Mechanische Beanspruchungen von Kabelsteckern bei Kurzschluss

Autor(en): **Papailiou, K. O.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association Suisse des Electriciens, de l'Association des Entreprises électriques suisses**

Band (Jahr): **80 (1989)**

Heft 9

PDF erstellt am: **02.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-903670

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Mechanische Beanspruchungen von Kabelsteckern bei Kurzschluss

K.O. Papailiou

Angeregt durch das wachsende Interesse der Elektrizitätswerke in der Schweiz für die Einführung von berührungssicheren, metallgekapselten Kabelstekkern, wurde im Rahmen einer ETG-Sponsortagung in Luzern der folgende Beitrag präsentiert. Darin werden im wesentlichen die Systemunterschiede der verschiedenen Steckertypen in bezug auf das mechanische Verhalten bei hohen Kurzschlussbeanspruchungen aufgezeigt und mögliche Auswahlkriterien für den Einsatz von Kabelsteckern in Mittelspannungsnetzen dargestellt.

Cet exposé, influencé par l'intérêt croissant des services électriques suisses pour l'introduction des connexions enfichables blindées pour câble, à été présenté dans le cadre de la journée ETG de Lucerne. Il traite essentiellement les différences de système des différents types de connexion et leur comportement mécanique en présence de courants de court-circuits importants. Il présente en outre certains critères de sélection possibles avant l'utilisation de connexions enfichables dans le réseau de distribution moyenne tension.

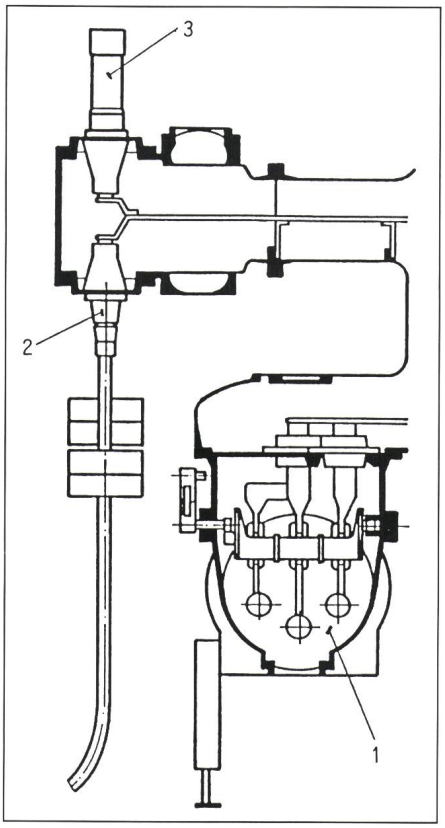
Adresse des Autors
Dipl.-Ing. *Konstantin O. Papailiou*, Direktor der Sefag AG, Elektrotechnische Spezialartikel, Werkstrasse 7, 6102 *Malters*.

Bei der Dimensionierung elektrischer Starkstromanlagen müssen verschiedene Belastungsfälle untersucht werden. Einer davon ist die Beanspruchung durch Kurzschlussströme, welche beachtliche dynamische Kräfte auf die Anlage und die Übergangsstellen zwischen den einzelnen Anlagekomponenten ausübt.

Ziel dieser Arbeit ist, die entsprechenden Berechnungen für Mittelspannungs-Kabelstecker darzustellen. Dazu werden zunächst die Belastungen durch den Kurzschluss angegeben, die Verformungen, Schnittkräfte und Auflagerreaktionen des Systems Kabel–Kabelstecker–Anlage berechnet und schliesslich die mechanischen Auswirkungen dieser Belastungen auf den Stecker und die Anlage erläutert. In diesem Zusammenhang wird auch die Methode der Finiten Elemente kurz vorgestellt.

Statisches System und Belastung

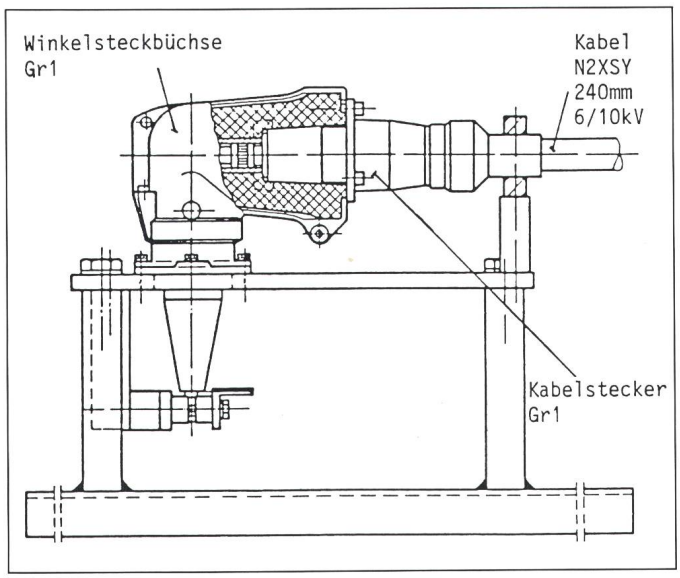
Bekanntlich haben sich heute auf dem Markt zwei Steckersysteme durchgesetzt, das Innenkonus- und das Aussenkonussystem, deren Gemeinsamkeiten und Unterschiede, insbesondere was deren elektrische Eigenschaften betrifft, in [1] dargestellt sind. Wie sich bei den späteren Beispielen zeigen wird, bestehen bei den beiden Systemen Gemeinsamkeiten und Unterschiede, auch in den mechanischen Beanspruchungen des Stekkers und der angeschlossenen Anlage, die daher rühren, dass das Innenkonussystem ursprünglich als gerader Stecker, das Aussenkonussystem dagegen als Winkelstecker konzipiert worden ist. Inzwischen wurden – um den vielseitigen Anwendungen Rechnung zu tragen – für beide Systeme entsprechende komplementäre Komponenten entwickelt, d. h. es gibt ebenso einen gewinkelten Innenkonus- wie auch einen geraden Aussenkonusstecker. Die folgende Betrachtung der Belastungsverhältnisse hat somit Gültigkeit für beide Systeme.



Figur 1 Querschnitt durch eine SF_6-isolierte Anlage PG 100 mit Innenkonus-Kabelsteckern und -Überspannungsableitern
1 PG 100-Anlage
2 Kabelstecker
3 Überspannungsableiter

Typische Anlagen mit Steckanschlüssen

Die Figur 1 zeigt ausschnittweise eine verbreitete Mittelspannungsleistungsschalteranlage mit geraden In-



Figur 2
Connex-Motoranschluss
Versuchsanordnung für $I_s = 125$ kA

nenkonussteckern, die Figur 2 eine Versuchsanordnung von einem Motoranschluss mit Winkelsteckern in hochstromfester Ausführung nach dem Innenkonussystem.

Die Stosskurzschlussströme I_s sind aus [2] und [3] entnommen und betragen 40 ... 63 kA und 125 kA. Daraus müssen zunächst die dazugehörenden maximalen Stosskurzschlusskräfte ermittelt werden.

Ermittlung der Kurzschlusskräfte

Man kann nachweisen [4], dass der mittlere Leiter einer Ein-Ebenen-Anordnung beim dreipoligen Kurzschluss die grösste auftretende Stosskurzschlusskraft zu ertragen hat. Daher ist diese Kraft massgebend für die Dimensionierung; sie wird in den folgenden Beispielen der Berechnung der auf die Kabel, Kabelstecker und Anlage wirkenden Beanspruchungen zugrunde gelegt. Der Kraftbelag p, d. h. die Kraft pro Längeneinheit, beträgt

$$p = \frac{\sqrt{3}}{2} \frac{\mu_0}{2\pi a} I_s^2 \qquad (1a)$$

wobei $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Vs/Am die Permeabilität des Vakuums und a den Abstand zwischen den einzelnen Phasen bezeichnet. Für den hier gewählten Abstand von $a = 15$ cm erhält man

$$p/(\mathrm{N/m}) = 1{,}15\ I_s^2/(\mathrm{kA})^2 \qquad (1b)$$

Diese Kurzschlussbelastung, die jeweils von den zwei benachbarten Phasen hervorgerufen wird, wirkt als verteilte Last auf die angeschlossenen Mittelspannungskabel, und zwar in der Ebene der drei parallelen Phasen (Fig. 3 a). Gleichung 1 gilt für beide Steckersysteme (Innen- und Aussenkonus) und -anordnungen (gerader Stecker und Winkelstecker).

Bei Winkelsteckern wirken zusätzliche Kurzschlusskräfte in der Winkelebene der einzelnen Phasen, und zwar von etwa gleicher Grössenordnung auf beiden Winkelschenkeln der Phasen (Fig. 3 b). Sie werden im wesentlichen hervorgerufen durch den eigenen Kurzschlussstrom, der durch die Phase selbst fliesst, und wirken als Aufbiegungs- oder Richtkräfte, die versuchen, den gewinkelten Leiter in den geraden, gerichteten Zustand zu überführen.

Für die hier gewählten Abmessungen (Fig. 4) lassen sie sich näherungsweise berechnen [5]. Sie betragen

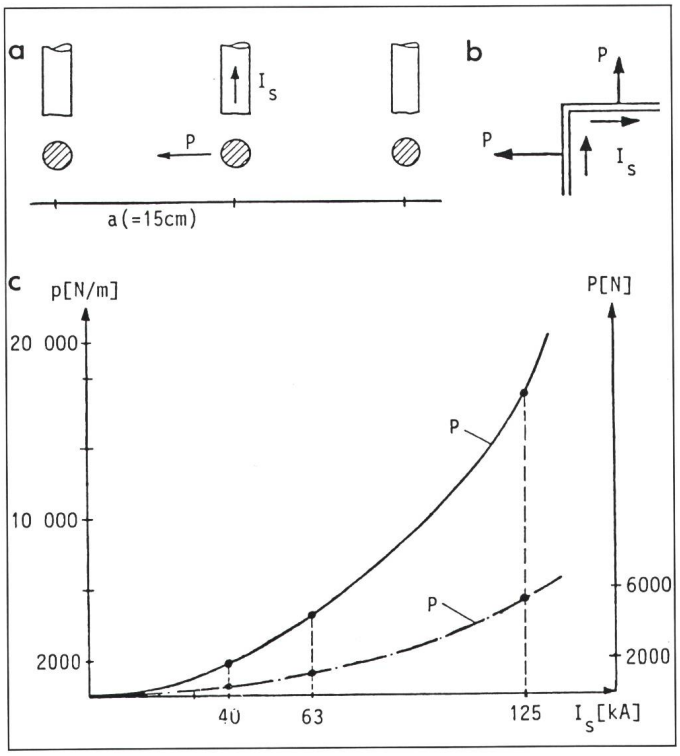
$$P/\mathrm{N} \simeq 0{,}35\ I_s^2/(\mathrm{kA})^2 \qquad (2)$$

Die Figur 3 c gibt die Abhängigkeit der Belastungen p und P vom Stosskurzschlussstrom I_s grafisch wieder.

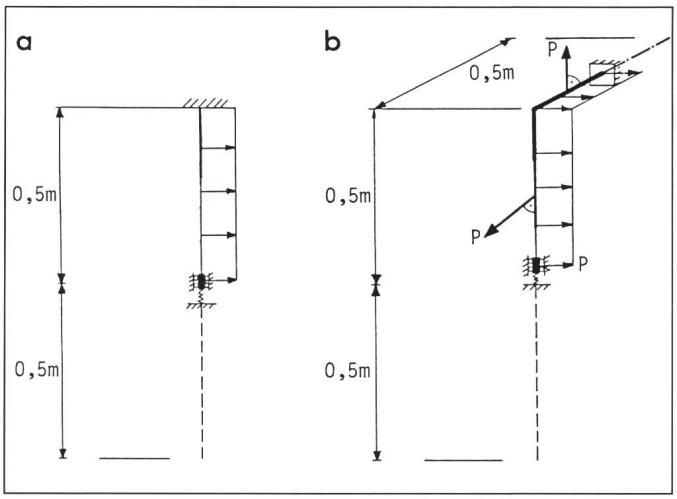
Statisches System

Wie bei jeder Berechnung in der Mechanik muss ein reales System zunächst in ein statisches Ersatzsystem übertragen werden. Die Figur 4 zeigt schematisch das statische System mit den Belastungen und den Auflagerbedingungen für die beiden Steckeranordnungen; dabei sind die Abmessungen aus den typischen Anlageanordnungen mit Innenkonussteckern in den Figuren 1 und 2 entnommen worden.

Für den Abstand zwischen den Phasen wurde der bei Mittelspannungsschaltanlagen übliche Abstand von 15 cm gewählt; die Abstützung der Kabel in Längsrichtung wurde einerseits als feste Einspannung an der Anlage, anderseits als elastisch geführte Einspannung in einer Kabelbride für einen ty-



Figur 3
Kurzschlusskräfte in Abhängigkeit vom Kurzschlussstrom bei geraden und gewinkelten Leiteranordnungen
a Streckenlast: wirkt quer zu den Phasen, immer bei Kurzschluss
b Eckkräfte: wirken in Axialrichtung der Phasen, nur bei Winkelanordnungen
c Funktionsdiagramm für Streckenlast p in N/m und Eckkräfte P in N.



Figur 4 Statisches Ersatzsystem und Belastungen für gerade Stecker und Winkelstecker
a Gerader Stecker
b Winkelstecker

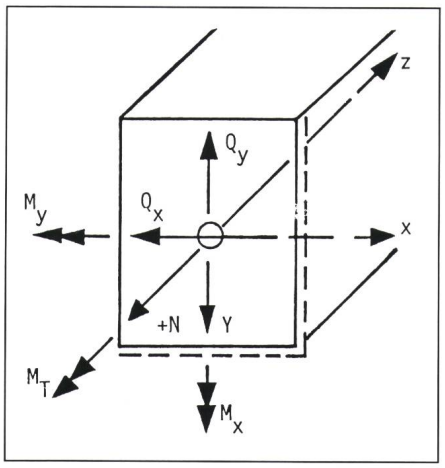
pischen Bridenabstand von 0,5 m von der Anlage angenommen. Die Querschnitts- und Materialkennwerte (Biegesteifigkeiten, E-Module usw.) wurden zum Teil experimentell ermittelt, zum Teil aus der Literatur übernommen oder abgeschätzt.

Besonderheiten der Berechnung

Die Berechnungen werden dadurch erschwert, dass alle sechs Freiheitsgrade des Raumes (drei Verschiebungen und drei Verdrehungen) und entsprechend alle sechs Auflagerreaktionen (Biegemomente M_x, M_y, Torsionsmoment M_T, Querkräfte Q_x und Q_y und Normalkraft N) bei der Berechnung zu berücksichtigen sind (Fig. 5). Ein weiteres Problem stellt das Vorhandensein von geometrischen Nichtlinearitäten dar. Solche Nichtlinearitäten werden durch grosse Verschiebungen bei relativ biegeweichen Strukturen (wie Kabel, Seile usw.) hervorgerufen. Das bedingt einerseits, dass - im Gegensatz zu der üblichen Vorgehensweise der Statik - die Gleichgewichtsbedingungen am verformten System (Theorie II. Ordnung) aufgestellt und zudem belastungsabhängige Änderungen der Steifigkeit der Struktur (Verfestigungseffekt) berücksichtigt werden müssen. Schon bei einfachen räumlichen Tragwerken, die wie die hier untersuchten statisch unbestimmt sind, ist eine Handrechnung ungeeignet, da es nicht möglich ist, die bekannten Berechnungsverfahren der Mechanik (Kraftgrössen- und Verschiebungsgrössenverfahren) ohne grossen Aufwand einzusetzen. Kommen dazu, wie in diesem Fall, Zusatzerschwernisse (diskontinuierliche Struktur mit veränderlicher Biegesteifigkeit, geometrische und physikalische Nichtlinearitäten), so ist man gezwungen, auf modernere rechnerunterstützte Verfahren überzugehen.

Die Finite-Elemente-Methode (FEM)

Besonders gut geeignet für die Behandlung komplexer Strukturen ist die Methode der Finiten Elemente (FEM). Sie wird seit über 20 Jahren angewendet und ist heute in der Ingenieurpraxis die vielseitigste und meistbenutzte Berechnungsmethode. Der Hauptgrund für ihre Beliebtheit liegt darin, dass mit ihr Probleme angegangen werden können, die sich einer geschlossenen analytischen Lösung entziehen. Auch im Versuchswesen kann die Methode wirtschaftlich eingesetzt werden, indem aufwendige und teure Experimente auf wenige, grundlegende Untersuchungen beschränkt bleiben. Parameterstudien und die Simulation von Grossversuchen an 1:1-Modellen können mit Hilfe der FEM wirtschaftlicher durchgeführt werden.



Figur 5 Definition der Auflagerreaktionen für räumliche Tragwerke
N Längskraft
Q_x, Q_y Querkraft
M_x, M_y Biegemomente
M_T Torsionsmoment

Grundprinzip der FEM

Der Grundgedanke der Methode der Finiten Elemente besteht darin, das wirkliche Tragwerk in eine grössere Anzahl von Elementen zu zerlegen und diese wieder unter Wahrung der kinematischen Verträglichkeitsbedingungen und der statischen Gleichgewichtsbedingungen zum Gesamttragwerk zusammenzufügen. Das heisst, anstelle der wirklichen Struktur, bestehend aus einer unendlichen Anzahl von infinitesimal kleinen Elementen, wird ein diskretisiertes Modell, bestehend aus einer endlichen Anzahl finiter Elemente, berechnet.

Die Erfüllung der statischen und kinematischen Gleichgewichtsbedingungen führt bei der FEM zum folgenden Gleichungssystem:

$$[\boldsymbol{F}] = [\boldsymbol{K}]\,[\boldsymbol{u}] \qquad (3)$$

wobei $[\boldsymbol{K}]$ die sogenannte Steifigkeitsmatrix, $[\boldsymbol{F}]$ den Kräftevektor (bekannte Belastungen) und $[\boldsymbol{u}]$ den Verschiebungsvektor (unbekannte Verformungen) darstellt. Aus dem Lösungsvektor der Verschiebungsgrössen $[\boldsymbol{u}]$ können anschliessend durch Ortsdifferentiationen Spannungen und Schnittgrössen ermittelt werden.

Auswahl des FE-Programmes

Aus dem Obengenannten wurde die Wahl des FE-Berechnungsprogrammes massgeblich beeinflusst. Man hat für die folgenden Berechnungen das Programm Ansys [6] ausgesucht, das ein häufig eingesetztes sog. «General-Purpose»-Finite-Elemente-Programm ist, mit sehr vielen Möglichkeiten. Ausserdem hat sich Ansys schon erfolgreich bei der Berechnung ähnlicher Strukturen (Seile) gut bewährt [7; 8], und es lagen somit entsprechende Erfahrungen bei seiner Anwendung vor.

FE-Diskretisierung

Einer der wesentlichen Schritte jeder FE-Berechnung ist die Unterteilung der zu untersuchenden kontinuierlichen Struktur in diskrete Elemen-

ten endlicher (finiter) Grösse. Bei dieser Idealisierung, d. h. bei der Festlegung von Typ und Anzahl der Elemente, muss man sich von vornherein über das Ziel der Berechnungen im klaren sein. Sind z. B. Verformungen zu berücksichtigen, so müssen mindestens so viele Elemente vorhanden sein, dass die dazugehörige Verformungsfigur ausreichend genau abgebildet werden kann. Ausserdem müssen die ausgewählten Elemente überhaupt die voraussichtlichen Verformungen zulassen. Im vorliegenden Fall wurden die zu berechnenden Strukturen im Kabelbereich mit Balkenelementen von jeweils 5 cm, im Steckerbereich von 2,5 cm Länge diskretisiert.

Ergebnisse der Berechnung

In der Figur 6 sind auszugsweise einige interessante Resultate der umfangreichen Berechnungen grafisch dargestellt. Daraus kann man folgendes erkennen:

a. Die Gesamtbeanspruchungen beim geraden Stecker sind immer, d. h. bei allen Kurzschlussstrombelastungen, am kleinsten.

b. Beachtlich sind die Unterschiede in der Querkraft und im Biegemoment zwischen den beiden Systemen: Der Winkelstecker beansprucht diesbezüglich den Anlageanschluss doppelt so stark wie der gerade Stecker.

c. Entscheidende Unterschiede der beiden Steckersysteme zeigen sich auch bei Betrachtung der Längskraft, d. h. der Kraft in Richtung der Kabelachse, und des Torsionsmomentes – einer besonders unangenehmen Beanspruchung, die die Anschlussstelle auf Verdrehung, und somit die Anschlusselemente auf Scherung, beansprucht.

Diese beiden Grössen sind zwar beim geraden Stecker praktisch Null, beim Winkelstecker dagegen sind sie nicht mehr zu vernachlässigen: So beträgt die Längskraft des Winkelstekkers etwa ⅓ der dazugehörigen Querkraft, das Torsionsmoment etwa ¼ des Biegemomentes des Winkelsteckers an dessen Anschlussstelle mit der Anlage.

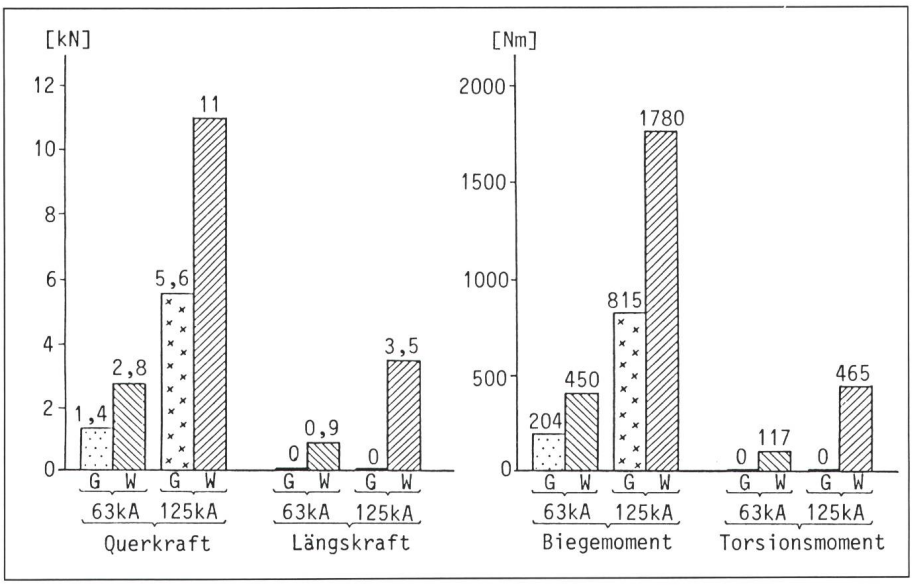
Diese ungünstigeren Belastungen und Beanspruchungen beim Winkelstecker entsprechen auch den praktischen Betriebserfahrungen: Der Winkelstecker bietet sich zwar oft für vorderseitige Anschlüsse an Anlagen an, jedoch ist im Kurzschlussfall das Wegschleudern von metallenen Halbschalen vorgekommen [9].

Allerdings können auch in diesem Fall besondere konstruktive Massnahmen, wie die Vorspannfeder – die der Längskraft permanent entgegenwirkt – und der geschlossene, einheitliche Metalltrichter des Innenkonussystems, Abhilfe schaffen. Die Tüchtigkeit des Innenkonussystems für hohe Kurzschlussbeanspruchungen wurde – auch für Winkelanordnungen – schon experimentell nachgewiesen [3]. So werden Innenkonusstecker der Grössen 1 und 2 bis 125 kA, der Grösse 3 bis 160 kA Stosskurzschlussstrom geprüft; erfüllen somit die DIN-VDE-0278-Norm (Teil 6) für die hochstromfeste Ausführung von steckbaren, gekapselten Kabelanschlüssen. Solche hochstromfesten Ausführungen kommen unter anderem bei Eigenbedarfsanlagen von Kraftwerken oder in Industrienetzen hoher Leistungsdichte (z. B. Motoranschlüsse 6/10 kV in der chemischen Industrie, siehe auch Fig. 2) zum Einsatz.

Weitere Anwendungen

Zusammenfassend kann man folgendes über die Einsatzmöglichkeiten der hier verwendeten Finite-Elemente-Methode feststellen: Ist einmal das zu berechnende System vom Prinzip her aufgestellt und in Finite Elemente diskretisiert, so kann man praktisch «auf Knopfdruck» verschiedene Abmessungen (z. B. Position der Kabelbriden), Belastungen (z. B. 40, 63, 125 kA), Materialkennwerte (Steifigkeiten), Auflagerbedingungen (fest eingespannt, elastisch geführt), Berechnungsannahmen (linear, nichtlinear) durchspielen und wertvolle Anregungen und Vergleiche für das mechanische Verhalten vom Steckersystem erhalten. Aber auch das Verhalten des Steckers selbst unter diesen zum Teil hohen mechanischen Beanspruchungen kann mit der FEM berechnet werden, eine Aufgabe, die wegen der hohen Komplexität der Struktur anders gar nicht möglich ist. Figur 7 zeigt das entsprechende Finite-Elemente--Modell eines Innenkonussteckers.

Diese Berechnungen sind, selbst mit Hilfe der heute zur Verfügung stehenden schnellen Arbeitsplatzrechner, sehr zeitintensiv, da unter anderem das FE-Modellieren des Silikonisolierteils – das ein inkompressibles nichtlinear elastisches Material ist [10] – recht aufwendig ist. Auch das FE-Modellieren der hier besonders interessierenden Grenzflächen (z. B. zwischen Silikonteil und Kabel, wo möglicherweise Gleiten stattfinden kann) ist nicht einfach und erfordert den Einsatz von speziellen sogenannten Gap-Elementen, die im Programm Ansys enthalten sind. Weiterhin ist die Grösse des zu lösenden Gleichungssystems nicht zu unterschätzen. Da man zu einer realitätstreuen Finite-Elemente-Diskretisierung des Steckers mehr als 3500 Ele-



Figur 6 Vergleich der Rechenergebnisse für gerade Stecker und Winkelstecker bei 63 und 125 kA und einem Bridenabstand von 0,5 m

G Gerader Stecker

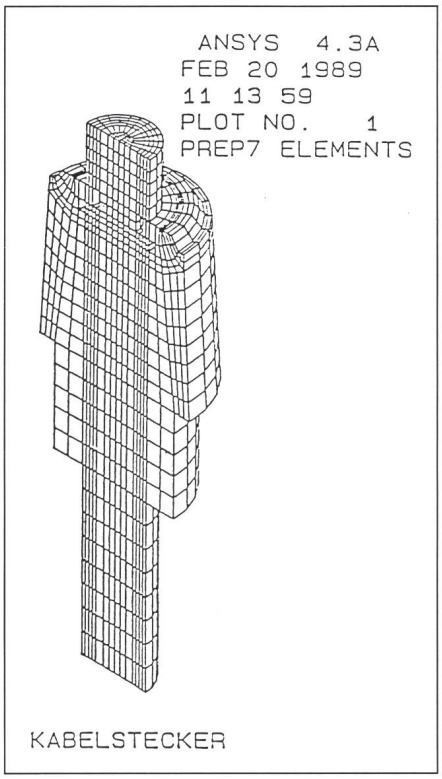
W Winkelstecker

Die Kräfte und Momente sind in Fig. 5 definiert

mente verwendet, mit insgesamt über 5000 Freiheitsgraden, muss das Programm ein Gleichungssystem mit 5000 Unbekannten lösen, und zwar iterativ wegen der geometrischen und physikalischen Nichtlinearität der Struktur, was besondere Erfordernisse an die numerische Stabilität und an den im Finite-Elemente-Programm eingebauten Lösungsalgorhythmus stellt. Solche Berechnungen werden zur Zeit bei der Sefag AG durchgeführt und werden zu einem späteren Zeitpunkt vorgestellt.

Schlussfolgerung

In dieser Arbeit wurde versucht, durch den Einsatz einer heute in vielen Gebieten des Ingenieurwesens weit verbreiteten Methode, der Finite-Elemente-Methode, die Systemunterschiede bei der mechanischen Beanspruchung im Kurzschlussfall zwischen den zwei gebräuchlichsten Steckersystemen, des geraden Steckers und des Winkelsteckers, zu berechnen und zu erläutern. Die vorgestellten Resultate machen nicht nur den Unterschied der beiden Steckersysteme deutlich, sie geben auch dem Konstrukteur der Anlage konkrete Zahlenwerte als Anhaltspunkt für eine Überprüfung seiner Dimensionierungsannahmen sowie dem Netzbetreiber wertvolle Hinweise für die sinnvolle Auswahl und den Einsatz von berührungssicheren, metallgekapselten Steckanschlüssen.



Figur 7 Finite-Elemente-Modell eines Innenkonus-Steckers

Literatur

[1] *A. Bachmeier* und *M. Schuster:* Kabelanschlusssysteme für metallgekapselte elektrische Betriebsmittel im Mittelspannungsbereich 7,2 bis 52 kV. Elektrizitätswirtschaft 87(1988)16/17, S. 783 ... 786.

[2] *B. Bachmann* u.a.: Metallgekapselte, SF_6-isolierte Mittelspannungsanlage mit Vakuumleistungsschaltern und integrierter Leittechnik. Bull. SEV/VSE 79(1988)19, S. 1205 ... 1211.

[3] Kurzschlussfestigkeit von Connex-Kabelanschlüssen Grösse 1. Untersuchungsberichte Nr. U-009/87 und Nr. U-017/84. Stuttgart, Firma Karl Pfisterer, 1984/87.

[4] *D. Tsanakas:* Beitrag zur Berechnung der elektromagnetischen Kurzschlusskräfte und der dynamischen Beanspruchung von Schaltanlagen. Dissertation der Technischen Hochschule Darmstadt, 1976.

[5] Mechanical effect of short circuit currents in open air stations. Publication of the CIGRE-WG 23.02. Paris, CIGRE, 1987.

[6] Ansys User's Manual. Houston/Pennsylvania, Swanson Analysis Systems Inc., 1988.

[7] *K.O. Papailiou, G. Müller* und *K. Roll:* Anwendungsmöglichkeiten der Methode der finiten Elemente auf die Berechnung von Freileitungsseilen. Elektrizitätswirtschaft 81(1982)3, S. 71 ... 74.

[8] *K. Beyer, G. Müller* und *K.O. Papailiou:* Zur Berechnung von kurzzeitigen dynamischen Belastungsvorgängen in Freileitungsabschnitten. Elektrizitätswirtschaft 83(1984)21, S. 914 ... 916.

[9] *H.W. Bock:* Auswahlkriterien, Einführung und Betriebserfahrungen von Stecksystemen im Elektrizitätswerk. SEV-ETG-Sponsorentagung: Berührungssichere Steckanschlusstechnik in Mittelspannungsanlagen. Malters, Sefag AG, 16.3.1989; Referat Nr. 10.

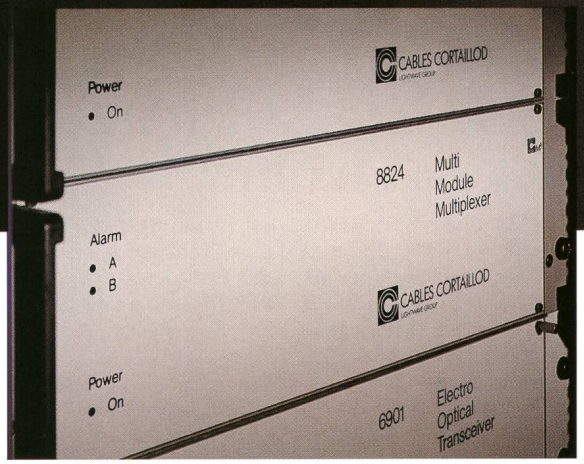
[10] *G. Müller* u.a.: Geometrisch und physikalisch nichtlineare Berechnungen mit der Methode der finiten Elemente. Seminarunterlagen. D-Ebersberg, CAD-FEM GmbH, 1983.

ETG
SEV/ASE

Kennen Sie die ETG?

Die Energietechnische Gesellschaft des SEV (ETG) ist ein *nationales Forum* zur Behandlung aktueller Probleme der elektrischen Energietechnik im Gesamtrahmen aller Energieformen. Als *Fachgesellschaft des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins* (SEV) steht sie allen interessierten Fachleuten und Anwendern aus dem Gebiet der Energietechnik offen.
Auskünfte und Unterlagen erhalten Sie beim Schweizerischen Elektrotechnischen Verein, Seefeldstrasse 301, Postfach, 8034 Zürich, Telefon 01/384 91 11.

Sur cinq produits utilisés en l'an 2000, quatre doivent encore être trouvés. La fibre optique, nous l'avons déjà.



Les systèmes de transmission optique seront encore d'actualité en l'an 2000.

Premier en Suisse à s'être intéressé au développement des câbles à fibres optiques, Câbles Cortaillod réalise des installations clés en mains pour la communication des données, de la voix et de l'image.

Notre division: «Systèmes optiques» vous propose un service complet: conseils, élaboration des projets, développement et fabrication des câbles, des accessoires et des interfaces, pose et montage…

Un exemple de notre compétence: le multiplexeur polyvalent MUX 8824. Un seul support pour de multiples informations, 24 canaux, un excellent rapport qualité/prix, en font une solution idéale pour de multiples applications: téléphonie, informatique, télécontrôle, téléaction…

CH-2016 CORTAILLOD/SUISSE
TÉLÉPHONE 038/44 11 22
TÉLÉFAX 038/42 54 43
TÉLEX 952 899 CABC CH

CABLES CORTAILLOD
LIGHTWAVE GROUP

Une technologie avancée, des services, la sécurité.

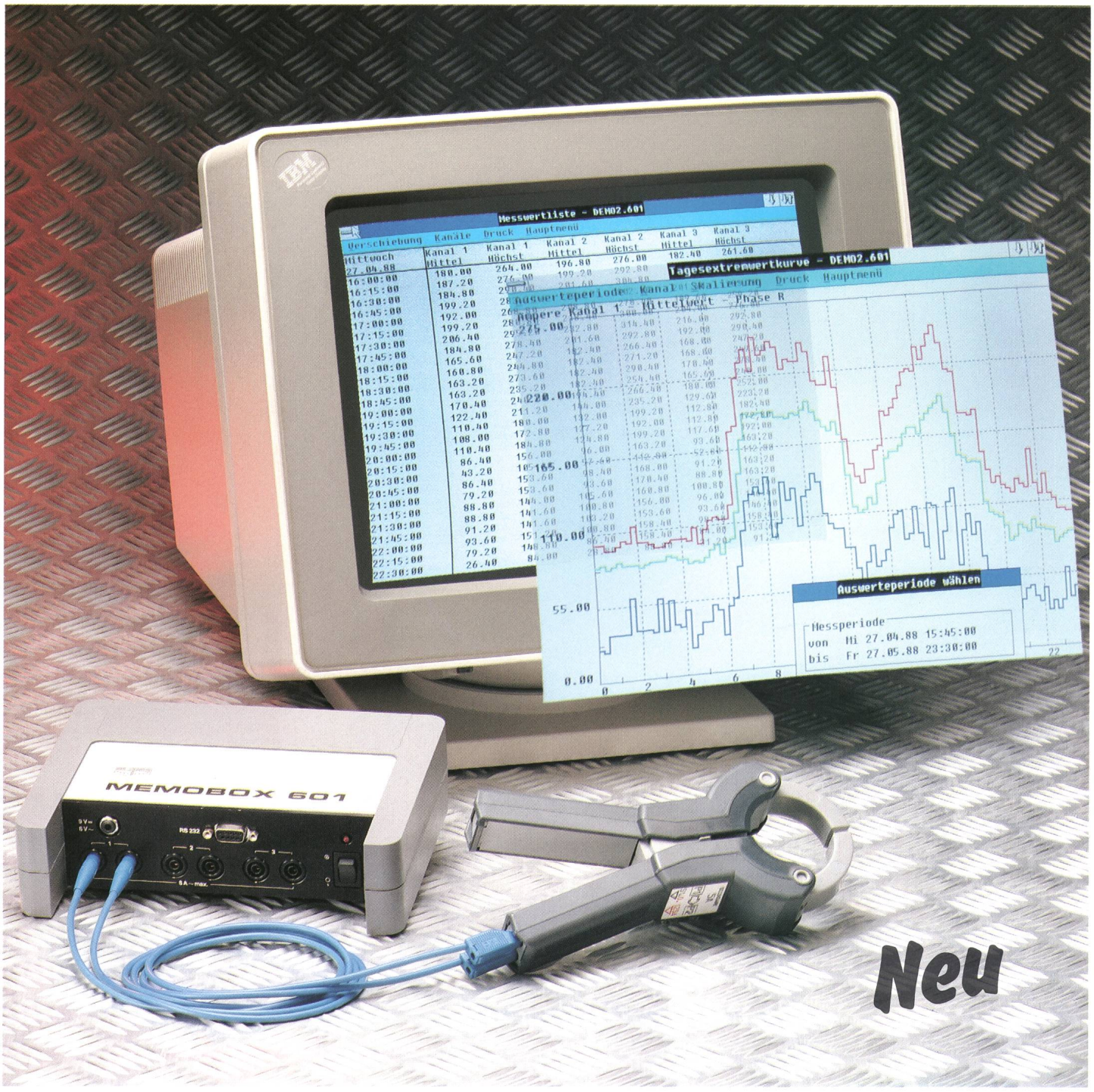
ELMES STAUB + CO AG
Systeme für die Messtechnik
Bergstrasse 43
CH-8805 **Richterswil**/Schweiz
Telefon 01-784 22 22
Tx 875 525, Fax 01-784 64 07

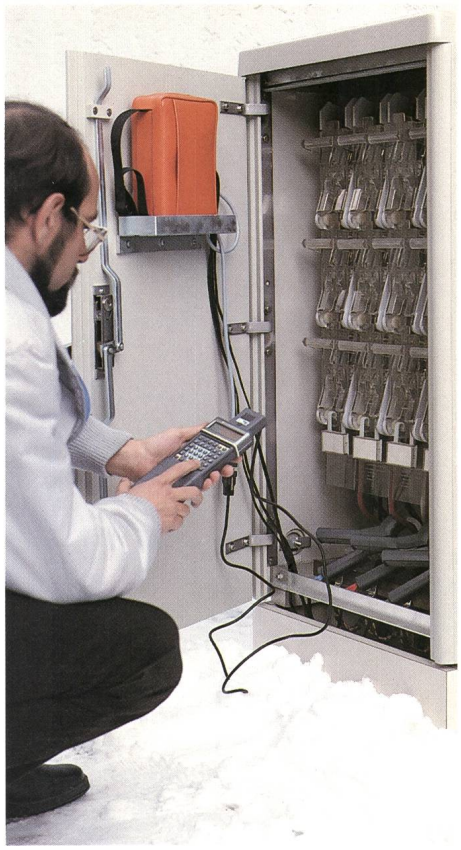
MEMOBOX 601

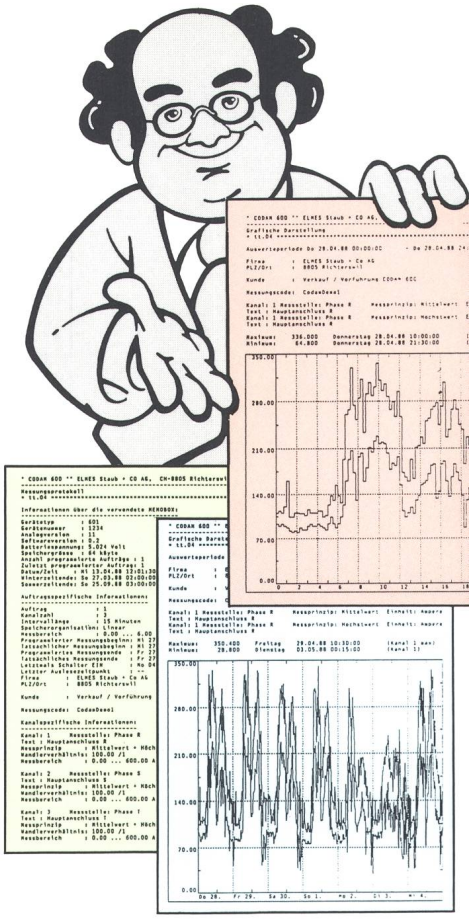
Die neue Messgeräte-Generation für Belastungsmessungen im Verteilnetz

- **misst drei Ströme 0...6 A~, lückenlose Speicherung der Mittel- und Höchstwerte**
- **schnelle Auswertung auf Ihrem PC**
- **preiswert, effizient und praxisgerecht**

Der kleinste Stromschreiber







Kinderleichtes Messen

Programmieren Sie Ihre Memobox mit dem PC oder Handterminal:

- Anfang und Ende der Messung
- Gewünschtes Messintervall
- Messbereich und Wandlerverhältnis
- Bezeichnung der Messstelle

Prägnante Resultate

Messdatenauswertung auf dem PC mit Software Codam 600:

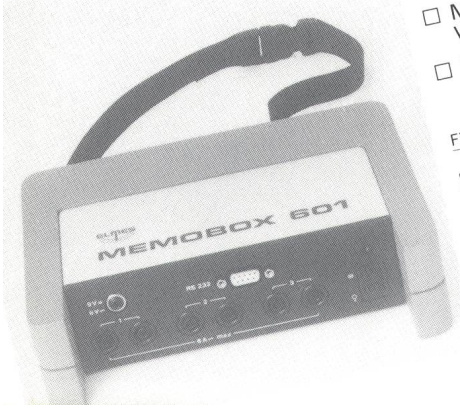
- Erkennung der Belastungsspitzen und Reserven
- Messwertlisten, Tages- oder Wochengrafik
- Extremwertkurven
- Datenexport in Standard-Software-Pakete

Fundierte Entscheidungen

Präsentieren Sie Ihren Lösungsvorschlag aufgrund zuverlässiger Daten:

- gleichmässigere Verteilung der Netzbelastung
- Ausbau des bestehenden Netzes
- neuer Netzanschluss

Lernen Sie unsere neue Messgeräte-Generation kennen!



Ja, die neue MEMOBOX 601 interessiert uns.

☐ Bitte rufen Sie uns an.

☐ Senden Sie uns weitere Unterlagen.

☐ Machen Sie uns eine Offerte.
Wir haben einen PC, Modell _____

☐ Im Moment nicht aktuell, aber halten Sie uns auf dem laufenden.

Firma _____

Name _____

Abteilung _____

Strasse _____

PLZ/Ort _____ Telefax _____

Telefon _____

Nicht frank
Ne pas aff
Non affran

Geschäftsantwortsendung Invio commerci
Correspondance commerciale-répor

ELMES STAUB + CO AG
Systeme für die Messtec
Postfach

8805 Richterswil

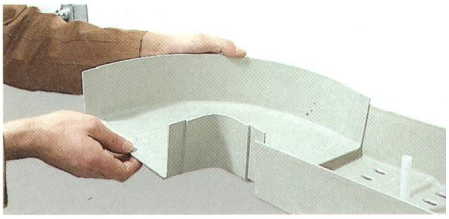
Système exemplaire

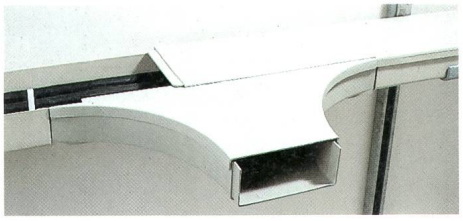
ebo

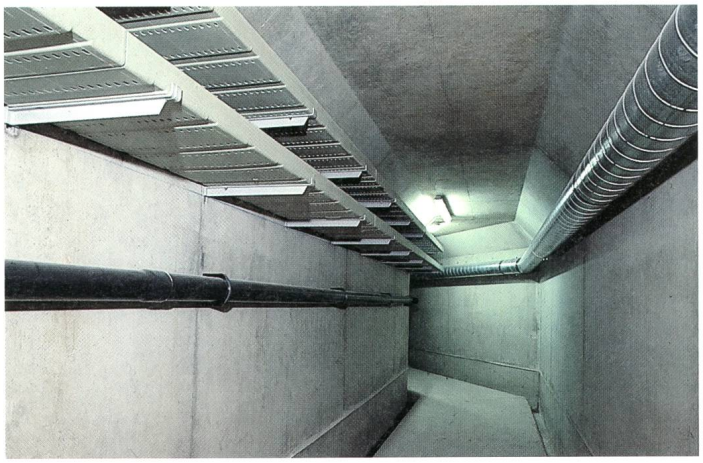
Un avantage unique en son genre pour le montage: 1 seule vis sur une longueur de chemin de câble de 3 m

Les chemins de câbles Ebo en polyester renforcé fibres de verre ont acquis une réputation internationale. Ils constituent dans les champs d'application les plus divers la solution parfaite, sûre et économique pour des installations électriques modernes.
Ebo – un système à la technique achevée. Des chemins de câbles, des pièces de forme pour les changements de direction, des couvercles, des systèmes de fixation brevetés, de même que des nombreux accessoires constituent un programme complet pour un montage rapide et parfait:

D'autre part les chemins de câbles Ebo sont difficilement inflammables, auto-extinguibles, sans halogènes, électriquement isolants et sans inconvénients pour les produits alimentaires.
Possibilités d'application illimitées. Les chemins de câbles Ebo sont utilisés dans tous les domaines. Et en particulier

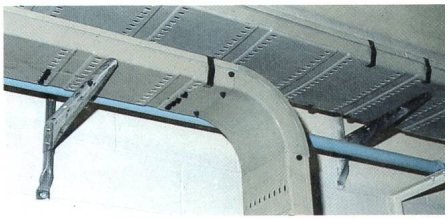






- Les chemins de câbles Ebo, munis d'un manchon, sont tout simplement emboîtés et alignés. Une coûteuse installation est supprimée.
- Avantage pour le montage: une seule vis pour une longueur de chemin de câble de 3 mètres.
- Le poid propre faible facilite et réduit considérablement le montage.
- Le façonnage des chemins de câbles est réalisé avec des outils usuels tels que scies et perceuses.
- Pas de formation de bavures, pas de retouches, pas de risque de blessure des mains et d'endommagement des câbles.

D'autres facteurs sont favorables à Ebo ...
Le système de support breveté. Les consoles déjà pourvues de leur garniture de fixation sont rapidement et simplement accrochées dans les rails d'ancrage dentés – »Une simple pression du pouce suffit ...«.
La console peut immédiatement être chargée dès le serrage de l'écrou. Les rebords des consoles maintiennent de façon sûre les chemins de câbles dès le départ. Leur alignement même ultérieur est réalisable sans problème.
Les caractéristiques convaincantes du matériau sont garantes de son endurance. Le polyester renforcé fibres de verre, une matière composite aux propriétés extraordinaires: résiste au froid intense et à la chaleur élevée (de – 80 ° C à + 130 ° C); á la corrosion des acides, à l'humidité, aux gaz d'échappement, à la suie; résiste à toutes les conditions atmosphériques (en particulier au rayonnement UV intense).



chaque fois qu'il s'agit de poser des chemins de câbles rapidement et proprement: de la plus petite à la plus grande halle industrielle, en chimie, dans la construction de tunnels, le secteur ferroviaire, les aéroports, la construction navale, le domaine offshore ... tout simplement partout.
Pour recevoir des informations complètes remplissez et renvoyez le coupon ou appelez-nous.

Votre coupon pour recevoir des informations complémentaires intéressantes sur les chemins de câbles Ebo

Veuillez le compléter, le détacher et l'envoyer à

Ebo AG,
Zürichstrasse 103
8134 Adliswil
* *

Ebo AG
Zürichstrasse 103
8134 Adliswil
Tél. 01/4828686
Fax. 01/4828625

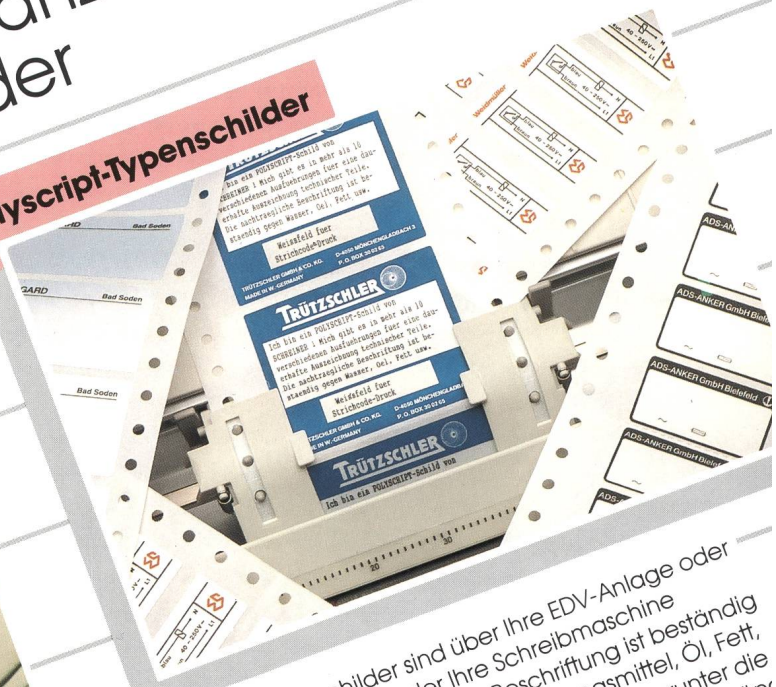
Technische Schilder Etiketten und Stanzteile für alle Bereiche der Elektronik

schreiner

etiketten und selbstklebetechnik

Technische Schilder, Etiketten, Stanzteile für alle Bereiche der Elektronik

Polyscript-Typenschilder



Polyscript-Typenschilder sind über Ihre EDV-Anlage oder Ihren Etikettendrucker oder Ihre Schreibmaschine rationell nachbeschriftbar. Die Beschriftung ist beständig gegen Testbenzin, Spiritus, leichte Lösungsmittel, Öl, Fett, UV-Einstrahlung, usw. 8 Standardversionen, darunter die SR-Ausführung mit einer wesentlich verbesserten Beständigkeit gegen aggressive Lösungsmittel wie Perchlorethylen, Toluol und andere, stehen zur Verfügung. Polyscript-Typenschilder sind in UL- und CSA-gelisteten Ausführungen lieferbar und können mit anderen Materialien kombiniert werden. Bei besonders anspruchsvollen Anwendungen liefern wir ergänzend zu den Schildern UV-sperrende Abdeckfolien, die ohne Probleme paßgenau über das beschriftete Schild geklebt werden können.

Strichcode-Etiketten

Code 39 (alpha-numerisch), Code 2 aus 5 interleaved, Codabar und andere erhalten Sie sequentiell oder seriell auf unterschiedlichen Materialien wie PVC-, Polyester- und Acrylat-Folien, mit hoher Auflösung und zusätzlichem Oberflächenschutz durch Kaschierung entsprechender transparenter Kunststoffolien. Die Klebstoffe werden dem Untergrund angepaßt. Selbstverständlich kann der Code auch in einem Text bzw. einem gedruckten Etikett integriert sein.

Technische Schilder

Geräteschilder, Skalen, Warnhinweise für den langfristigen Einsatz. PVC-, Polycarbonat-, Polyester- und andere Folien, ausgerüstet mit Acrylatklebstoffen in verschiedenen Qualitäten, dienen als Bedruckmaterial. Transparente Kunststofflaminate, ebenfalls aus Polycarbonat- oder Polyester- bzw. Polyvinylfluoridfolie, schützen den Aufdruck gegen Abrieb, gegen die Behandlung mit Lösungsmitteln und zuverlässig gegen UV-Strahlung. Temperaturbelastbar, dimensionsstabil und verrottungsfest. Freigestellte Schilder, daher einfache Verarbeitung.

Bitte genauen Absender angeben

Firma _____

Name / Abteilung _____

Strasse _____

Ort _____

Telefon _____

Bitte ausreichend frankieren!

HIBIAG
Etikettiersysteme

Erlenwiesenstrasse 2
8604 Volketswil

Bitte genauen Absender angeben

Firma _____

Name / Abteilung _____

Strasse _____

Ort _____

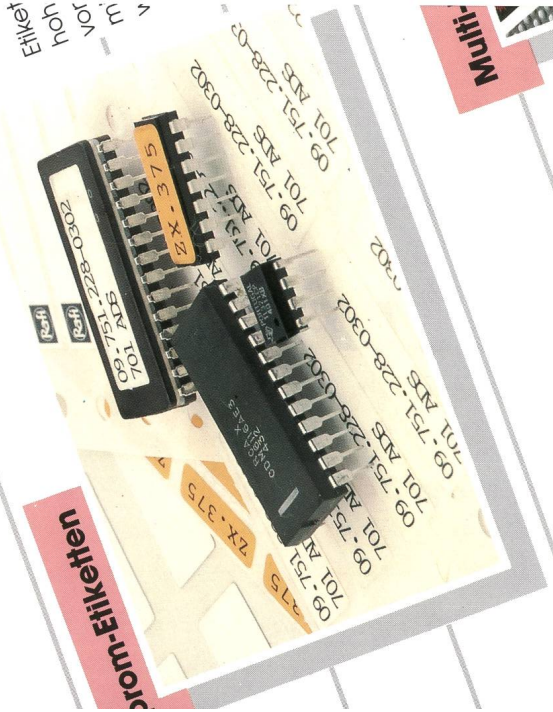
Telefon _____

Bitte ausreichend frankieren!

HIBIAG
Etikettiersysteme

Erlenwiesenstrasse 2
8604 Volketswil

Folien-Stanzteile



Etikett
hoh
vor
m
v

rom-Etiketten

Multi-

etiketten und selbstklebetechnik

schreiner

Mit vielen unserer Kunden verbindet uns eine jahrelange Zusammenarbeit.
„genau richtig" sind.
Anforderungen erfüllen . . . die für Ihren Bereich
Stanzteile, die Ihre technischen und funktionellen
entwickeln wir mit Ihnen Schilder, Etiketten
den verschiedenen Produktionsmöglichkeiten
Aus der Vielfalt der uns zur Verfügung stehenden
Materialien und Material-Kombinationen und

wir finden die Lösung.
Sie haben
wir setzen sie ein Problem
e haben eine Idee — eine

Unsere Produkte

Unser großes Produktions-Programm umfaßt alle Möglichkeiten der modernen Selbstklebetechnik, auch außergewöhnliche Entwicklungen:

- **Rollen-Haftetiketten** aus Papier, Gewebe, Kunststoff und Metallfolie.
- **EDV-Lochrandetiketten** in Sondermaßen, speziellen Materialien und Klebstoffen, auch kleine Auflagen.
- **Organisationsetiketten** mehrschichtige durchschreibende Kombinationsetiketten nach Ihren Anforderungen.
- **Nummern-Etiketten** von 2 mm Schrifthöhe bis zur elektronisch erstellten Großnummer, fortlaufend durchnumeriert.
- **Strichcode-Etiketten** siehe Innenseiten
- **Technische Schilder** siehe Innenseiten
- **Polyscript-Typenschilder** siehe Innenseiten
- **Plastoclear-Schilder und Etiketten** Das Etikett erhält seine plastische Wirkung durch eine flexible, hochglänzend Kunststoffbeschichtung.
- **Sicherheits-Etiketten** Garantiesiegel, Inventar-Etiketten, Wertmarken, Beglaubigungsmarken.
- **Folien-Stanzteile** siehe Innenseiten
- **Eprom-Etiketten** siehe Innenseiten
- **Heißprägeetiketten** in Kombination mit mehreren Druckfarben.
- **Rollensiebdruck-Etiketten und Siebdruck-Aufkleber** Hinterglasaufkleber, auch beidseitig lesbar.
- **Anhänger** konfektioniert gemäß Ihren Vorgaben.
- **Holographie-Etiketten** holographische Hinterfolienprägung und Heißprägeholograp
- **Multi-Laser-Label** siehe Innenseiten
- **Pharmacomb-Etiketten** Etiketten für Infusions- und Injektionsampullen mit Belegträger zur Dokumentation.
- **Pharm-A-Tac-Etiketten** Spezialetiketten für Infusions- und Transfusionsflaschen mit integrierter Aufhängevorrichtung.
- **Reinraumtechnik** Für spezielle Ausführungen, wie sie in der Microelek und Medizintechnik eingesetzt werden, erfolgt die Produktion in Reinraumtechnik.

Zu den einzelnen Produktgruppen senden wir gerne Spezial-Info und Muster. Bedienen Sie sich bitte der Postkarten.

Unsere Arbeit

An der Entwicklung der modernen Selbstklebetechnik zu den heute so zahlreichen und vielfältigen Einsatzmöglichkeiten im Bereich Technik und Elektronik sind wir maßgebend beteiligt.

Alle Leistungen stehen zu Ihrer Verfügung. Nach technischen Zeichnungen, unter Verwendung hinterlegter Normzeichen erstellen wir auf hochmodernen Fotosatzanlagen die für den Druck benötigten Filme. Mit einem modernen Maschinenpark, Stanzwerkzeugen und Druckformen aus eigener Fertigung, produzieren wir innerhalb vereinbarter Lieferzeiten zuverlässig selbstklebende Produkte, die alle zugesagten Eigenschaften erfüllen.

Die Wareneingangskontrolle, eine kontinuierliche Produktionskontrolle und eine Endkontrolle nach vorgegebenen Richtlinien, sind Maßnahmen zur Sicherstellung Ihrer Qualitätsansprüche.

Ideen die haften bleiben

schreiner

etiketten und selbstklebetechnik

Vertreten durch:

HIBIAG Etikettiersysteme
Erlenwiesenstrasse 2 · 8604 Volketswil
Telefon 01/947 44 33
Telefax 01/947 44 55
Telex 828 817