

SEFAG



EURO★SWITCH®

Highlights

1.7/1998

NH-Sicherungsleisten und NH-Lastschaltleisten in Modularbauweise

Verfasser: Anton Wermelinger, Projektleiter

Tradition verpflichtet uns, in einem dynamischen Prozess, wegweisende Trends aktiv mitzugestalten. EUROSWITCH entspricht den neuesten Standards und Normen der europäischen Energieversorgungsunternehmen (DIN 43 623). Ingenieure und Spezialisten aus verschiedenen Fachrichtungen waren in diese Entwicklung involviert. Die Highlights im EUROSWITCH-Programm sind international patentiert, die Gerätepreise trotzdem marktgerecht. Das Ergebnis ist eine gelungene Innovation zwischen Bestehendem und Neuem.

Sicherungsleisten

Lastschaltleisten

offen

isoliert

1-polig schaltbar

3-polig schaltbar

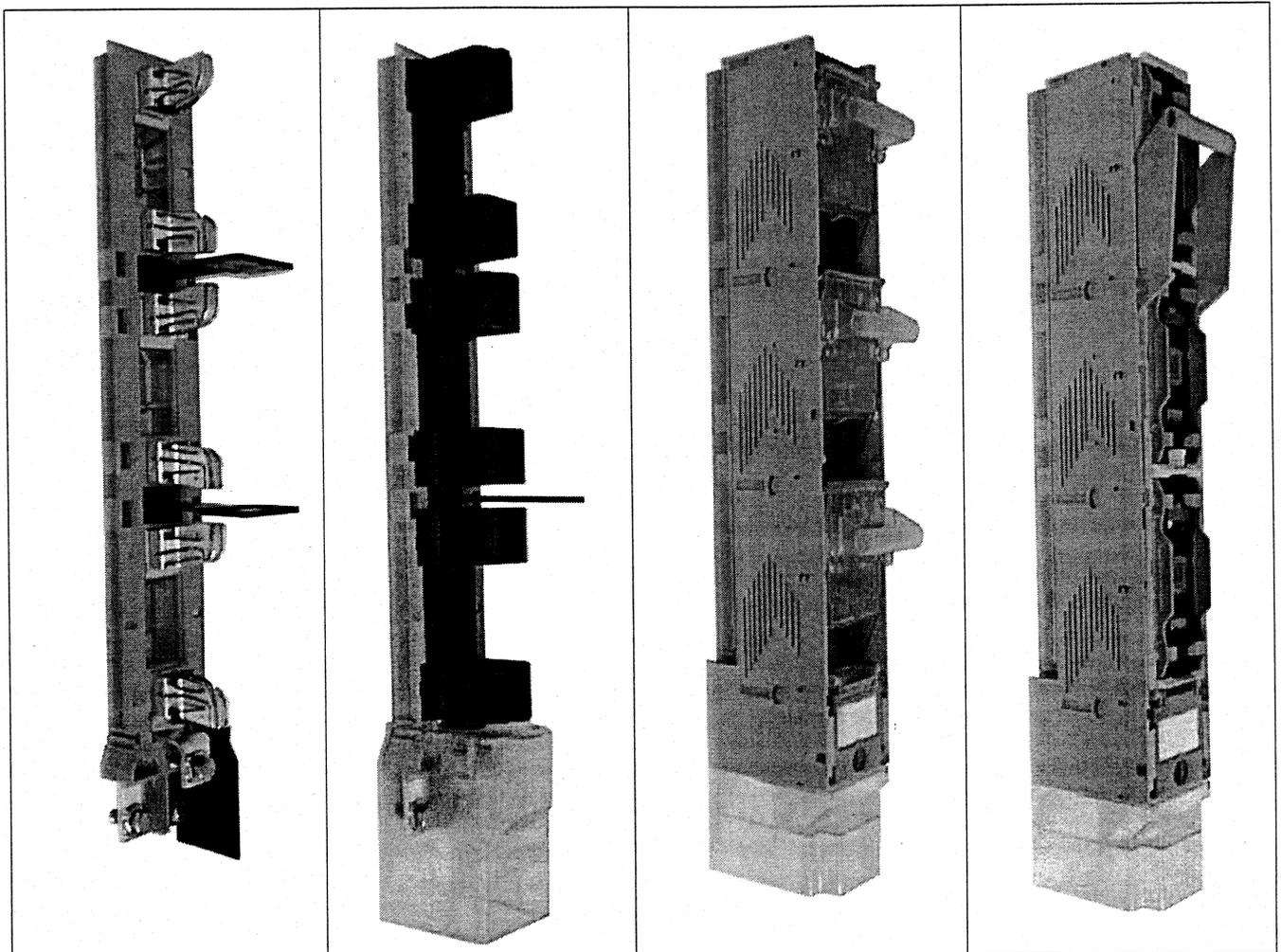


Bild 1

Merkmale von EUROSCHWITCH

- ◆ Modularbauweise
- ◆ Hohe Schaltleistung, AC-23B bei 690 V
- ◆ Temporäre Löschblechanbindung
- ◆ Maximaler Personenschutz durch sichere bzw. gekapselte Lichtbogenlöschung
- ◆ Gegenläufig geschlitzte Federkontakttechnik
- ◆ Sprungschaltung (bei 3-polig schaltbarem Gerät)
- ◆ Hochfester Grundkörper als Verbundeinheit
- ◆ Hervorragendes Kriechstromverhalten
- ◆ Deckt das Sammelschienensystem auf 98 mm ab
- ◆ Verhindert innere Ueberschläge
- ◆ Hohe Berührungssicherheit (Prüfingfer DIN 57 470 / VDE 0470 Teil 1)
- ◆ Wirkungsvolle Wärmeableitung
- ◆ Parallelgeführter Schalter-Einsatz durch Zahnradantrieb
- ◆ Anwenderorientierte Gestaltung
- ◆ Montagefreundlicher Anschlussraum
- ◆ Bauhöhe 150 mm, mit Klappgriff für Flachschränke
- ◆ Ansprechendes Design

Tabelle 1

Ausschalten

EUROSCHWITCH hebt sich von den Mitbewerberprodukten, neben den in diesem Aufsatz beschriebenen Highlights, primär mit unserer international patentierten Erfindung zu hochwirksamer Lichtbogenlöschung ab. Diese Innovation ermöglicht die physikalischen Gesetzmässigkeiten des Lichtbogens, auf kostengünstige Art sicher zu beherrschen (Bild 2).

F = Elektromotorische Kraft
aufgrund der Asymetrie des
elektromagnetischen
Feldes

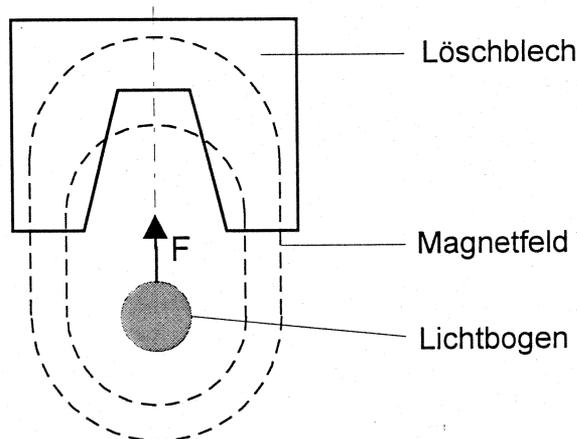


Bild 2

Elektromagnetische Wirkung (F)
des ferromagnetischen Löschbleches

Im Stromkreis sind neben ohmschen Lasten auch kapazitive und induktive vorhanden, worin der Grund für erneutes Zünden des Lichtbogens nach dem Nulldurchgang liegt. Diese Tatsache erfordert eine effiziente, jedoch kostenoptimierte Lichtbogenlöscheinrichtung. Grundsätzlich handelt es sich hier um eine konsequente, anwendungsfallbezogene Weiterentwicklung des Deion-Prinzips. Bedingt durch die Strompfadföhrung im Schalter kann bei bekannten Mitbewerberprodukten der erste Teillichtbogen zwischen dem Kontakt und dem untersten Löschblech, aufgrund der elektromotorischen Kraft, in zufälligen, undefinierten Ueberschlägen enden. Folglich wird das Gerät beschädigt, bzw. die zulässige Schaltleistung muss dann entsprechend tief angesetzt werden. Bei solchen Ueberschlägen umgeht der Lichtbogen die Löschkammer. Sie ist somit wirkungslos. Als sicherheitstechnischer Aspekt ist der Personenschutz bei derartigen wilden Lichtbögen nicht gewährleistet. Die von uns patentierte, temporäre Löschblechanbindung beherrscht den Lichtbogen schon während der Entstehung und steuert ihn zwingend in die Löschkammer, wo er dann sicher erlischt bzw. die Forderungen für AC-23B/690 V erfüllt (Bild 3).

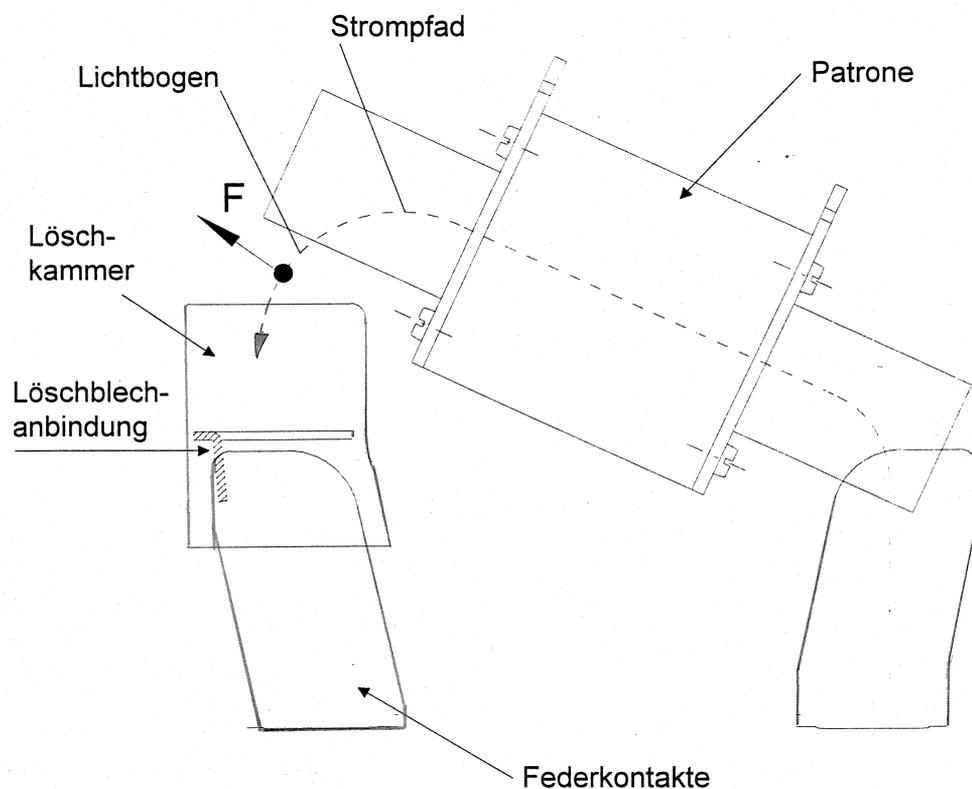


Bild 3

Elektromagnetische Wirkung (F) durch Krümmung des Strompfades

Die temporäre Löschblechanbindung hat noch zwei weitere Vorteile (Bild 4 und 5):

1. Steckbar mit dem Oberteil beim wahlweisen Anschluss unten/oben
2. Die Löschkammer ist im Dauerbetrieb von der hohen Sicherungstemperatur entlastet

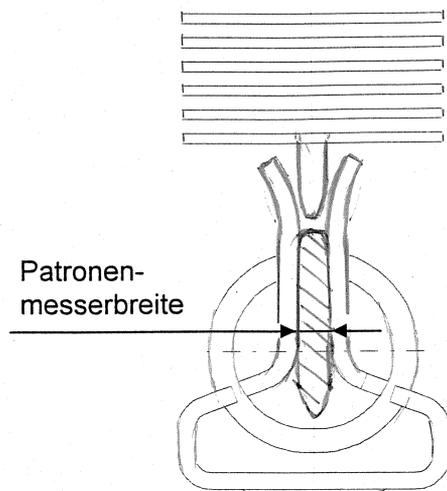


Bild 4

Im Betrieb ist die Löschblechanbindung galvanisch getrennt

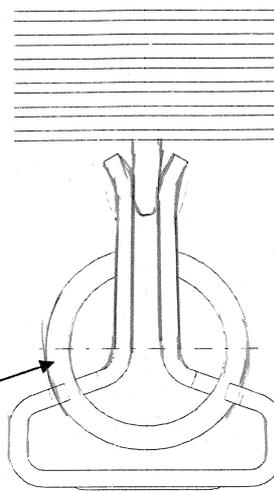
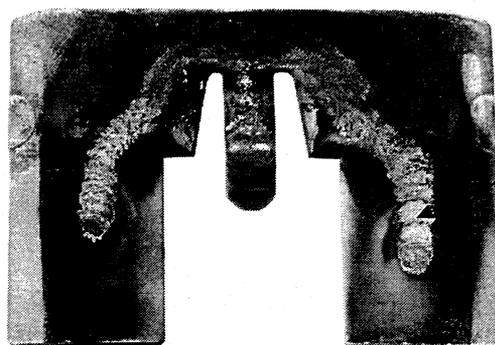


Bild 5

Während dem Ausschalten bleibt die Kontaktierung der Löschblechanbindung durch die Federspannringe sichergestellt

Feder-
spannung

Der Lichtbogen hat an seinen Fusspunkten eine Temperatur von etwa 4'000 Kelvin und in seinem Kern rund 10'000 K. Die Wirkung der Löschbleche wird durch die Kammer in doppelter Hinsicht unterstützt. Einerseits bildet das gewählte Polyamid bei den hohen Temperaturen kühlende, isolierende bzw. löschende Gase. Andererseits wird das in die Kammer gesteuerte, sich explosionsartig ausdehnende Lichtbogenplasma, konstruktiv bedingt, über die Löschblechschenkel zu den Druckentlastungsspalten geleitet bzw. ausgeblasen. Bild 6 zeigt den perfekten bzw. idealen Lichtbogenverlauf am Löschblech, anlässlich der Typenprüfung beim IPH Berlin.



Lichtbogen-
fusspunkt

Ideler Verlauf des Lichtbogenfuss-
punktes bei der Typenprüfung von
EUROSWITCH in Berlin

Bild 6

Beim 3-polig schaltbaren Gerät, welches aus Gründen des bestmöglichen Personenschutzes vollständig gekapselt ist, sind die Anforderungen an die Lichtbogenlöscheinrichtung sehr hoch. Zu den vorstehend beschriebenen Techniken, welche für das einpolig schaltbare Gerät angewendet wurden, kam zusätzlich die Doppelunterbrechung und die ebenfalls von uns international patentierte Art einer Sprungschaltung. Diese Schnelltrennung wird erreicht, indem der anfängliche Schaltweg gebraucht wird, um eine spezielle Feder vorzuspannen. Nachdem der Federmechanismus auf Block läuft, wird die Patrone mitgenommen, um beim Verlassen des Kontaktes, mittels der gespeicherten kinetischen Energie, die Sprungschaltung auszulösen. Die Schnelltrennung reduziert die Lichtbogenenergie und unterstützt somit die Lichtbogenlöschung.

Einschalten

Obwohl das Ausschalten eines Stromkreises wesentlich schwieriger ist als das Einschalten, darf man trotzdem den Einschaltvorgang nicht unterschätzen, insbesondere das Aufscharfen bei anliegendem Kurzschluss. Beim Einschalten lässt sich ein teils mechanischer Pnelleffekt mit Abhebamplituden manchmal nicht vermeiden. Bei hohen Einschaltströmen (Kurzschluss) kann der dabei entstehende Prelllichtbogen, ohne konstruktive Massnahmen, zum Anschmelzen der Fusspunktpartien bzw. Verschweissen der Kontakte führen. Das Anschmelzen wird negativ unterstützt durch den Einschaltlichtbogen, welcher dann springt, wenn die dielektrische Festigkeit der Schaltstrecke geringer ist, als der Momentanwert der anliegenden Spannung. Um die elektrische Feldstärke an den Kontakten beim Ein- und Ausschalten zu minimieren, sind die Kontaktabschlüsse allseitig gerundet. Ein weiterer Parameter entsteht im Augenblick, wenn beim Einschalten das Patronenmesser den Kontakt berührt und somit der Stromkreis geschlossen wird. Die Krümmung des Strompfades, in der Anordnung "Kontakt - Patrone - Kontakt", ergibt eine Asymetrie des elektromagnetischen Feldes (Bild 3). Als resultierende Wirkung tritt ab diesem Zeitpunkt eine Kraft auf, welche der Einschaltbewegung entgegengesetzt ist. Der zuvor beschriebene Pnelleffekt wird dadurch verstärkt. Das zentrale Kriterium beim Einschalten eines Patronenmessers liegt im Zusammenziehen der parallelen Kontaktschenkel, und zwar wiederum in dem Augenblick, wenn das Messer den Kontakt berührt. Dieses Phänomen kann die Einschaltbewegung blockieren. Die konstruktive Massnahme haben wir international patentiert, sie ist nachstehend erläutert.

Aus der Physik kennen wir den folgenden Lehrsatz:

Werden zwei Leiter in der gleichen Richtung von Strom durchflossen, so ziehen sie sich an. Fließt der Strom entgegengesetzt, so stoßen sich die Leiter ab.

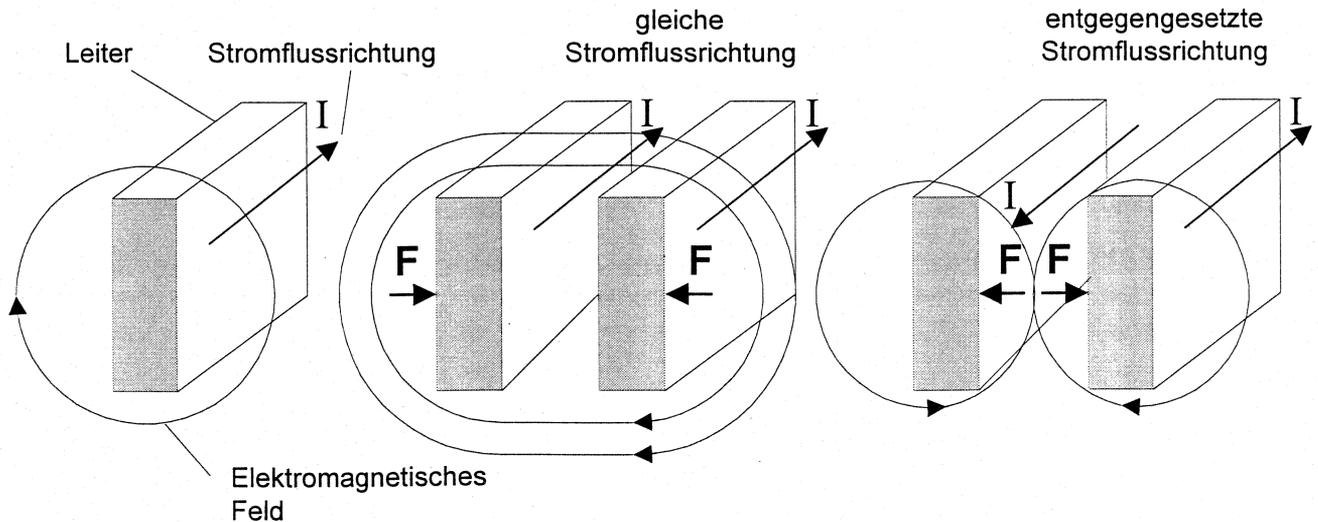


Bild 7

Klappbarer Schaltgriff

Diese Option ermöglicht eine minimale Einbautiefe von EUROSCHWITCH NH-Schaltgeräten; nur 150 mm bei Flachschränken, Standard ist 180 mm.

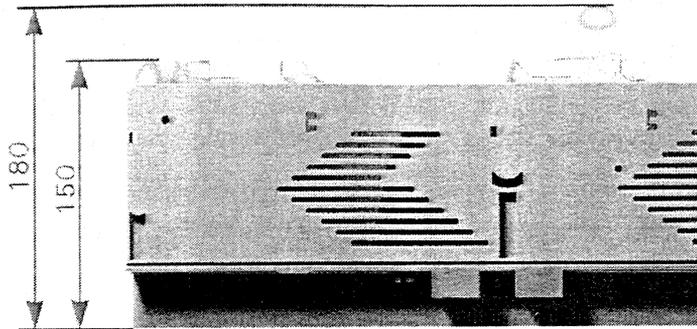


Bild 10

Prüfungen

Nach DIN/VDE 0660/Teil 107 bzw. EN 60947-3 am IPH Berlin.

Gebrauchskategorien bei Wechselspannung:

AC-20B	schliessen und öffnen ohne Last
AC-21B	schalten von ohmschen Lasten, einschliesslich geringer Ueberlast
AC-22B	schalten von gemischter ohmscher und induktiver Last, einschliesslich geringer Ueberlast
AC-23B	schalten von Motoren oder anderer hochinduktiver Last

Tabelle 2

Bemessungsein- und ausschaltvermögen bei Wechselspannung:

Gebrauchs-Kategorie	Einschalten			Ausschalten			Schalt-spiele
	I/I_c	U/U_e	$\cos \varphi$	I_c/I_e	U_r/U_e	$\cos \varphi$	
AC-20B	---	---	---	---	---	---	---
AC-21B	1,5	1,05	0,95	1,5	1,05	0,05	5
AC-22B	3	1,05	0,65	3	1,05	0,65	5
AC-23B	10	1,05	0,35	8	1,05	0,35	3

Tabelle 3

I	Einschaltstrom
I_c	Ausschaltstrom
U	angelegte Spannung
U_e	Bemessungsbetriebsspannung
U_r	Netzfrequente wiederkehrende Spannung
$\cos \varphi$	Phasenverschiebung

Prüfungsergebnisse für EUROSITCH anlässlich der Typenprüfung am IPH Berlin:

Kriterien	1-polig		3-polig
	400 A / AC-23B	630 A / AC-23B	400 A / AC-23B
<u>Prüffolge 1:</u>			
Isolationseigenschaften	i.O.	i.O.	i.O.
Erwärmung	i.O.	i.O.	i.O.
Ein- und Ausschaltvermögen	i.O.	i.O.	i.O.
Isolation	i.O.	i.O.	E
Ableitstrom	i.O.	i.O.	E
Erwärmung	i.O.	i.O.	i.O.
<u>Prüffolge 2:</u>			
200 Schaltspiele elektrisch (Nennstrom)	i.O.	i.O.	i.O.
800 Schaltspiele mechanisch (anschl.)	i.O.	i.O.	i.O.
Isolation	i.O.	i.O.	E
Ableitstrom	i.O.	i.O.	E
Erwärmung	i.O.	i.O.	i.O.
<u>Prüffolge 3:</u>			
Kurzzeitstromfestigkeit $20 \times I_e$	i.O.	i.O.	E
Isolation	i.O.	i.O.	E
Erwärmung	i.O.	i.O.	E
<u>Prüffolge 4:</u>			
Kurzschlussfestigkeit 50 kA	i.O.	i.O.	i.O.
Kurzschlusseinschaltvermögen	i.O.	i.O.	i.O.
Isolation	i.O.	i.O.	i.O.
Ableitstrom	i.O.	i.O.	i.O.
Erwärmung	i.O.	i.O.	i.O.
<u>Prüffolge 5:</u>			
Ueberlastverhalten	i.O.	i.O.	i.O.
Isolation	i.O.	i.O.	i.O.
Ableitstrom	i.O.	i.O.	i.O.
Erwärmung	i.O.	i.O.	i.O.

Tabelle 4

i.O. Prüfung bestanden
 E Prüfung entfällt gemäss Vorschrift

AC-23B ist allen tieferen Gebrauchskategorien übergeordnet, d.h. AC-23B erfüllt die Anforderungen von AC-20B/AC-21B/AC-22B ebenfalls.

Werkstoffe

Viele Parameter beeinflussen den Konstrukteur eines Schalters bei der Wahl der Werkstoffe. Die stromführenden Schienen sind aus Kupfer verzinkt, die Kontakte versilbert. Die übrigen Metallteile sind korrosionsbeständig, d. h. qualitativ vergleichbar mit rostfreien Materialien. Beispielsweise sind die Federringe am Lyrakontakt mechanisch verzinkt und anschliessend chromatiert, so auch die Gewindespannplatten mit dem „MACuGuard Mechanical Galvanizing“-Verfahren beschichtet. Diese gleichmässige Beschichtung garantiert im Vergleich zu anderen üblichen Verfahren eine hohe Zinkschichtdicke. Zinkschichtdicken unter 20my haben poröse Oberflächen und neigen zu interkristalliner Korrosion. Zinkschichtdicken über 25my haben eine nicht poröse Oberfläche, d. h. einen homogenen, geschlossenen Oberflächenschutz und sind somit korrosionsbeständig.

Hoch sind die Anforderungen an die Kunststoffteile, speziell bezüglich Kriechstromfestigkeit, Wärmeformbeständigkeit, Brandverhalten und die mechanische Festigkeit, beispielsweise im Kurzschlussfall. Alle verwendeten Kunststoffteile in EUROSITCH sind selbstverlöschend, dies in Hinsicht auf die brandschutztechnischen Anforderungen.

Die Glühdrahtprüfungen werden nach DIN/DE/IEC durchgeführt und den Bauteilen in Abhängigkeit ihrer Aufgabe zugeordnet.

Vorgeschrieben ist:

Aufgabe	Vorgeschriebene Prüftemperatur	EUROSITCH erfüllt
Isolierteile, die stromführende Komponenten fixieren	960°C	960°C
Isolierteile an stromführenden Komponenten	850°C	960°C
Isolierstoffe für den Berührungsschutz	650°C	960°C

Tabelle 5

Polyesterharz wurde für den Grundkörper verwendet und für unsere hohen Anforderungen entwickelt. Es handelt sich um einen Duroplast. Der auf kristallinen Polyesterharzen basierende, glasfaserverstärkte Duroplast durchläuft bei der Polykondensation einen thermoplastischen Zustand, d.h. er wird durch Erwärmung vor der Vernetzung für kurze Zeit zähflüssig und somit auf Spritzgiessmaschinen verarbeitbar.

Eigenschaften	Einheit	Norm	Wert
Durchschlagfestigkeit	kV / mm	IEC 243	18
Kriechstromfestigkeit CTI	V	UL / IEC 112	600
Brennbarkeit	Stufe	UL 94	V-O
Wärmeformbeständigkeit	°C	ISO 75	> 200
Glühdrahtprüfung	°C	DIN / IEC 695	960 (4 mm)
Zugfestigkeit	N / mm ²	EN 61	65
Schlagzähigkeit	kJ / m ²	DIN 53 453	85

Tabelle 6

Im Gegensatz zu anderen Materialien weist dieser Isolierstoff eine deutlich reduzierte Kriechneigung auf, was sich einerseits durch dreidimensional vernetzte Molekülketten und andererseits durch den hohen Füllgehalt an anorganischen, relaxationsfreien Werkstoffen erklären lässt. Der Ausdehnungskoeffizient dieses Isolierstoffes konnte dem der eingelegten Kupferzuleitungs-schienen angepasst werden, wodurch ein nachweislich dauerhaftes Verbundsystem mit vorzüglicher Wärmeableitung gegeben ist. Die Systemtemperatur liegt vergleichsweise bei umspritzten Schienen 8-10°C tiefer als bei eingelegten, was sich durch die vielfach grössere bzw. dunklere Oberfläche (bessere Wärmeabstrahlung) als bei blanken Kupferschienen physikalisch erklären lässt.

Trotz der hochwertigen Eigenschaften haben wir die erforderliche Kontaktkraft bzw. die Befestigung der 6 Lyrakontakte nicht über den Isolierstoff realisiert, sondern mittels den bewährten, form-schlüssig eingelegten Metallbuchsen (Vergleich DIN/VDE 0660/Teil 100 oder EN 60947-1).

Diese Verbundtechnik hat sich in den letzten 15 Jahren bei nahezu 1 Mio. Geräten bewährt.

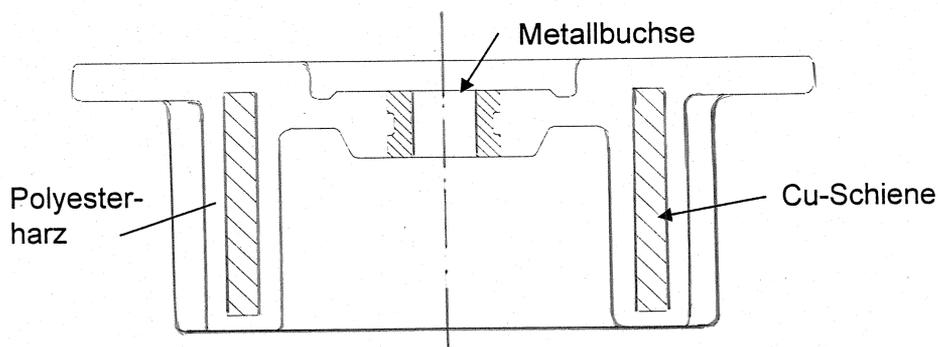


Bild 11

Bei der Entsorgung wird der Grundkörper geschreddert, wodurch sich das Isolationsmaterial vom Kupfer und Aluminium trennt.

Polyamid wurde für die Löschkammern, die Abdeckkammern und die Kontaktdeckungen verwendet. Es handelt sich um ein teilkristallines, thermoplastisches und glasfaserverstärktes Polykondensat bzw. um einen hochwertigen Isolierstoff, welcher UV-beständig ist und sich durch sehr hohe Gebrauchstemperaturen auszeichnet.

Eigenschaften	Einheit	Norm	Wert
Durchschlagfestigkeit	kV / mm	ASTM D149	21
Kriechstromfestigkeit CTI	V	UL / IEC 112	600
Brennbarkeit	Stufe	UL 94	V-2
Wärmeformbeständigkeit (0,45)	°C	ISO 75	205
Glühdrahtprüfung	°C	DIN / IEC 695	960
Zugfestigkeit	MPa	ISO 527	75
Schlagzähigkeit	kJ / m ²	ISO 180	35

Tabelle 7

Polycarbonat ist ein amorphes Thermoplast mit hohen mechanischen, optischen, elektrischen und thermischen Eigenschaften. Es ist UV-beständig. EUROSITCH-Teile, welche nicht aus Polyesterharz oder Polyamid sein müssen, bestehen aus Polycarbonat (oder wahlweise aus Polyamid).

Eigenschaften	Einheit	Norm	Wert	
			transparent	eingefärbt glasf.verst.
Durchschlagfestigkeit	kV / mm	ASTM D149	17	18
Kriechstromfestigkeit CTI	V	UL / IEC 112	225	225
Brennbarkeit	Stufe	UL 94	V-O	V-O
Wärmeformbeständigkeit (1,82)	°C	ASTM D648	135	143
Glühdrahtprüfung	°C	DIN / IEC 695	960	960
Zugfestigkeit	MPa	ISO 527	60	65
Schlagzähigkeit	kJ / m ²	ISO 180	35	15

Tabelle 8

Anhang

Thermoplaste sind Kunststoffe, welche beim Erwärmen plastisch erweichen. Sie lassen sich verformen und werden beim Abkühlen formbewahrend wieder fest. Es handelt sich um einen physikalischen Vorgang.

Thermoplaste sind reversibel.

Duroplaste sind Kunststoffe, welche durch chemische Reaktionen entstehen und beim Erhitzen nicht erweichen. Sie zersetzen sich bei sehr hohen Temperaturen.

Duroplaste sind irreversibel.

Amorphe Stoffe haben gestaltlose Molekularstrukturen und, im Gegensatz zu kristallinen, keinen festen Schmelzpunkt, sondern erweichen allmählich.

Lichtbogenplasma ist in unserem Fall hochionisiertes Gas. Die Stossionisation führt in einer Zeit von ungefähr 0,000 000 01 Sekunden zur Bildung eines leitenden Plasmas hoher Temperatur, das sowohl Elektronen als auch Ionen enthält. Somit ist die Schaltstrecke (Luftstrecke) als Lichtbogen-Plasma leitend. Aus elektromagnetischer Sicht gelten somit für den Lichtbogen, bezüglich der elektromotorischen Kraft, dieselben physikalischen Gesetzmässigkeiten, wie für einen gewöhnlichen stromdurchflossenen Leiter (siehe Bild 2).

UL ist eine amerikanische Norm (Underwriters Laboratories) und findet im Elektrosektor weltweite Anerkennung.

UL 94 V-O bezieht sich auf das Brandverhalten von Isolierteilen. Die Einstufung V-O erreichen nur Teile bester Qualität. Die Prüfkörper müssen dabei innerhalb 5 Sekunden verlöschen. Das Nachglimmen darf 30 Sekunden nicht überschreiten.

UL 94 V-2 bedeutet, dass die Teile innerhalb 25 Sekunden verlöschen und die maximale Nachglimmzeit 60 Sekunden beträgt.

CTI-... wird ebenfalls nach der UL-Vorschrift bestimmt und bedeutet: Comparative Track Index (vergleichbarer Kriechstromindex). Diese UL-Norm ist vergleichbar mit der Bestimmung VDE 0303 Teil 1 und IEC 112. Während der Prüfung wird eine Aluminiumchlorid-Lösung zwischen die Elektroden gegeben und so die Lichtbogen- und Kriechstromfestigkeit ermittelt. Beispielsweise beträgt der minimale Kriechweg für 400 Volt (EVU) 5 mm und für 630 Volt (Industrie) 8 mm bei einem CTI-Wert ≥ 600 .

Glühdrahtprüfung nach IEC 965. Die Probe wird 30 Sekunden lang mit einer Kraft von 1 N gegen einen elektrisch beheizten Glühdraht gehalten. Dabei darf sich das Isoliermaterial weder entzünden noch nachglühen.

Wärmeformbeständigkeit nach ISO 75. Ein 100 mm langer Stab darf bei einer Oberflächenspannung von 0,45 MPa, bei der angegebenen Temperatur, 0,32 mm durchbiegen, nach ASTM D648 jedoch z.B. 0,25 mm bei einer Oberflächenspannung von 1,82 MPa.