Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 86 (1995)

Heft: 17

Artikel: Neue Sicherungskennlinien schützen vor Übertemperaturen : optimaler Schutz von Mittelspannungsschaltanlagen durch Hochspannungssicherungen mit interegriertem Temperaturbegrenzer

Autor: Adams, Klaus / Esslinger, Peter

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-902475

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 09.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Der Einsatz von Hochspannungssicherungen in Lastschalter-Sicherungs-Kombinationen führt durch den stark zunehmenden Einsatz von enggekapselten und gasisolierten SF_6-Anlagen zu vermehrten Problemen durch negative Einflüsse zu hoher Temperaturen. Die Lösung ist eine weiterentwickelte Hochspannungssicherung mit einem zusätzlichen temperaturabhängigen Auslösesystem.

Neue Sicherungskennlinien schützen vor Übertemperaturen

Optimaler Schutz von Mittelspannungsschaltanlagen durch Hochspannungssicherungen mit integriertem Temperaturbegrenzer

■ Klaus Adams und Peter Esslinger

Hochspannungs-Teilbereichssicherungen werden bereits seit Jahrzehnten für den Schutz von Mittelspannungsnetzen eingesetzt. Dank dem strombegrenzenden Verhalten im Kurzschlussfall bieten diese Sicherungen einen optimalen Schutz von Anlagen und Personen, im besonderen durch den Schutz vor negativen thermischen und dynamischen Auswirkungen. Auf der anderen Seite müssen diese Sicherungen für den Schutz von Transformatoren in der Lage sein, die Einschaltstromstösse schadlos zu überstehen.

Das Hauptanwendungsgebiet von Hochspannungssicherungen liegt heute vor allem in der Kombination Lastschalter–Sicherung. Beim Auslösen auch nur einer Sicherung erfolgt über deren Schlagstift die allpolige Abschaltung der Anlage. Neue Techniken im Bau von Mittelspannungsschaltanlagen erforderten aber die konstruktive Anpassung der Hochspannungs-Teilbereichssicherungen. Gründe dafür sind vor allem:

- der stark gestiegene Einsatz von enggekapselten gasisolierten SF_6-Anlagen (thermischer Anlagenschutz) sowie
- die Anforderungen der neuen Prüfbestimmung IEC 420 betreffend Lastschalter-Sicherungs-Kombinationen.

Diese erweiterten Anforderungen können durch einen neu entwickelten Temperaturbegrenzer, welcher im vorliegenden Artikel näher beschrieben wird, voll und ganz erfüllt werden. Es handelt sich dabei um ein zusätzliches, rein temperaturabhängiges Auslösesystem, welches in herkömmlichen Teilbereichssicherungen integriert wird. Die neuen Sicherungen wurden an der Hannover Messe 1993 zum erstenmal vorgestellt. In der Zwischenzeit breit angelegte Versuchsreihen ergaben die notwendigen Betriebserfahrungen und führten zu weiteren Anpassungen und Verbesserungen des ganzen Systems. Die vor allem in Deutschland enorm gestiegene Nachfrage für Hochspannungssicherungen mit integriertem Temperaturbegrenzer führte bei Siba zum Entscheid, ab Anfang 1995 alle Sicherungen bis zu einem Nennstrom von 125 A serienmässig mit einem solchen Auslösesystem auszurüsten.

Schaltanlagenschutz verlangt neue Sicherungskennlinien

Typengeprüfte Hochspannungs-Hochleistungs-Sicherungen (HH-Sicherungen) nach IEC 282-1 und VDE 0670, Teile 4/402, sind zum Schutz von Verteiltransfor-

Adressen der Autoren:
Klaus Adams, Dipl. Ing., Siba Sicherungs-Bau GmbH, D-44534 Lünen, und
Peter Esslinger, Geschäftsführer, Estec Elektrotechnik AG, CH-8247 Flurlingen.

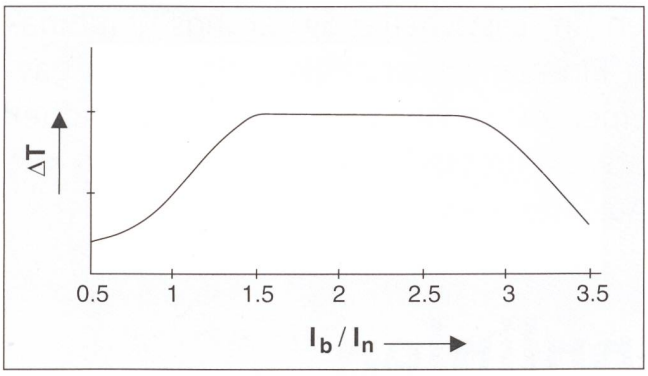


Bild 1 Temperaturverlauf für unterschiedliche Lastströme bei HH-Sicherungen

ΔT Erwärmung im Innern der Sicherung
I_n Sicherungsnennstrom
I_b Betriebsstrom

matoren vorgesehen. Diese Sicherungen begrenzen und unterbrechen unzulässige Kurzschlussströme. Darüber hinaus können sie Überlastströme dreipolig ausschalten, wenn sie über das Auslösesystem auf die Freiauslösung der Schaltanlage wirken. Durch Überströme können sich aber in den Sicherungen Temperaturen von einigen 100 °C entwickeln. Werden diese Sicherungen in gasisolierten oder enggekapselten Schaltanlagen eingesetzt, muss das durch die Überströme bedingte Temperaturniveau auch von den umhüllenden Kunststoffteilen bewältigt werden.

Bei der Typenprüfung nach IEC 420 der Lastschalter-Sicherungs-Kombinationen unter Verwendung von HH-Sicherungen mit relativ hohem Nennstrom können, wie die Betriebserfahrungen zeigen, die entstehenden Temperaturerhöhungen unzulässige Werte erreichen. Alterung der Kunststoffe, Mikrocracks oder eine Verschlechterung der Kontaktierung innerhalb des Sicherungsbehälters sind die Folge. Um dies zu vermeiden, ist eine Verbesserung der HH-Sicherungs-Kennlinien notwendig.

Auf der Basis von Erkenntnissen bei einer Vielzahl von Erwärmungsprüfungen mit HH-Sicherungen in Schaltanlagen verschiedener Hersteller wurde ein neues temperaturabhängiges Auslösesystem entwickelt, das bei unzulässigen Temperaturerhöhungen – gleich welcher Ursache – die Abschaltung der Anlage bewirkt. Damit wird durch dieses Auslösesystem nicht nur eine Strombegrenzung, sondern auch eine Begrenzung unzulässiger Temperaturen, die durch Fehlerströme und andere Einflüsse entstehen, möglich.

Konventionelle HH-Sicherungen in Lastschalter-Sicherungs-Kombinationen

Hohe Temperaturen entstehen unter anderem dann, wenn die Sicherungen in einer Lastschalter-Sicherungs-Kombination einen Strom im Bereich zwischen dem minimalen Schmelzstrom und dem minimalen Ausschaltstrom unterbrechen müssen. In diesem sogenannten verbotenen Bereich der Teilbereichssicherungen (siehe weiter unten in Bild 3, Kennlinienbereich *a–b*) erreichen die Temperaturen im Bereich der Sicherungen das Niveau der Grenztemperatur der Kapselung einer Schaltanlage.

Mit dem Erscheinen der IEC 420 und auch durch das Bekanntwerden der britischen Vorschrift Asta 22 hat man sich sehr intensiv mit den Temperaturverhältnissen in Lastschalter-Sicherungs-Kombinationen im Überlastbereich der HH-Sicherungen beschäftigt. So wurden Schaltanlagen der führenden deutschen und anderer europäischer Hersteller untersucht, um die Grenzerwärmungen zu ermitteln.

Eine erste Versuchsreihe hatte zum Ziel, das Maximum der bei Belastung entstehenden Temperaturerhöhungen festzustellen. In Bild 1 wird der Temperaturverlauf bei Belastung einer Hochspannungssicherung im Bereich des 0,5fachen Sicherungsnennstroms bis zum minimalen Ausschaltstrom dargestellt. Es ist zu sehen, dass das Maximum der Erwärmung bei einer Belastung mit dem 1,5fachen Sicherungsnennstrom (was etwa dem 4fachen Nennstrom des Transformators entspricht) beginnt und sich dabei bis zu Schmelzzeiten von über 15 Minuten in gleicher Höhe hält.

Nach IEC 420 stellt Test-Duty 3 für eine HH-Sicherung die höchste thermische Belastung dar, wenn diese mit einem Strom belastet wird, der ungefähr dem 2- bis 3fachen Sicherungsnennstrom entspricht. Diese Prüfung hat gezeigt, dass die Lastschalter-Sicherungs-Kombination in der Lage ist, lang andauernde Überströme einerseits thermisch zu überstehen, andererseits aber auch durch Schlagstiftauslösung unterhalb des minimalen Ausschaltstroms den Lastschalter frei zu schalten. Auch dabei wurden die gemessenen Temperaturen aus der Maximalwertermittlung bestätigt. Die Prüfungen bewiesen, dass die Materialien der HH-Sicherung selbst diese hohen Temperaturen problemlos bewälti-

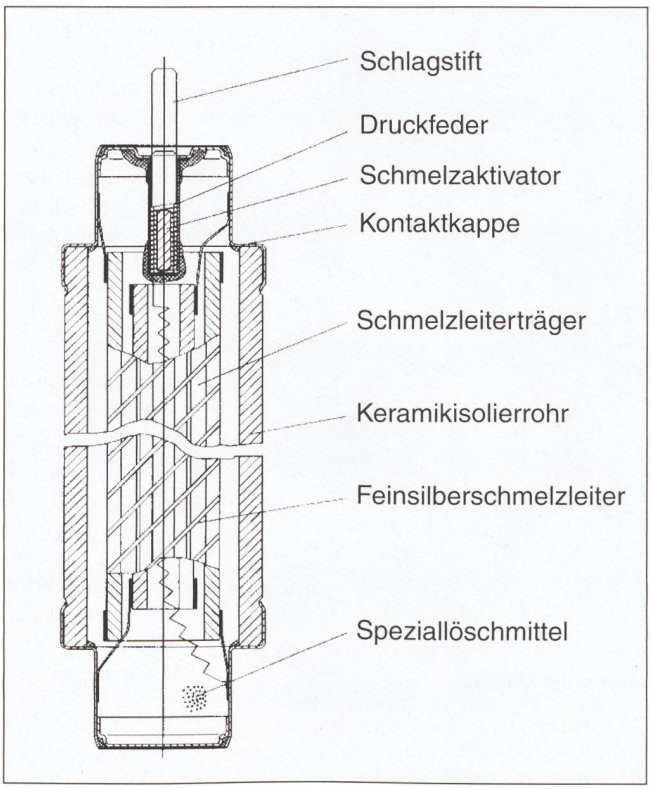


Bild 2 Schnitt durch eine strom- und temperaturbegrenzende HH-Teilbereichssicherung

gen können, dass jedoch bei den die Sicherung umgebenden Isolierteilen mit Alterungserscheinungen zu rechnen ist.

HH-Sicherungen sollen auch die Temperatur begrenzen

Die Untersuchungen ergaben, dass zum Schutz der Schaltanlage eine absolute Notwendigkeit besteht, die Temperatur der Sicherungen während und nach der Ausschaltung herabzusetzen und zu begrenzen. Aufgrund dieser Erkenntnis wurden die bewährten HH-Sicherungen für diese Aufgabe weiterentwickelt. Die Vorgabe dabei war, dass die Sicherungen nicht mehr nur allein eine strombegrenzende, sondern gleichzeitig eine temperaturbegrenzende und eine fehlerstrombegrenzende Wirkung aufweisen müssen.

In HH-Sicherungen werden zur Abschaltung von Fehlerströmen Silberschmelzleiter mit einer Schmelztemperatur von 960 °C verwendet. Die hohe Schmelztemperatur ist die Ursache des Temperaturanstiegs in einer Sicherung bei der Abschaltung eines schadhaften Verbrauchers im kleinen Überstrombereich.

Bei den nun neu entwickelten HH-Sicherungen mit integriertem Temperaturbegrenzer wird das Unterbrechen im kritischen Bereich nicht mehr durch die Silberschmelzleiter ausgelöst, sondern durch einen sogenannten Aktivator. In einem klar definierten Kennlinienbereich wird zur Abschaltung des schadhaften Verbrauchers durch diesen (thermischen) Aktivator bei einer Innentemperatur von etwa 230 °C im Auslösesystem der Schlagstift ausgelöst, der dann auf die dreipolige Freiauslösung der Schaltanlage wirkt.

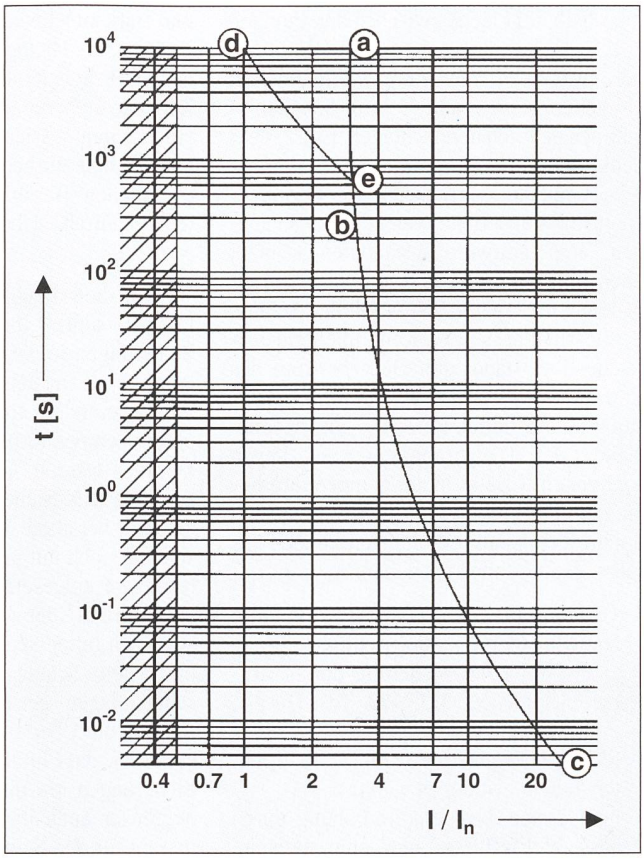
Die Auslösecharakteristik dieses Systems erlaubt, die Temperaturen wirksam zu begrenzen: Die Temperatur im Inneren des Sicherungsbehälters, gemessen in der Schaltanlage mit dem kleinsten Behältervolumen, beträgt nach der Abschaltung lediglich etwa 100 °C. Bei dieser Temperatur wird auch bei mehrfacher Wiederholung eines Abschaltvorganges die Alterung der Isolierstoffteile in der Kapselung weitgehend vermieden. Darüber hinaus wird auch eine Überlastbegrenzung ab etwa dem 1,5fachen Sicherungsnennstrom erreicht.

Aufbau des Temperaturbegrenzers

Der erwähnte Aktivator ist im Gehäuse des Sicherungsauslösers untergebracht. Wie Bild 2 zeigt, benötigt dieses neu entwickelte Auslösesystem nicht mehr Volumen als ein herkömmlicher Auslöser.

Bild 3 Typische Auslösekennlinie einer HH-Teilbereichssicherung mit Temperaturbegrenzer

a–c typische Zeit/Strom-Kennlinie einer normalen HH-Teilbereichssicherung
a–b Zeit/Strom-Bereich, in dem Teilbereichssicherungen nicht betrieben werden dürfen (verbotener Bereich)
b–c Zeit/Strom-Kennlinie im erlaubten Ausschaltbereich
a–d–e Arbeitsbereich des Temperaturbegrenzers



Genutzt wird der bislang freie Raum unterhalb der Druckfeder. Mit dieser Anordnung ist ein ausreichender Abstand zur Wärmequelle – den Schmelzleitern – gegeben. Dies verleiht dem System auch die notwendige Trägheit, damit bei kurzzeitigen Stromspitzen der Auslöser nicht sofort anspricht.

Der Auslösepunkt wird durch einen Stift aus Spezialkunststoff bestimmt, welcher bei einer genau definierten Temperatur bricht (Sollbruchstelle). Der am Stift befestigte Auslösedraht ist mit der vorgespannten Druckfeder verbunden. Die vorgespannte Federkraft (80 N) bewirkt nun über den Schlagstift die Auslösung des Schalters.

Der Leistungsteil der Sicherung bleibt auch bei der Verwendung des Temperaturbegrenzers unverändert. Der Schmelzleiteraufbau und dessen Anordnung entspricht dem bei KEMA typgeprüften Konstruktionsstand konventioneller HH-Sicherungen. Ebenso wurde am Nebenschmelzleiter und an der elektrischen Kontaktierung des Auslösers keine Veränderung vorgenommen. In bezug auf die elektrischen Werte der Sicherung bedeutet dies, dass deren in den Druckschriften des Herstellers angegebene Daten auch mit integriertem Temperaturbegrenzer unverändert gültig sind.

Alle Funktionen der Teilbereichssicherung sind damit sichergestellt: Vom Nennstrom über den minimalen Ausschaltstrom bis zum Nennausschaltstrom entsprechen die weiterentwickelten Sicherungen in vollem Umfang der herkömmlichen Ausführung. Sie sind damit zu herkömmlichen Sicherungen 100% kompatibel und können direkt gegen solche gleichen Nennstroms und gleicher Nennspannung ausgetauscht werden. Interne Zuordnungstabellen behalten ihre Gültigkeit in gleichem Masse wie die Vorgaben aus VDE 0670, Teile 4/402.

Auslösekennlinie einer Hochspannungssicherung mit Temperaturbegrenzer

Der die neuen HH-Sicherungen charakterisierende Zeit/Strom-Verlauf ist in Bild 3 dargestellt. Hier zeigt die Linie *a–c* die typische Zeit/Strom-Auslösekennlinie einer Hochspannungs-Teilbereichssicherung. Die Kurve *b–c* wird als Ausschaltbereich und *a–b* als verbotener Bereich, in welchem die Sicherung nicht betrieben werden darf, bezeichnet. Im Punkt *b* fliesst der minimale Ausschaltstrom, im Punkt *a* der minimale Schmelzstrom. Der Arbeitsbereich des Temperaturbegrenzers liegt

innerhalb der Fläche zwischen den Punkten *a, d, e*. Der genaue Arbeitspunkt kann sich bei unterschiedlichen Einbauverhältnissen, Umgebungstemperaturen und Schaltanlagetypen deutlich unterscheiden. Es ist sogar denkbar und zulässig, dass eine Sicherung mit Temperaturbegrenzer schon bei ihrem Nennstrom anspricht, wenn die vorgegebenen Temperaturwerte aus anderen Gründen überschritten werden. Für die Schaltanlage bedeutet dies den grösstmöglichen Schutz. Schliesslich besteht im Kennlinienfeld ausreichend Abstand zum Betriebsstrom des Transformators, selbst bei 150%iger Belastung (schraffierter Bereich). Die Arbeitspunkte des Temperaturbegrenzers liegen somit in einer Zone, in der Temperaturerhöhungen länger als 10 Minuten anstehen. Solche Temperaturerhöhungen können aus folgenden Gründen entstehen:

- Fehlerströme im Transformator, wie zum Beispiel Windungsschlüsse;
- Überlastung der Sicherung durch Ströme entsprechend IEC 420, Test-Duty 3;
- es wird eine zu niedrige Zuordnung des Sicherungsnennstroms zur Transformator-Scheinleistung gewählt;
- unzulässige Temperaturerhöhung durch äussere Einflüsse, wie zum Beispiel Entladung oder mangelhafte Kontaktierung;
- der Fehlerstrom liegt unterhalb des minimalen Ausschaltstroms;
- Reduktion der Stromtragfähigkeit der Sicherung bei Gewittereinflüssen durch Auftrennen einzelner Schmelzleiter.

Aktueller Stand und Tendenz für die Zukunft

In der Schweiz kommen heute für den Schutz von Verteiltransformatoren vorwiegend die herkömmlichen HH-Teilbereichssicherungen ohne Temperaturbegrenzung zum Einsatz. Dabei unterscheiden die verschiedenen Hersteller von HH-Sicherungen grundsätzlich folgende Ausführungen:

1. Schweizer Ausführung «Universal» (nach Schweizer Norm): Sie wird vor allem in luftisolierten Schaltanlagen (Innenraum und Freiluft) eingesetzt. Temperaturerhöhungen, wie sie bei Sicherungen ohne Temperaturbegrenzer auftreten können, haben dabei keine negativen Einflüsse auf die Anlage, da genügend Volumen für die Kühlung vorhanden ist. Es kommen daher nach wie vor primär die Teilbereichssicherungen ohne Temperaturbegrenzer zum Einsatz.

2. DIN-Sicherungen nach IEC 282-1: Sie werden in luftisolierten Schaltanlagen (Innenraum und Freiluft) sowie vermehrt und stark zunehmend in kompakten gasisolierten (SF_6-)Anlagen eingesetzt. Bei gasisolierten Schaltanlagen mit enger Kapselung der Sicherungen wird der Einsatz von Hochspannungssicherungen mit integriertem Temperaturbegrenzer empfohlen, um eventuellen Beschädigungen von Isolierteilen durch Übertemperaturen vorzubeugen.

In diesen typischen Anwendungsfällen ist somit vorauszusehen, dass die Sicherungen in der Schweizer Ausführung «Universal» in näherer Zukunft nach wie vor unverändert als Teilbereichssicherung ohne Temperaturbegrenzer zum Einsatz kommen werden. Umgekehrt ist zu erwarten, dass DIN-Sicherungen nach IEC 282-1 generell bei allen Anlagevarianten sukzessive nur noch mit integriertem Temperaturbegrenzer eingesetzt werden.

Aufgrund der aktuellen Vorschriften sowie im Interesse der Anwender für einen optimalen Schutz der Mittelspannungsschaltanlagen gegen die negativen Einflüsse von Übertemperaturen ist aber zu erwarten, dass in absehbarer Zukunft HH-Sicherungen mit integriertem Temperaturbegrenzer auch in der Schweiz standardmässig für den Schutz von Verteiltransformatoren verwendet werden. Dieser Trend wird noch durch den Umstand beschleunigt und begünstigt, dass HH-Sicherungen mit Temperaturbegrenzer preislich praktisch auf demselben Niveau wie konventionelle Teilbereichssicherungen liegen.

Durch die Integration des oben beschriebenen Auslösesystems in herkömmlichen HH-Sicherungen ergeben sich für Hersteller und Anwender gewichtige Vorteile. *Hersteller:* Da für alle Anwendungen nur ein Sicherungstyp notwendig ist, können die Sicherungen in grösseren Serien und damit kostengünstiger produziert werden. *Anwender:* Da für Innenraum- und Freiluft- sowie für konventionelle und kompakte gasisolierte Schaltanlagen die gleichen Sicherungen eingesetzt werden, vereinfacht sich die Lagerhaltung. Die Umstellung auf neue Sicherungen mit Temperaturbegrenzer kann fliessend erfolgen, da der Ersatz von defekten Sicherungen durch die neue Generation problemlos möglich ist. Auch Neuanlagen können wahlweise aus bestehenden Lagerbeständen von Sicherungen ohne Temperaturbegrenzer oder aber mit neuen Sicherungen mit integriertem Temperaturbegrenzer ausgerüstet werden.

Literatur

[1] Technische Information: Siba-HH-Sicherungseinsätze mit Temperaturbegrenzer. Estec Elektrotechnik AG, CH-8247 Flurlingen.

Nouvelles caractéristiques des fusibles qui protègent contre le suréchauffement

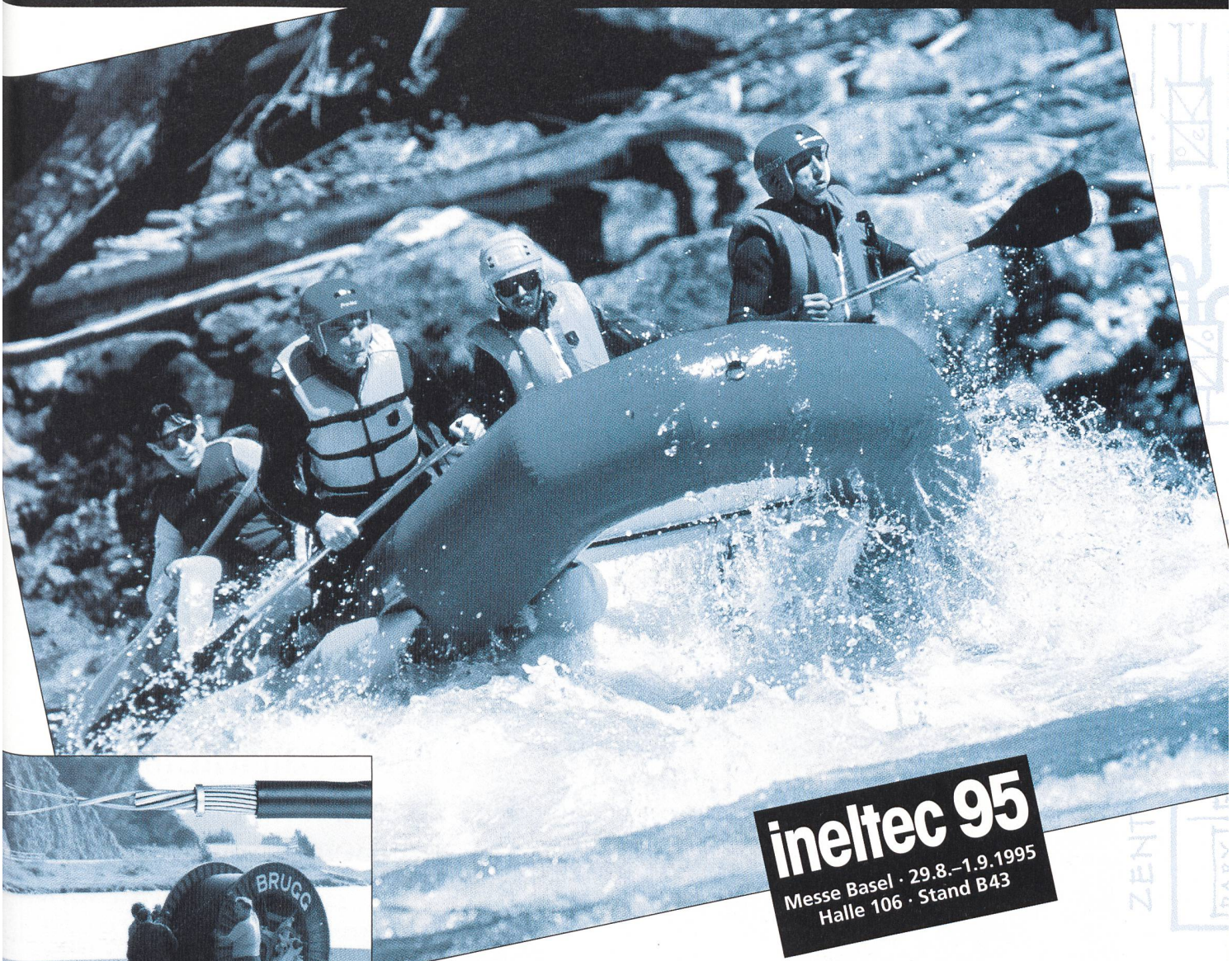
Protection optimale des installations moyenne tension par des fusibles haute tension avec limiteur de température intégré

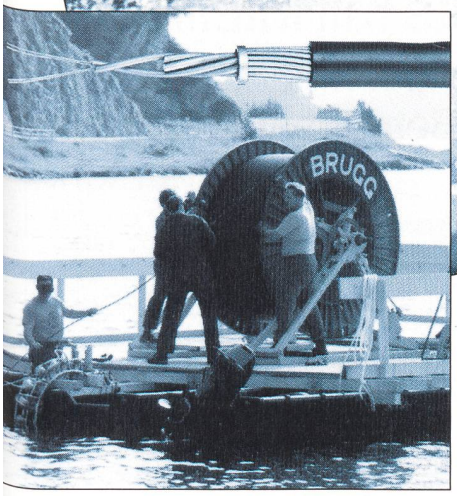
Pour la protection des réseaux moyenne tension l'utilisation des fusibles haute tension est standard depuis des décennies. L'application principale aujourd'hui, est la combinaison interrupteur–fusible. En cas de fusion, même d'un seul fusible, le percuteur déclenche l'interrupteur sur tous les pôles. Les fusibles conventionnels présentent l'inconvénient suivant: utilisés en combinaison avec des interrupteurs à volumes très reduits (SF_6), le niveau de température peut dépasser la limite selon les normes IEC 420 et par conséquent, la matière d'isolement peut vieillir plus vite.

Cet article décrit un nouveau fusible haute tension qui non seulement a une caractéristique de limitation du courant, mais également une limitation de température. Ceci est réalisé grâce à un limiteur de température intégré dans les fusibles conventionnels (fig. 2). La nouvelle caractéristique est décrite (fig. 3). La courbe *b–c* indique la zone de déclenchement des fusibles traditionnels par le conducteur de fusion en argent. La zone *a–e–d* indique le déclenchement par le limiteur de température. La fusion est déterminée par un corps en matière synthétique spéciale qui casse à une température précisément définie. Le fil de déclenchement est libéré et par la pression du ressort (80 N), le percuteur déclenche l'interrupteur.

Spitzenleistungen in der Übertragungstechnik

«Grund»legend sicher





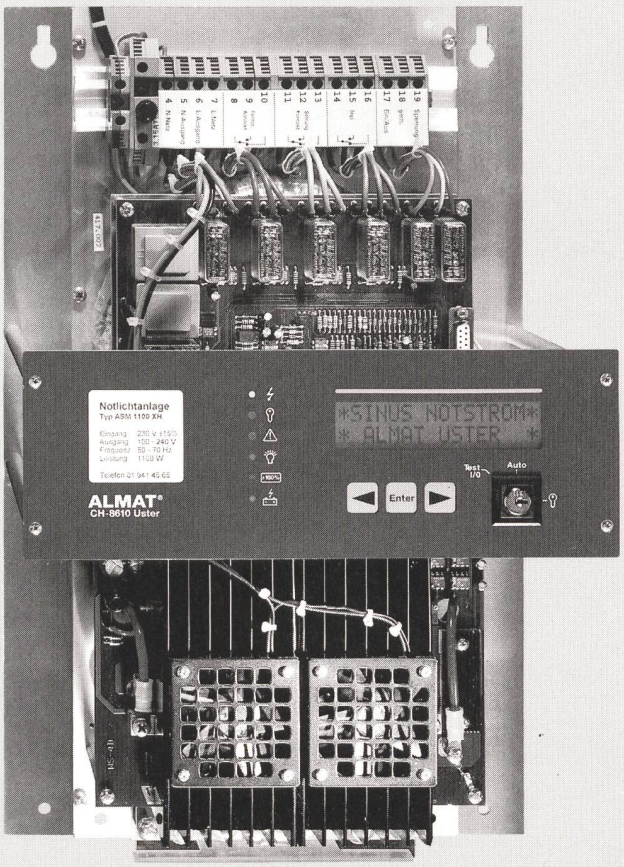
In der Seekabel-Verlegetechnik fühlen sich nicht nur unsere Produkte, sondern auch wir seit Jahrzehnten «Grund»legend sicher. Darum gehören unsere im Wasser installierten Kommunikationskabel heute zu den sichersten Verbindungen. Seekabel müssen Fasern und Leiter besonders gut vor Feuchtigkeit, Korrosion und mechanischen Umwelteinflüssen schützen. Ein Projekt für einen Gebirgssee, mit extremen mechanischen Anforderungen, hat uns auf die Idee gebracht, unsere bewährte Telecomseil-Luftkabeltechnik auch bei Seekabeln anzuwenden. Das Resultat haben wir zum Patent angemeldet. Die neuen Telecom-Seeseile sind mechanisch äusserst stabil, haben infolge reduziertem Kabel-Durchmesser weniger Gewicht und die Fasern sind dank Edelstahl-Bündeladern optimal gegen Feuchtigkeit geschützt. Und last but not least: Die nur fingerdicken Seeseile sind einfacher und darum auch kostengünstiger zu verlegen. Eine weitere Spitzenleistung in der Übertragungstechnik von Brugg Telecom.

BRUGG **Telecom**

Brugg Telecom AG · Nachrichtenkabel und Systeme · 5200 Brugg
Telefon 056 483 100 · Fax 056 483 531

Leistung, die verbindet

Die beste Versicherung gegen Stromausfall:



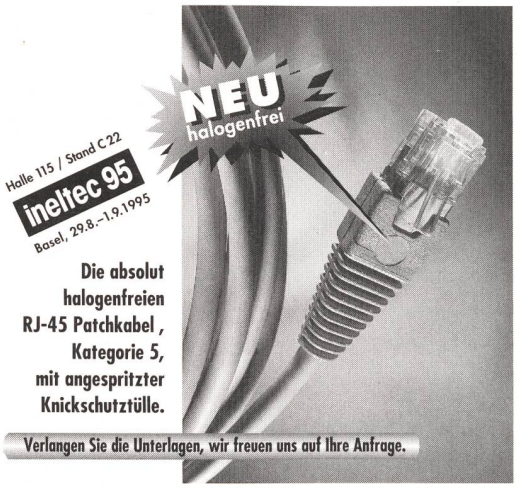
ALMAT Notstromgerät

Elektronik-Modul Typ ASM
Voll-Prozessor gesteuert
Masse: Breite 285 mm, Höhe 455 mm, Tiefe 215 mm
für Notbeleuchtungen, Sprinkler-Pumpen, Rauchklappen, Tür- und Torantriebe usw.

ALMAT Notlicht + Notstrom

Bahnstrasse 1
CH-8610 Uster
Tel. 01/941 45 65
Fax 01/940 47 84

Patchkabel
à la carte



Halle 115 / Stand C22
ineltec 95
Basel, 29.8.–1.9.1995

Die absolut halogenfreien RJ-45 Patchkabel, Kategorie 5, mit angespritzter Knickschutztülle.

Verlangen Sie die Unterlagen, wir freuen uns auf Ihre Anfrage.

kabelstark

HOWAG

HOWAG Kabel AG
In der Güpf 3
5610 Wohlen
Telefon 057 23 93 23
Telefax 057 22 01 54

Meßgeräte mit Intelligenz

zur Maschinendiagnose, zum Betriebsauswuchten und Ausrichten.

Die neuen Meßgeräte von Schenck

- ☐ VIBRO-FFT 40
- ☐ VIBRO-FFT 41
- ☐ VIBROBALANCER 41
- ☐ VIBROTEST 41
- ☐ VIBROPORT 41

beweisen Intelligenz durch ihre außergewöhnliche Funktionsvielfalt und komfortable Bedienung.

- bei der umfassenden Beurteilung des Maschinenzustandes,
- bei der gezielten Analyse von Fehlerursachen,
- bei der detaillierten Untersuchung des dynamischen Verhaltens der Maschinenkonstruktion und der Aufstellung,
- beim professionellen Auswuchten von Rotoren im eingebauten Zustand,
- beim exakten Ausrichten von Wellen.

Schenck AG · Postfach 332 · CH-8606 Nänikon

Tel. (01) 941 32 32

C 45/9