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: 92 (2001)

Heft: 15

Artikel: Niederspannungs-Kabelmuffen

Autor: Piepho, Michael

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-855732

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: 09.07.2025

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

Niederspannungs-Kabelmuffen

Ein Überblick über den Stand der Technik

Starkstrom-Kabelgarnituren werden zum Verbinden und Abzweigen von Energiekabeln verwendet. Im Abzweigbereich dominiert die Giessharztechnik gegenüber Heissvergussmassen und Warmschrumpfmuffen. Mit Standardgiessharzen liegen inzwischen sehr gute Langzeiterfahrungen vor. Technische Produktverbesserungen sind möglich durch die Verbesserung der Brandschutzeigenschaften bei Verwendung von Vergussmassen mit UL[1]-Prüfzeugnis. Die ökologischen Eigenschaften lassen sich zudem durch die Verwendung von Harzen auf Naturstoffbasis verbessern. Die Vergussmasse Iso-Pur K 2000 weist 60% Naturstoffanteil auf, wodurch der Primärenergiebedarf zur Herstellung der Vergussmasse gegenüber vollsynthetischen Systemen halbiert wird. Der Giessharzhersteller Iso-Elektra spart auf diese Weise 5000 t CO_2 pro Jahr ein.

Michael Piepho

Polyurethan-Vergussmassen werden als Isoliermaterial inzwischen seit über 25 Jahren eingesetzt. Alterungsbedingte Ausfälle von Niederspannungs-Kabelmuffen in Giessharztechnik sind nicht bekannt, auch wenn die verarbeiteten Muffen über 20 Jahre lang in Netzen betrieben werden. Selbst unter tropischen Bedingungen arbeiten Giessharz-Kabelgarnituren seit Jahrzehnten störungsfrei. Das Produkt Iso-Pur K 2000 der Firma Iso-Elektra ist ein Polyether-Ester-Mischsystem, das trotz Esterbindungen in der Harzkomponente im Praxisbetrieb der Kabelnetze keinen hydrolytischen oder thermischen Abbau erleidet, der die Betriebssicherheit der Garnitur messbar beeinflusst.

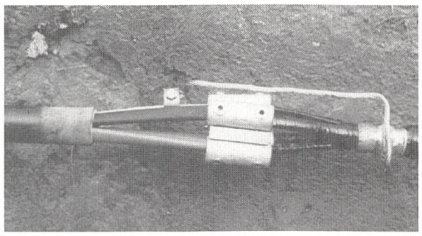

Bild 1 Kabelübergang Nakba (Masekabel, Papierölisolation) auf NAYY-(XLPE-)Kunststoffkabel vor Anlegen der Muffenschale

Verbindungs-, Übergangs- und Abzweiggarnituren

Generell lassen sich Niederspannungs-Kabelgarnituren in Verbindungsgarnituren, Übergangsgarnituren und Abzweiggarnituren unterteilen.

Verbindungsmuffen

Verbindungsmuffen wurden klassisch aus stabilen Formschalen, insbesondere Gusseisen, hergestellt. Diese Muffengehäuse sind sehr formstabil und temperaturbeständig. Die Kabel werden üblicherweise mit Kabelschellen am Gehäuse fixiert. Danach erfolgt der Verguss, um die Elektroisolation gegen Feuchtigkeit zu schützen. Als Vergussmasse wurde bisher üblicherweise Heissbitumen in Form von SP[2]-Masse (zähplastisch) oder SN (springhart, abklopfbar) verwendet.

Auf Grund der hohen Verarbeitungstemperatur sind SP- und SN-Vergussmassen für Kunststoffkabel allerdings ungeeignet. Die maximale Dauerbetriebstemperatur von N(A)YY-(XLPE-)Kabeln[3] beispielsweise liegt bei 70 (90) °C. Sie sollten deshalb möglichst auch nicht bei Verarbeitungstemperaturen über 130 °C vergossen werden, um die Kabel nicht schon bei der Montage zu schädigen. Es mussten daher Vergussmassen mit niedrigerer Verarbeitungstemperatur gefunden werden. Eine Lösung war die Einführung der Kabelvergussmassen Uni und FH (nach VDE 0291), die sich bei 80–90 °C vergiessen lassen. Diese auf Baumharz/Vaseline-Basis beruhenden Vergussmassen verhindern zudem das unerwünschte Auftreten von Bitumendämpfen (Einatmen durch die Kabelmonteure).

Die Montage der Gehäuse verbunden mit dem Aufheizen der Vergussmassen erfordert viel Arbeitszeit, die durch die Verwendung von Kaltvergussmassen reduziert werden kann. Eine Kaltvergussmasse auf Bitumenpulver/Mineralöl-Basis ist beispielsweise die Masse SZ (ebenfalls genormt nach VDE 0291). Durch Kneten einer Mischung aus Bitumenpulver und Spindelöl entsteht ein fliessfähiges Gemisch, das nach kurzer Abbindezeit zu einem gummiartigen Endprodukt erstarrt. Diese Masse kann durch Schneiden oder Schmelzen wieder entfernt werden, ist jedoch nicht selbsttragend. Sie benötigt daher zusätzlich ein stabiles Muffengehäuse.

2-Komponenten-Kaltvergussmassen dominieren

Heute dominieren chemisch abbindende 2-Komponenten-Kaltvergussmassen mit selbsttragenden Eigenschaften als Kabelvergussmassen in Niederspannungs-Kabelgarnituren. Diese Massen sind überwiegend auf Polyurethanbasis aufgebaut. Auf diese Produkte wird später näher eingegangen.

Warmschrumpftechnik

Im Verbindungsmuffenbereich ist die Warmschrumpftechnik ebenfalls verbreitet. Auf die Einzelleiter wird vor Aufsetzen der Kabelpress- oder Schraubverbinder ein Schrumpfschlauch in gerecktem Zustand aufgeschoben. Auch über den Kabelmantel wird ein grösserer Schlauch geschoben.

Nach Installation der Klemmen werden zunächst die Schrumpfschläuche über den Einzelleitern mit weicher Flamme eines Gasbrenners geschrumpft. Anschliessend wird über die gesamten isolierten Einzelverbinder der Mantelschlauch geschoben und ebenfalls mittels Hitze geschrumpft. Zu beachten ist, dass der Schrumpfschlauch an der dem Brenner zugewandten Seite nicht überhitzt werden darf, die Rückseite jedoch so heiss werden muss, dass auch hier der Schrumpfvorgang vollständig vonstatten

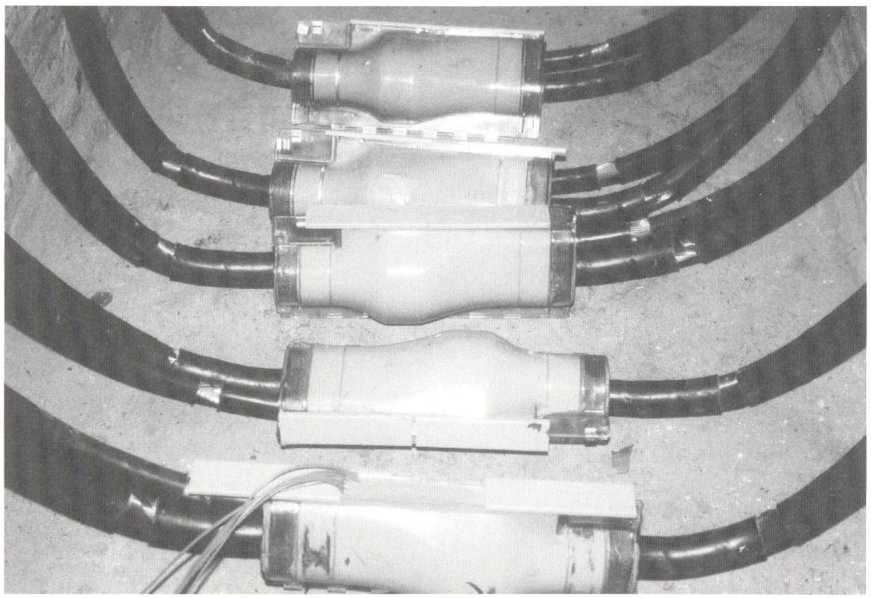

Bild 2 Niederspannungs-Abzweigmuffe
AM-Kabelmuffe AVM 140/420: Kabel N(A)YCWY 4x150 mm² und Durchgangskabel auf N(A)YCWY 4x95 mm² Abzweig

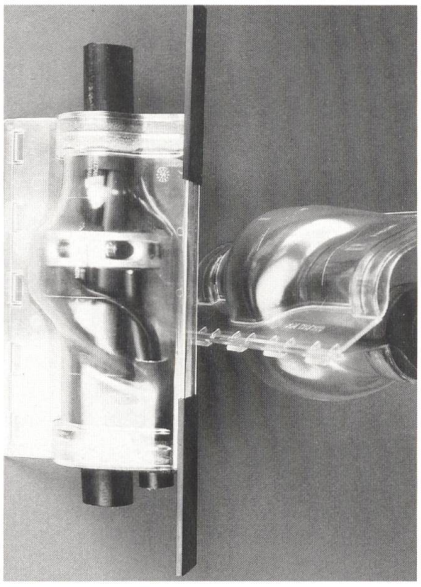

Bild 3 Transparentes Muffengehäuse: Abzweigmuffe AM 130/300 mit N(A)2X2Y-Kabel, unvergossen

geht. Am Ende des Schrumpfprozesses soll an den Schlauchenden Schmelzkleber austreten, mit dem die Schläuche je nach Typ beschichtet sind. Bei teuren Schrumpfschläuchen ist das Schrumpfmaterial mit einem Farbindikator versetzt, der nach Erreichen des Schrumpfprozesses farblich umschlägt. Die Schlauchunterseite sollte dabei gegebenenfalls mit Spiegel und Taschenlampe auf den Umschlag des Farbindikators geprüft werden.

Kaltschrumpftechnik

Schrumpfmuffen in Kaltschrumpftechnik enthalten eine Stützwendel, die am Ende der Montage herausgezogen wird. Der Schrumpfprozess erfolgt dadurch gleichmässig ohne Gefahr der thermischen Schädigung der Schrumpfschläuche oder Kabel. Ausserdem entfällt die Gefahr der Entstehung giftiger Schmelzkleberdämpfe beim Erhitzen sowie narkotisierender Verbrennungsabgase, die im Kabelgraben im Extremfall zu Atemnot der Monteure führen können.

Übergangsmuffen

Übergangsmuffen sind Verbindungsmuffen zwischen verschiedenen Kabeltypen. Prinzipiell gelten die gleichen Kriterien wie bei der Wahl von Verbindungsmuffen. Sofern Papierölkabel mit Kunststoffkabeln verbunden werden, müssen Isolationskomponenten nicht nur gute Elektroisoliereigenschaften aufweisen, sondern auch gegen Kabelisolieröl beständig sein.

Hydrophobe (lipophile) Giessharze sind geeignet, auch auf Papierölkabeln zur Anwendung zu kommen, da sie in der Lage sind, während der Verarbeitung bis rund 5% Elektroisolieröl aufzunehmen. Hydrophile (lipophobe) Harze wie reine Polyetherurethane hingegen sind ungeeignet, da sich Ölreste während der Verarbeitung nicht mit dem Giessharz mischen, sondern aufschwimmen und dabei einen Kanal im aushärtenden Giessharzblock hinterlassen können, durch den später Wasser in die Muffe eindringen kann. Die Vergussmassen Iso-Pur K 2000 und Iso-Fill A2 (kennzeichnungsfrei nach Gefahrstoffverordnung) erfüllen diese Kriterien seit Jahren störungsfrei.

Abzweigmuffen

Abzweigmuffen sind Kabelgarnituren, die den Anschluss eines in der Regel mehradrigen Abzweigkabels an ein Stammkabel ermöglichen. Alle oben aufgeführten Techniken der Verbindungsmuffen sind auch bei Abzweigmuffen anwendbar.

Kontaktierung mittels Kompakt-Abzweigklemmringen

Bei Abzweigmuffen sind neben Einleiter-Abzweigklemmen heute so genannte Kompakt-Abzweigklemmringe von grösster Bedeutung. Diese Klemmringe werden für eine Vielzahl von Kabeltypen und Kabelgrössen angeboten. Bei Kompaktklemmringen erfolgt die Kontaktierung mehrerer Leiter durch Schliessen eines mehrteiligen Klemmringes besonders zeit- und platzsparend (Bild 2).

Im Hausanschlussmuffen-Bereich haben sich in Europa Vierleiter-Kunststoffkabel der Typen N(A)YY, N(A)2XY und N(A)2X2Y (=XLPE) für Durchgangs- und Abzweigkabel weitgehend durchgesetzt. Stand der Technik sind hier transparente Muffengehäuse aus thermoplastischem Kunststoff, die nach einfacher Montage mit kalthärtenden 2-Komponenten-Polyurethanmassen vergossen werden (Bild 3).

Bild 4 Schrumpfabzweigmuffe mit «Hosenklammer» als Abdichthilfe zwischen Durchgangs- und Abzweigkabel

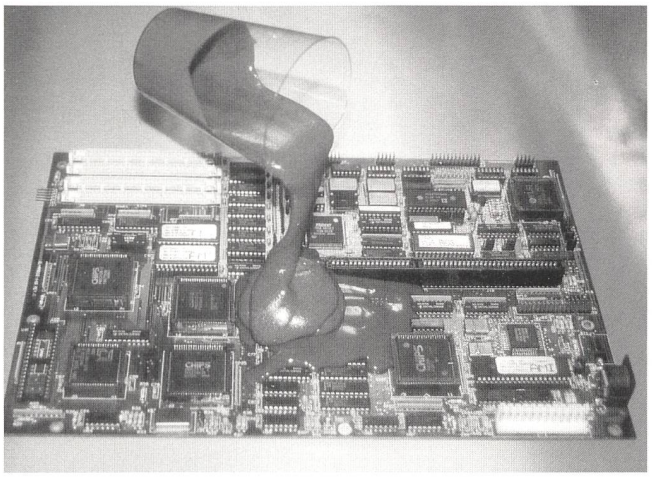

Bild 5 Polyurethanvergussmasse Iso-Cast A 765 mit Brandschutzzertifikat UL 94 VO

Das Produkt eignet sich unter anderem zum Verguss von Kabelgarnituren, Schaltern, Sensoren, Transformatoren und Leiterplatten.

Garniturengehäuse mit Kabelschellen aus äusserst schlagfestem Material werden durch schellenlose, relativ einfache und deutlich preisgünstigere Schalen verdrängt. Zudem werden inzwischen auch Abzeigmuffen in Warmschrumpftechnik angeboten.

Falls auf Wiederentfernbarkeit der Vergussmasse für selten auftretende Reparaturen oder Anschlusswechsel der Abzweigkabel Wert gelegt wird, sind jedoch hochschlagfeste Gehäuse zu bevorzugen, denn so genannte Krümelharze sind mechanisch nicht stabil genug, um selbsttragende Eigenschaften in dünnwandigen, nicht selbsttragenden Muffenschalen zu übernehmen. Manche Stadtwerke bevorzugen solche Techniken, z.B. Zürich.

Im Unterschied zu Verbindungs- und Übergangsmuffen ist zur seitlichen Abdichtung von Abzweigmuffen ein zum Kabelmantel konzentrisches Aufschrumpfen des Isolierschlauches auf der Abzweigseite nicht möglich. Als Lösung werden Klammern angeboten, die den Schrumpfschlauch auf der Abzweigseite ähnlich einer Hosenklammer ein Stück weit zusammenpressen (Bild 4).

Bei der Schrumpfung mittels Gasbrenner oder Heissluftgebläse muss so lange geheizt werden, bis zwischen Schrumpfmantel, Durchgangs- und Abzweigkabel sowie Klammer Schmelzkleber austritt. Bei besonders sorgfältiger Montage unter Werkstattbedingungen funktioniert diese Konstruktion. Allerdings stellt sich die Frage, inwieweit diese Art der Abdichtung in der Praxis über Jahrzehnte ihrer Dichtaufgabe gerecht wird.

Vergussmassen

2-Komponenten-Kaltvergussmassen auf Polyurethanbasis haben ihre Praxistauglichkeit in vielen Anwendungen über Jahrzehnte hinweg bewiesen.

Testverfahren und Normen

Auf europäischer Ebene wurde das Harmonisierungsdokument HD 623 S1 für Niederspannungs-Abzweigmuffen als Norm eingeführt. Die zu prüfende Kabelmuffenkonstruktion wird dazu unter Wasser 63 Lastwechselzyklen, d.h. Strombeaufschlagung mit Erwärmung auf bis zu ca. 80 °C und Abkühlung durch Unterbrechung der Stromzufuhr, ausgesetzt. Fällt der Isolationswiderstand zwischen den Phasen am Ende der Prüfung nicht unter einen gewissen Grenzwert ab, gilt die elektrische Prüfung als bestanden[4].

Einige Stromversorger führen am Ende dieser Lastwechselzyklusprüfung nach HD 623 S1 zusätzlich weitere Lastwechsel sowie Hochstrom- und Stossspannungsprüfungen als Kurzschlusssimulation durch. Das Rheinisch-Westfälische Elektrizitätsunternehmen (RWE) verwendet als Beispiel die Zusatzprüfung PA 003. Die Prüfmethode ist tabellarisch in Tabelle I aufgeführt.

Moderne Vergussmassen wie etwa Iso-Pur K 2000 enthalten nachwachsende Rohstoffe für die Rezeptur der Harzkomponente und zeichnen sich so durch umweltfreundliche Eigenschaften aus. Die Produktion der Masse erfordert zudem nur rund 50% an Primärenergie im Vergleich zu reinen Polyetherurethan-Vergussmassen, welche ebenfalls in Kabelmuffen eingesetzt werden[5]. Zudem kann, falls keine Härter mit der Warnaufschrift «Gesundheitsschädlich Xn» nach Gefahrstoffverordnung[6] verwendet werden sollen, auf Alternativprodukte wie etwa Iso-Fill A 2 – eine kennzeichnungsfreie 2-Komponenten-Kaltvergussmasse – zu-

Reihenfolge	Prüfverfahren	Prüfgrösse	Auswertung
1	Lastwechselprüfung in Luft	– Erhöhter Heizstrom: gem. DIN VDE 0276 Teil 603 und VEW/RWE Werknorm ETK 30.0065 – Mittlerer Heizstrom: 389 A – Aufheizzeit: 5 h – Abkühlzeit: 3 h – Anzahl der Lastwechsel: 21	keine
2	Thermische Kurzschlussfestigkeit	– Prüfstrom: gem. HD 628 S1 Abschnitt 11 – Kurzschlussstrom: 14,2 kA/1 s – Anzahl der Kurzschlüsse: 2 je Leiter	Es darf kein Durchschlag auftreten
3	Lastwechselprüfung im Wasser	– Erhöhter Heizstrom: gem. DIN VDE 0276 Teil 603 und VEW/RWE Werknorm ETK 30.0065 – Mittlerer Heizstrom: 386,7 A – Aufheizzeit: 5 h – Abkühlzeit: 3 h – Anzahl der Lastwechsel: 21	keine
4	Prüfung des Isolationswiderstands im Wasserbad	– Messgleichspannung U_p>100 V	Isolationswiderstand ≥50 MΩ
5	Blitzstossspannungsprüfung HD 628 S1	– Wellenform der Prüfspannung: T_1/T_2=1–5 µs/50 µs – Höhe der Stossspannung: max. ±15 kV (≥ ±11 kV) – Anzahl der Stösse: 5	Es darf kein Durchschlag auftreten
6	Wechselspannungsprüfung im Wasserbad	– Prüfspannung: 4 kV – Prüfdauer: 1 min. – 1 gegen (2+3+4)-geerdet – 2 gegen (3+4+1)-geerdet – 3 gegen (4+1+2)-geerdet – 4 gegen (1+2+3)-geerdet	Es darf kein Durchschlag auftreten
7	Prüfung des Isolationswiderstands im Wasserbad	– Messgleichspannung U_p>100 V	Isolationswiderstand ≥50 MΩ

Tabelle I Die Reihenfolge der VEW/RWE-Zusatzprüfung (Eurotest-Prüfanweisung PA003:1995-10)

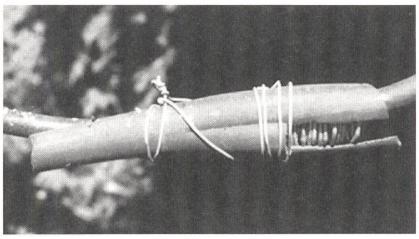

Bild 6 «Vorläufermodell» der Schrumpfmuffen, gesehen in Südindien

rückgegriffen werden (Prüfung nach HD 623 S1 mit Steigerungsstufen bestanden).

Brandschutz

Auf Grund mehrerer Brandkatastrophen ist der Aspekt Brandschutz bei Kabeln und Kabelarmaturen in jüngerer Zeit mehr in das Blickfeld geraten. Eine Prüfnorm, nach der Vergussmassen im Hinblick auf Brandverhalten untersucht werden, ist beispielsweise die amerikanische UL-94-Norm. Produkte mit den besten Brandschutzeigenschaften (selbstverlöschend innerhalb von 10 Sekunden) werden nach UL 94 VO klassifiziert. Bei Bestehen wird die so genannte Yellow Card als Registrierungszeugnis erteilt.

Ein Beispiel einer Vergussmasse mit dem Prüfzertifikat UL 94 VO ist Iso-Cast A 765, ein in seinen technischen und ökologischen Eigenschaften mit Iso-Pur K 2000 vergleichbares Produkt. Dieses Giessharz ist im Brandfall innerhalb von 10 Sekunden selbstverlöschend. Ausser für den Verguss von Kabelgarnituren wird es auch in anderen Anwendungen zur Elektroisolation eingesetzt.

Adresse des Autors

Iso-Elektra GmbH, D-31008 Elze: Dr. *Michael Piepho*, www.iso-elektra.de

[1] UL steht für Underwriters Laboratories.

[2] Die VDE-Norm 0291 definiert Bitumenvergussmassen als SP (schwarz, plastisch), SN (schwarz, normal) und SZ (schwarz, zweikomponentig). Bezug der Norm: www.VDE-Verlag.de

[3] N(A)YY steht für Normkabel (Aluminium), PVC-Leiterisolation, PVC-Kabelmantelisolation. XLPE (cross-linked polyethylen; vernetztes Polyäthylen, VPE) ist die internationale Bezeichnung. Es ist das meistgebrauchte Isoliermaterial bei Kunststoff-Kabelisolierungen.

[4] Beispiel für eine entsprechende Vergussmasse: Iso-Pur K 2000

[5] Für diese Entwicklung wurde die Firma Iso-Elektra von der deutschen Bundesstiftung Umwelt mit einem Förderpreis ausgezeichnet.

[6] Gesundheitsschädlich, rotes Feld mit schwarzem Warnkreuz. Gilt auch für die Schweiz

Manchons de câble basse tension

Aperçu de l'état de la technique

Les garnitures de câble à courant fort servent à réaliser les raccordements et dérivations de câbles d'énergie. Pour les dérivations, la technique à résine moulée est plus employée que les masses de compoundage à chaud ou les manchons rétractiles. On dispose actuellement pour les résines moulées standard d'excellentes expériences au niveau de la tenue à long terme. Des perfectionnements techniques du produit sont possibles par l'amélioration des propriétés de protection incendie au moyen de masses de compoundage certifiées UL. En outre, les propriétés écologiques peuvent être améliorées en employant des résines à base de substances naturelles. La masse Iso-Pur K 2000 a une part de substances naturelles de 60%, ce qui permet de réduire de moitié la consommation d'énergie primaire pour la fabrication de la masse en comparaison des systèmes entièrement synthétiques. Le fabricant de résines Iso-Elektra réduit ainsi de 5000 tonnes par an les émissions de CO_2.

Wollten Sie nicht schon lange mit dem Aufbau eines Management-Systems beginnen? – Oder stehen Sie vor der Aufgabe, die Umstellung auf die Forderungen der ISO 9000/2000 vorzunehmen?

Der SEV unterstützt Sie kompetent auf dem Weg zur erfolgreichen Zertifizierung!

Vereinbaren Sie einen unverbindlichen Besprechungstermin mit unseren Spezialisten:

Christian Schoppe 01 956 13 27
Heinz Hunn 01 956 13 55

TSM® TOTAL SECURITY MANAGEMENT
Gewissheit für Wachstum und Gesundheit

SEV ASE

Schweiz. Elektrotechnischer Verein
Quality Management Services
Luppmenstrasse 1, 8320 Fehraltorf
Tel. 01 956 11 11, Fax 01 956 11 22