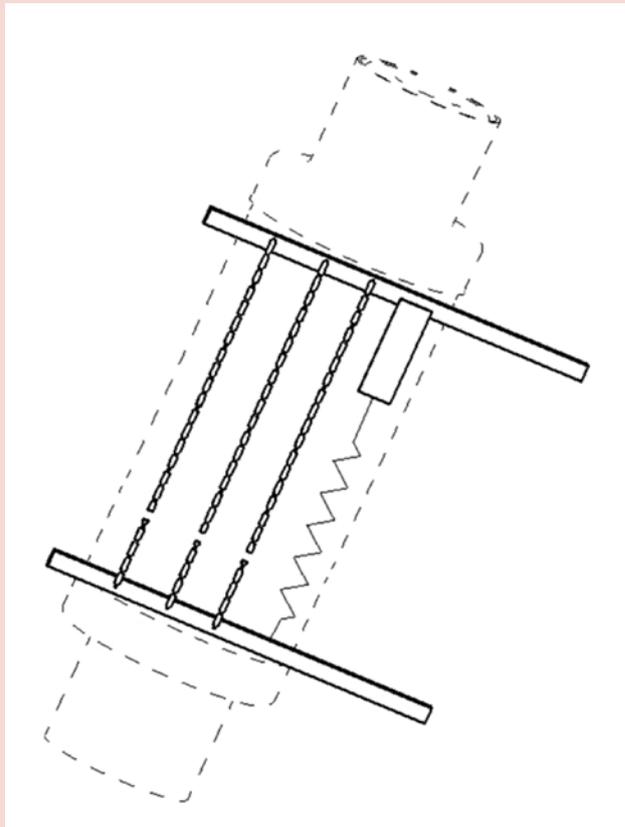


Bild 3: Integration des Schlagmelders im Schmelzleitersystem

Neben dem Sicherungsgehäuse mit seinen Kontaktkappen und den Schmelzleitern ist damit auch der Schlagmelder einer der wesentlichen Bestandteile einer Hochspannungssicherung. Das gesamte System besteht aus dem für den Anwender sichtbaren, meist rot eingefärbten Schlagstift, einer die Energie zur Auslösung bereitstellenden Sprungfeder, einem die Sprungfeder zurückhaltenden Halte Draht und einem Zuführdraht zur Kontaktierung des Auslösesystems. Bild 2 zeigt einen in dieser Form aufgebauten Schlagmelder.

Das Schlagstiftsystem ist den Haupt-Schmelzleitern (SL) parallel geschaltet (Bild 3). Kommt es zu einem Überstrom mit Schmelzzeiten außerhalb der Strombegrenzung, schmilzt der Schmelzleiter

Tabelle 1: Kenndaten der Schlagstifte

Typ	Energie	Austrittslänge	Kleinste Haltekraft	Maximale Dauere der Bewegung
Mittel	0,5 – 1,5 J	20 – 40 mm	20 N	< 50 ms

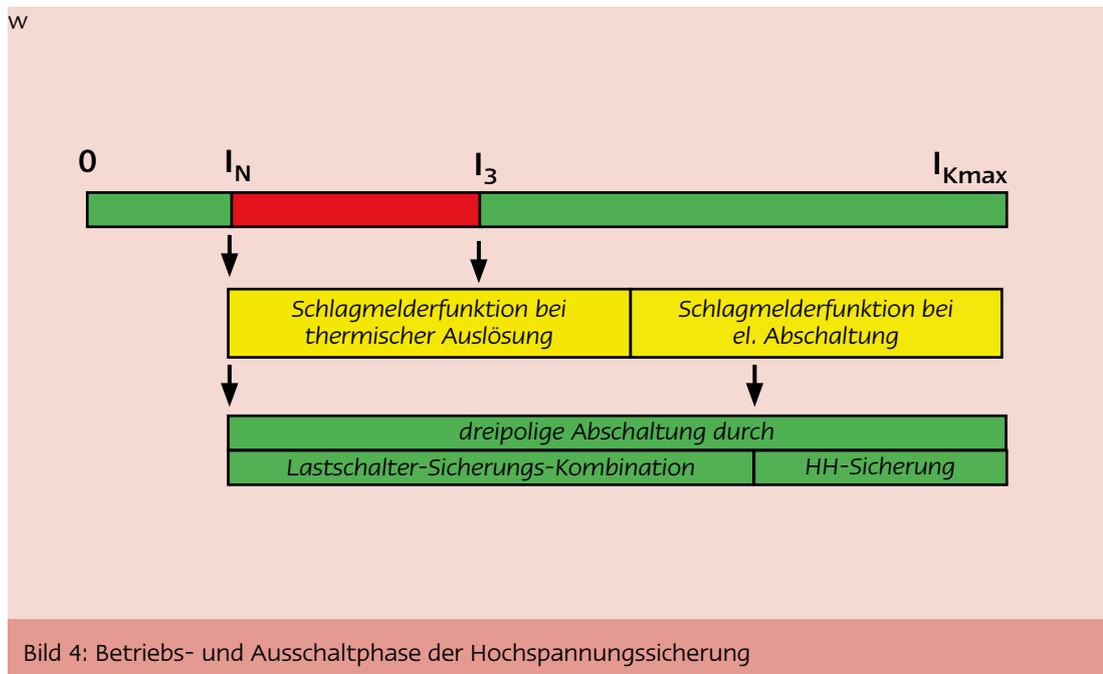
und unmittelbar nach dem Schmelzen, also schon in der Lichtbogenphase, tritt der Schlagstift aus. Bei sehr kurzen Schmelzzeiten, und damit im Anstieg des Fehlerstroms, tritt der Schlagstift praktisch zeitgleich mit dem Unterbrechen der Schmelzleiter aus.

Während dem Sicherungsschmelzleiter sowohl die Überwachungsfunktion im Betrieb, als auch die Ausschaltfunktion im Fehlerfall zukommt, erstreckt sich der Arbeitsbereich des Schlagmelders einzig und allein auf den Fehlerfall.

VDE 0670-4 legt Grenzwerte des Schlagmelders fest und Tabelle 1 gibt die wichtigsten Daten wieder. Bei den SIBA-HH-Sicherungen beträgt die Energie etwa 1 Joule. Typische Werte der Haltekraft sind 50 N, 80 N oder 120 N, wobei der Schlagmelder mit einer Haltekraft von 80 N bei den deutschen Energieversorgern am Häufigsten verwendet wird. Die Schlagmelder der SIBA-HH-Sicherungen haben bei einem Durchmesser von 10 mm eine Austrittslänge von 35 mm. Die Dauer der Austrittsbewegung ist definiert vom Ende der Schmelzzeit bis zum Austritt des Melders bei 20 mm und beschränkt sich auf nur wenige Millisekunden. Die Kenndaten anderer Hersteller dürften vergleichbar liegen.

## 2 Der Temperaturbegrenzende Schlagmelder

Die Notwendigkeit für den Temperaturbegrenzenden Schlagstift ergibt sich aus der Funktion der Hochspannungssicherung als Teilbereichssicherung. Werden diese Sicherungen unzulässigerweise mit einem Strom kleiner dem minimalen Ausschaltstrom ( $I_3$ ) belastet, können sie sehr heiß werden. Diese hohen Temperaturen resultieren aus der Schmelztemperatur des Schmelzleiter-Werkstoffes Silber von 960 °C. Bei zunehmend länger werdenden Schmelzzeiten gewinnt auch die Dauer der anstehenden Temperatur an Bedeutung, so dass es sogar zum Versagen des Isolierkörpers kommen kann, womit auch der Begriff „Verbotene Zone“ zwischen dem Sicherungs-Bemessungsstrom und dem Minimalen Ausschaltstrom definiert wäre.



Sie profitieren.  
Mit Sicherheit.

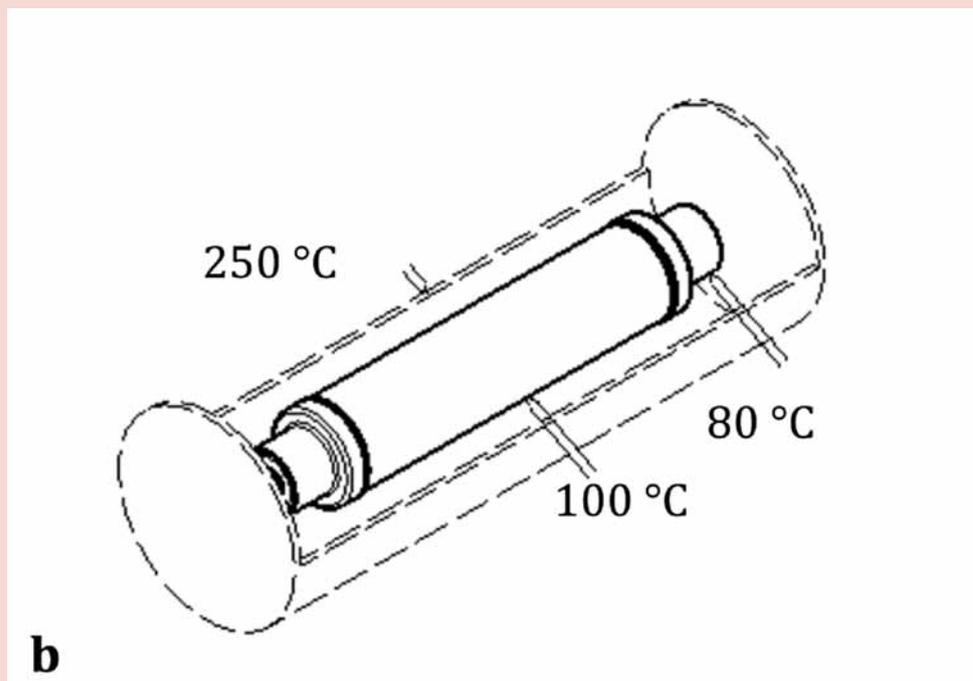
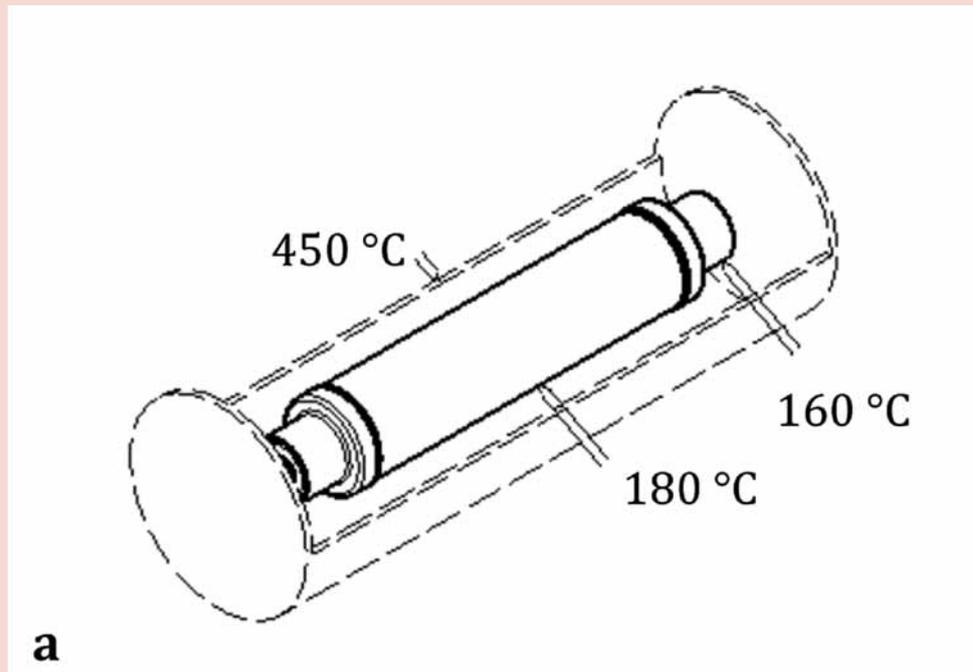


Bild 5: Temperaturen an Sicherungseinsatz und -Körper ohne (a) und mit (b) Temperaturbegrenzendem Schlagstift

Auch die unmittelbare Umgebung des Sicherungseinsatzes muss diese hohen Temperaturen aufnehmen. Besonders macht sich dies in der engen Kapselung einer gasisolierten Schaltanlage bemerkbar, wenn die Wärmeabfuhr eingeschränkt ist. Schnell können in der „Verbotenen Zone“ über  $150^{\circ}\text{C}$  an den Kunststoffen der Kapselung erreicht werden.

Dies kann der Temperaturbegrenzende Schlagstift verhindern. Erreicht der im Gehäuse des Schlagstifts untergebrachte Sensor eine vorgegebene Temperatur, wird der Stift freigegeben. Hier

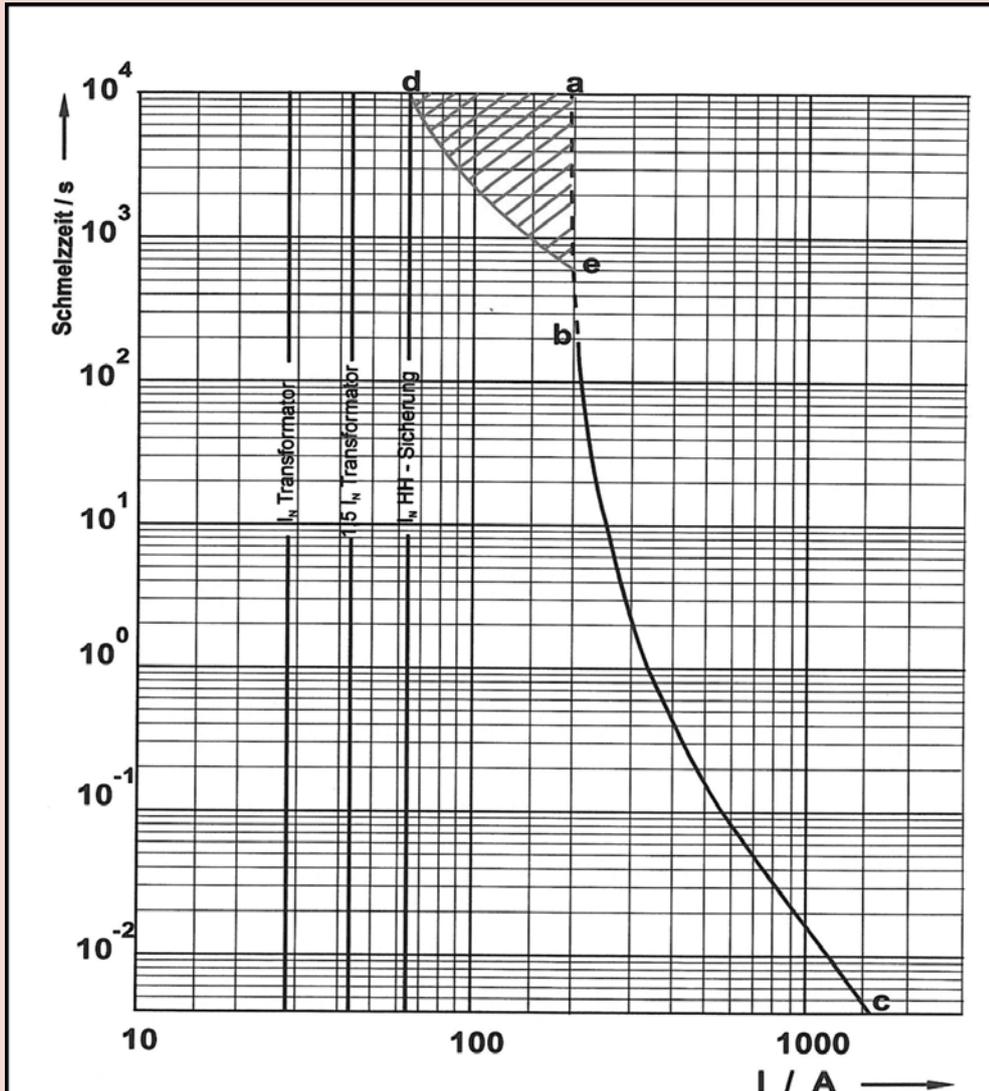


Bild 6: Zeit/Strom-Kennlinie einer HH-Sicherung 63 A mit Temperaturbegrenzendem Schlagstift im Abstand zu den Betriebsströmen eines Transformators 1000 kVA

Sie profitieren.  
Mit Sicherheit.

übernimmt die Lastschalter-Sicherungs-Kombination, welche über die Freiauslösung der Schaltanlage getriggert wurde, die Ausschaltaufgabe.

Die Funktion des Schlagstifts bei der elektrischen Abschaltung der Sicherung ist identisch der einer herkömmlichen Sicherung: Der Haltedraht der Auslösefeder schmilzt und der Schlagstift kann ungehindert austreten.

Im Bild 4 werden die infrage kommenden Zeitbereiche dargestellt. Dabei ist zwischen „0“ und dem Bemessungsstrom „IN“ die Betriebsphase der Sicherung. Oberhalb des Bemessungsstroms zeigt der Schlagmelder seine thermische Überwachungsfunktion. Die Ausschaltung erfolgt über die Lastschalter-Sicherungs-Kombination, und diese Phase kann sich noch über den Minimalen Ausschaltstrom hinaus erstrecken. Beim „satten“ Kurzschluss dagegen wird der Schlagstift elektrisch getriggert und die Sicherungen selbst schalten ab.

Temperaturbegrenzende Schlagmelder können je nach Durchmesser des Sicherungskörpers die Temperaturwerte deutlich reduzieren und Schäden in der Anlage verhindern. In Vergleichsprüfungen mit dem praktischen Bezug zur Empfehlung für einen Transformator 20 kV 1000 kVA werden Unterschiede deutlich. Der nach VDE 0670-402 für diesen Transformator empfohlene Sicherungseinsatz hat einen Bemessungsstrom von 63 A, und der Minimale Ausschaltstrom dieser Sicherung beträgt 210 A. Unterhalb des Minimalen Ausschaltstromes wird es sehr heiß, und ein Maximum der Temperatur wird beim 2fachen Bemessungsstrom, also bei etwa 120 A erreicht. In Bild 5 wurden Werte der Temperaturen am Sicherunggehäuse und am Sicherungskörper mit und ohne Temperaturbegrenzung angetragen. [ 5 ]

Unter der Verwendung des temperaturlösenden Schlagstifts bleiben die Komponenten des Sicherungseinsatzes und der Schaltanlage vergleichsweise kühl. Mit 100 °C besteht selbst bei häufiger Wiederholung einer derartigen Überlast keine Gefahr der Alterung mehr für den Sicherungskörper.

### 3 Das Zeit/Strom-Verhalten

Ob mit oder ohne Temperaturbegrenzendem Schlagstift behält die Sicherung unverändert ihre Zeit/Strom-Kennlinie, denn diese spiegelt das elektrische Verhalten der Sicherung wieder. Bei welchem Fehlerstrom und nach welcher Zeit der Schlagstift anspricht, kann nur qualitativ als Bereich dargestellt werden.

Bild 6 zeigt eine solche Kennlinie. Hier ist die Linie a-c die typische Zeit/Strom-Kennlinie der Hochspannungssicherung mit einem Bemessungsstrom von 63 A. Der Ausschaltbereich erstreckt sich zwischen den Punkten b und c, der „Verbotene Bereich“ zwischen den Punkten a und b. Der Minimale Ausschaltstrom ist an Punkt b angetragen mit 210A und 200 s. Der Arbeitsbereich des Temperatur-Begrenzers liegt innerhalb des Dreiecks a-d-e. Bei Strömen oberhalb von 63 A und oberhalb einer Schmelzzeit von 10 min wird der Schlagmelder aktiv.

Da die temperaturbegrenzende Funktion ausschließlich auf Erwärmungen der Sicherung anspricht, ist die Größe des o.g. Dreiecks auch abhängig vom Sicherungs-Bemessungsstrom. Der Ansprechbereich des Schlagstifts in einer Sicherung 10 A ist aus diesem Grund wesentlich kleiner als der einer Sicherung mit einem Bemessungsstrom von 100 A. Worauf es allerdings ankommt ist, dass jede unzulässige (hohe oder langandauernde) Temperatur von der Sicherung detektiert und der Schlagstift dabei getriggert wird.

## 4 Grenzen des Systems

Sicherungseinsätze mit Temperaturbegrenzender Funktion sind nicht für den Überlastschutz des Transformators vorgesehen. Zum Einen ist dies von den Energieversorgern nicht gewünscht, da der Monteur bei einem niederspannungsseitigen Fehler die Sicherung auf der Mittelspannungsseite zu wechseln hätte. Zum Anderen könnte die auf den Überlastschutz eingestellte Sicherung ungewollt schon beim Einschaltstrom des Transformators reagieren.

Durch einen ausreichenden Abstand des Ansprechbereichs zu möglichen Transformator-Überlastungen ist sichergestellt, dass die Schlagstifte der Sicherungen nicht unkontrolliert ansprechen. Am Beispiel des bereits oben betrachteten Transformators wird dies deutlich:

Transformator	20 kV 1000 kVA
Transformator-Bemessungsstrom	29 A
angenommene Überlast 1,5 x $I_n$	43 A
empfohlener Sicherungs-Bemessungsstrom	63 A

Der Sicherungs-Bemessungsstrom ist mit 63 A damit „weit entfernt“ von einer hier angenommenen Überlast mit 43 A.

## 5 Hochspannungssicherungen, strom- aber unbedingt auch temperaturbegrenzend

Wie zu Anfang bereits erwähnt, sind SIBA-Hochspannungssicherungen mit Temperatur-begrenzendem Schlagmelder in diesem Jahr (2008) seit 15 Jahren im Einsatz. Während zum Produktionsbeginn diese Sicherungen noch einen Sonderstatus hatten, wurde bereits nach wenigen Wochen das Standardprogramm mit dem damals neuen Auslöser ausgestattet. Eine Entscheidung, welche von Schaltanlagenherstellern wie Anwendern national und international begrüßt wurde. Viele Energieversorger haben die Ausrüstung mit diesem Schlagstift in die technischen Lieferbedingungen aufgenommen.

HH-Sicherungen mit temperaturbegrenzender Funktion können Versorgungsstörungen vermeiden, die zurückzuführen sind auf:

- Langandauernde Fehlerströme, verursacht durch Windungsfehler im Transformator
- Unzulässig niedriger Sicherungs-Bemessungsstrom gewählt
- Sicherungen schalten unterhalb des Minimalen Ausschaltstroms
- Mangelhafte Kontaktierung des Sicherungseinsatzes

Sie profitieren.  
Mit Sicherheit.

## 6 Literatur

- [1] [www.SIBA.de](http://www.SIBA.de)
- [2] DIN 43625 (1983 11) Hochspannungs-Sicherungen; Nennspannung 3,6 bis 36 kV; Maße für Sicherungseinsätze
- [3] IEC 60282 1 (2005) High-voltage fuses - Part 1: Current-limiting fuses
- [4] DIN VDE 0670 4 (VDE 0670 Teil 4): 2006 12 Hochspannungssicherungen - Teil 1: Strombegrenzende Sicherungen
- [5] DIN VDE 0670 402 (VDE 0670 Teil 402): 1988 05 Wechselstromschaltgeräte für Spannungen über 1 kV  
Auswahl von strombegrenzenden Sicherungseinsätzen für Transformatorstromkreise
- [6] Heinz Ulrich Haas: Betriebs- und Ausschaltverhalten von Hochspannungssicherungen VWEW Jahrbuch Schaltanlagentechnik 2008

**Haftungsausschluss:**

Die in dieser Unterlage beschriebenen Sicherungen wurden entwickelt, um als Bauteil einer Maschine oder Gesamtanlage sicherheitsrelevante Funktionen zu übernehmen. Ein sicherheitsrelevantes System enthält in der Regel Meldegeräte, Sensoren, Auswerteeinheiten und Konzepte für sichere Abschaltungen. Die Sicherstellung einer korrekten Gesamtfunktion liegt im Verantwortungsbereich des Herstellers einer Anlage oder Maschine. Die SIBA GmbH sowie ihre Vertriebsbüros (im Folgenden „SIBA“) sind nicht in der Lage, alle Eigenschaften einer Gesamtanlage oder Maschine, die nicht durch SIBA konzipiert wurde, zu garantieren. Wenn ein Produkt ausgewählt wurde, sollte es vom Anwender in allen vorgesehenen Applikationen geprüft werden. SIBA übernimmt auch keine Haftung für Empfehlungen, die durch die vorangegangene Beschreibung gegeben bzw. impliziert werden. Aufgrund der Beschreibung können keine, über die allgemeinen SIBA-Lieferbedingungen hinausgehenden Garantie-, Gewährleistungs- oder Haftungsansprüche abgeleitet werden.

**Stand der Technik und Normung:**

Technologien und technische Normen unterliegen permanenter Weiterentwicklung. Insofern kann diese Unterlage auch den zum Zeitpunkt der Drucklegung üblichen Stand der Technik widerspiegeln. Das ist bei Verwendung der Informationen und der aufgelisteten Typen aus dem Produktprogramm zu berücksichtigen.

*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

**Moskovskoye predstavitelstvo obshestva „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.: +65-62239225  
Fax: +65-62341428  
info@sibafuse.com.sg  
www.sibafuse.com.sg

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

19 Duke Street  
Loughborough 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**