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: 88 (1997)

Heft: 20

Artikel: PSEL : erfreuliche Forschungsergebnisse im 1996

Autor: Huber, Daniela

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-902252

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

Seit der Gründung des Projekt- und Studienfonds der Elektrizitätswirtschaft (PSEL) im 1992 hat sich die Zahl der eingereichten Gesuche stabilisiert und liegt bei rund 30 Anfragen pro Jahr. 1996 wurden 30 neue Gesuche eingereicht, 19 Projekte sind bis Ende 1996 genehmigt worden. Mit der fünften Auflage seines Geschäftsberichtes orientiert der PSEL über im Jahr 1996 abgeschlossene Projekte, informiert über ein neues Projekt und legt einen weiteren Augenmerk auf zwei laufende Projekte, deren aktuelle Forschungsphase näher kommentiert wird. Die laufenden Projekte, welche die Nutzung des Phänomens der Hochtemperatursupraleitung an elektrischen Geräten im Prototypstadium zum Inhalt haben sowie ein abgeschlossenes Projekt (neuartiger fiberoptischer elektromagnetischer Sensor) stellen wir hier vor.

PSEL: Erfreuliche Forschungsergebnisse im 1996

■ Daniela Huber

Mehr als zwei Drittel für Wasserkraft

Nahezu 19 Millionen Franken hat der PSEL seit 1992 in die Forschung investiert. Statistisch gesehen haben rund 45% der seit der Gründung bewilligten Projekte mehrere finanzierende Parteien oder bestehen aus mehreren Beitragsempfängern. Mehr als zwei Drittel der zugesagten Mittel (1992–1996) entfallen auf die Bereiche Wasserkraft (17,8%), Übertragung und Verteilung (24,7%), Rationelle Energienutzung (15,7%) und Energie- und Speichertechniken (12,8%). Weiter entfielen auf die Förderbereiche

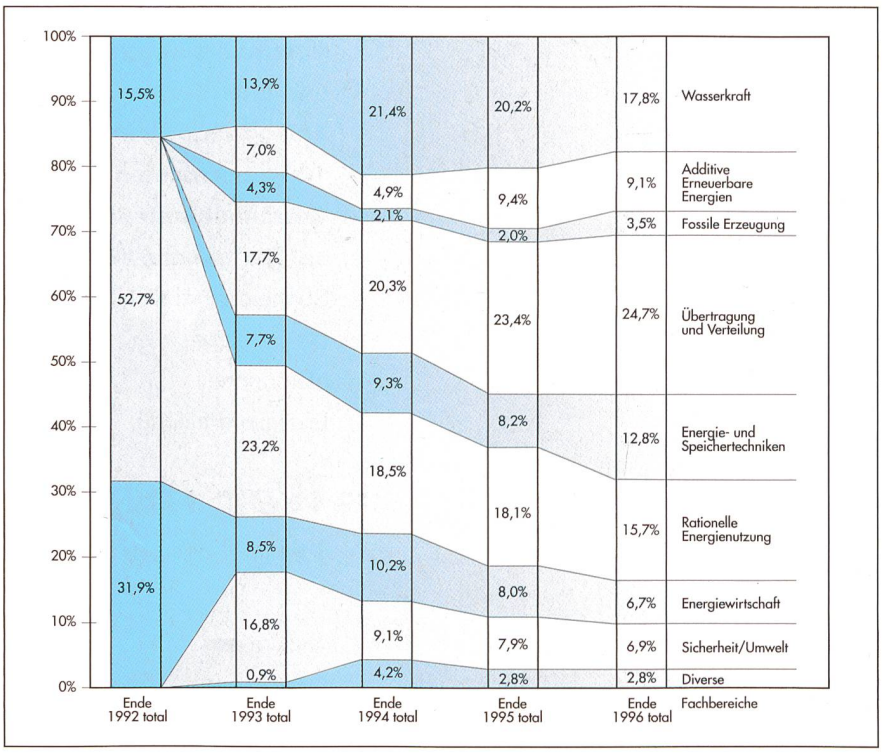


Bild 1 Prozentuale Gliederung der gesamthaft bewilligten Fondsmittel (1992–1996) nach Fachbereichen. Förderschwerpunkt bildet die angewandte Forschung und Entwicklung (56,5%), gefolgt von der Unterstützung von Demonstrationsprojekten (22,1%) und von Studienarbeiten (14,7%).

Adresse der Autorin:
Daniela Huber, VSE, Gerbergasse 5, 8023 Zürich

Additive Erneuerbare Energien 9,1%, Sicherheit und Umwelt 6,9% und Energiewirtschaft 6,7% (Bild 1). Nach Fachbereichen aufgeteilt und über den Zeitraum von Jahren beobachtet, liegt der Förderschwerpunkt des PSEL mit 56,5% auf der angewandten Forschung und Entwicklung.

Beschrieb von laufenden Projekten

Da sich viele der bewilligten Projekte über mehrere Jahre ziehen und verschiedene Forschungsphasen durchlaufen, werden im PSEL-Tätigkeitsbericht 1996 erstmals zwei laufende Projekte vorgestellt. Sie haben beide die supraleitende Technologie zum Inhalt, welche nun in Langzeittests unter Werksbedingungen bei einem Transformator und einem Strombegrenzer zur Anwendung kommt.

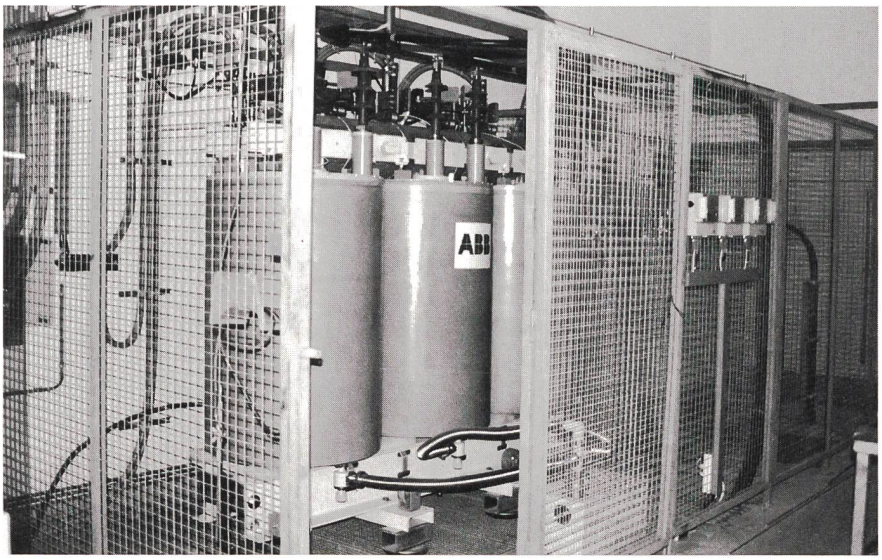


Bild 2 Transformator mit supraleitender Technologie in der Schutzkabine bei den Services Industriels de Genève.

Supraleitender Transformator im Betriebstest

Im Rahmen dieses Projektes wurde ein supraleitender Transformator realisiert, der die Beherrschung der Phänomene der Einschaltung ermöglicht. Es handelt sich um eine Weltpremiere der realen Anwendung der Hochtemperatur-Supraleitung (Bild 2).

Die ABB Sécheron hat mit der Forschung und Fabrikation von supraleitenden Transformatoren bei kritischer Hochtemperatur begonnen. Die Studie über das Phänomen der Einschaltung sowie die Strategie der Vormagnetisierung wurde im Labor für industrielle Elektronik an der EPF Lausanne durchgeführt und vom PSEL finanziert. Nach zweijähriger Entwicklung der Fertigungstechniken wurde Ende 1996 ein Transformator mit einer Leistung von 630 kVA und mit supraleitender Spule gefertigt, welcher nun bei den Services Industriels de Genève (SIG) im Betrieb getestet wird.

Eine Gruppe von Ingenieuren der ABB Sécheron sowie des Forschungszentrums der ABB in Baden beschäftigten sich mit der Dimensionierung des Transformators und der Realisation unter Berücksichtigung der speziellen Bedingungen des supraleitenden Bandes. Die Einschaltung und die dazugehörigen Transienten sind für die supraleitende Spule von grosser Bedeutung. Die Überschreitung des Grenzwertes des Magnetfeldes bei der Einschaltung und die kontinuierlichen Komponenten des Magnetflusses mussten um jeden Preis verhindert werden. Weiter wurde eine Strategie der Vormagnetisierung mit Simulation der Einschalttransienten bei Sättigung und bei Remanenz ausgearbeitet.

Das Prinzip des sanften Anlaufs wurde zunächst an einem klassischen Transformator mit gleicher Leistung angewendet. Die Einrichtung wurde dann für die Inbetriebnahme des neuen supraleitenden Transformators bei der SIG installiert.

Ein supraleitender Strombegrenzer

Das ABB-Forschungslabor in Baden entwickelte einen supraleitenden Strombegrenzer, der im NOK-Kraftwerk Löntsch installiert wurde. Der Strombegrenzer hat eine Durchgangsleistung von 1,2 MVA und ist weltweit das erste supraleitende Gerät, welches in einem Kraftwerk unter realen Einsatzbedingungen getestet wird. Nach erfolgreich abgeschlossenen Kurzschlussversuchen befindet sich der Strombegrenzer zurzeit im Langzeittest.

Aufbau und Wirkungsweise

Der dreiphasige Strombegrenzer ist aus drei unabhängigen einphasigen Geräten aufgebaut. Jeder der einphasigen Strombegrenzer besteht im wesentlichen aus einer normalleitenden Spule, einem supraleitenden Rohr, einem Kryostaten und einem Eisenkern, welche konzentrisch angeordnet sind (Bild 3). Die Spule wird in die zu schützende Leitung geschaltet. Das supraleitende Rohr besteht aus dem Hochtemperatursupraleiter $Bi_2Sr_2Ca_1Cu_2O_8$. Der Kryostat ist mit flüssigem Stickstoff gefüllt, welcher eine Temperatur von –196 °C hat. Diese Temperatur ist notwendig, um den Supraleiter in seinen widerstandslosen Zustand zu versetzen.

Im Normalbetrieb wird der Strom in der normalleitenden Spule durch einen im Supraleiter widerstandslos fliessenden Abschirmstrom kompensiert. So kann kein Magnetfeld in den Eisenkern eindringen und die Impedanz des Gerätes ist sehr klein. Im Fall eines Kurzschlusses wird der sogenannte kritische Strom im Supraleiter überschritten. Das Material wird normalleitend und die magnetische Abschirmung des Eisenkerns bricht zusammen. Der damit verbundene Anstieg der Impedanz bewirkt ohne Zeitverzögerung die gewünschte Begrenzung des Kurzschlussstromes.

Bisherige Testergebnisse

In bereits Ende 1995 durchgeführten Tests konnte der Strombegrenzer Kurzschlussströme von bis zu 70 kA auf etwa 700 A begrenzen. Nach erfolgreicher dielektrischer Prüfung wurde das Gerät Mitte 1996 im Kraftwerk am Löntsch eingebaut und dort weiteren Tests bezüglich Kurzschlussverhalten und Spannungsfestigkeit unterzogen (Bild 4). Seit 21. November 1996 befindet sich das Gerät nun im Langzeittest. Die Kühlung des Supraleiters wird durch einen Vorratstank mit flüssigem Stickstoff sicher-

Spezifikationen des Sensors:
- Frequenzbereich: 10 Hz–10 kHz (H-Feld, E-Feld bis 200 MHz)
- Messbereich E-Feld 0,5 V/m–5 kV/m
- Messbereich H-Feld 0,01 µT–100 µT
- Abmessungen des Sensorkopfes $66 \times 66 \times 66$ mm³
- Isotropie ± 1 dB

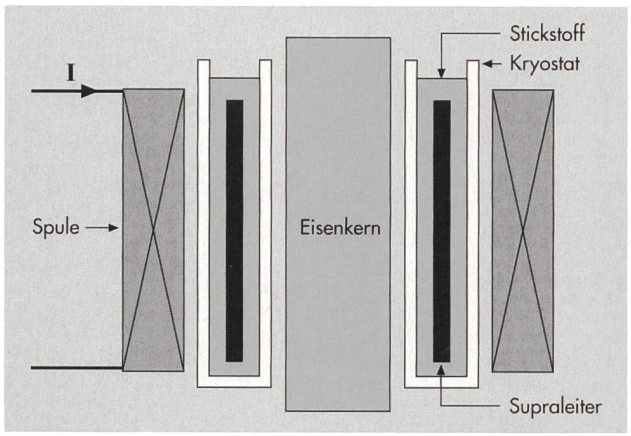


Bild 3 Schematischer Aufbau einer Phase des dreiphasigen supraleitenden Strombegrenzers.

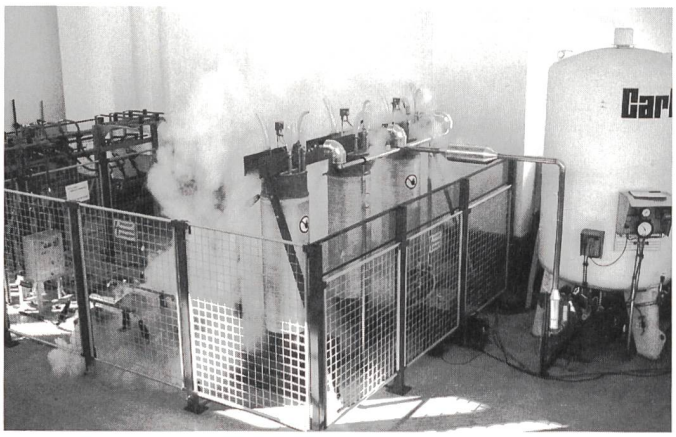


Bild 4 Dreiphasiger Prototyp nach einem Kurzschlusstest. Die während der Strombegrenzung im Supraleiter deponierte Energie führt zur Verdampfung von einigen Litern Stickstoff, was jedoch die weitere Funktion des Gerätes nicht beeinträchtigt.

gestellt. Ziel des Langzeittests ist insbesondere, die praktische Eignung von supraleitenden Geräten im Kraftwerksbetrieb zu demonstrieren.

Ein im 1996 abgeschlossenes Projekt: der Sensor EHO VLF

Als Ergebnis dieses Projektes entstand der vollkommen neuartige Sensor EHO VLF[1] für die gleichzeitige Messung elektrischer und magnetischer Feldstärken im Niederfrequenzbereich (Bild 5). Mit den verwendeten integriert-optischen Modulatoren wurde eine Technologie gefunden, die für das Design des Sensors wesentliche Vorteile bringt:

1. Die Ausgangsspannung der Antennen wird direkt in intensitätsmoduliertes Licht umgewandelt. Somit sind sowohl Messungen transienter Signale im Zeitbereich als auch Frequenzanalysen mit Phasenganganalyse möglich.
2. Für jede Koordinatenrichtung des elektrischen und magnetischen Feldes steht ein Ausgangssignal simultan und kontinuierlich zur Verfügung.
3. Energiequellen (Batterien) im Sensorkopf sind nicht notwendig. Dies erlaubt unlimitierte Langzeitmessungen.
4. Die Signalübertragung erfolgt mittels Lichtwellenleitern. Der Sensor ist dadurch potentialfrei und kann in bis zu 1 km Entfernung von der Auswertestation aufgestellt werden.
5. Die neue Technologie erlaubt einen hohen Grad der Miniaturisierung.
6. Ausser den Antennen werden keine metallischen Körper im Sensorkopf eingesetzt. Dadurch wird eine verzerrungsfreie Messung ermöglicht.
7. Durch den absolut symmetrischen Aufbau des Sensorkopfes konnte eine hervorragende Isotropie erreicht werden.

Alle Spezifikationen für das Sensorsystem, die in [1] mit Hilfe von Rechenmodellen und Computersimulationen vorgängig bestimmt worden sind, konnten realisiert werden. Der Frequenzbereich des elektrischen Feldes (siehe Kasten) konnte dabei bis auf 200 MHz erweitert werden. Diese Eigenschaft ist nützlich, falls transiente Vorgänge bei Blitzeinschlägen, Schaltvorgängen in gasisolierten Schaltanlagen (GIS) oder andere schnelle elektrische Feldstärkeänderungen gemessen werden sollen.

Die Genauigkeit des Gesamtsystems kann mit ± 3% angegeben werden.

Eine modulare Softwaresteuerung ermöglicht die automatische Erfassung der sechs Sensorausgangssignale mit einem Spektrumanalysator oder auch Oszilloskop. Zusammenfassende Berichte über den neuen Sensor sind in [2] und [3] verfügbar.

Es wurden bereits Messungen an Hochspannungsfreileitungen, Erdkabeln und diversen Haushaltgeräten durchgeführt. Das Sensorsystem hat sich dabei auch unter widrigen Wetterbedingungen bewährt und zuverlässige Messresultate geliefert.

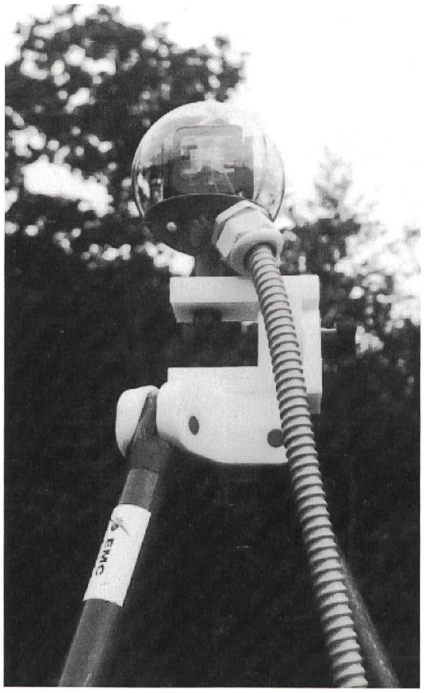


Bild 5 Das Ergebnis des Projektes: der neuartige Sensor EHO VLF (E-Feld, H-Feld, optische Übertragung, Very Low Frequency). Die integrierten Modulatoren bringen Vorteile für das Design.

Literatur:

[1] *F. Gassmann*: Ein neuer Sensor für die Messung elektromagnetischer Felder, PSEL-Projekt Nr. 25. Tagungsband, Tagung Nova-Park-Hotel, EMC Fribourg / EMC Baden, 16. Januar 1996.

[2] *M. Mailand*: Project PSEL No 25: Development of an Electromagnetic Field Sensor for Low Frequencies – EHO VLF. Final Report, 28 February, 1995, EMC Baden AG.

[3] *A. K. Skrivervik, F. Gassman, M. Mailand, B. Bouriot*: étude et développement d'une sonde de mesure des champs électrique et magnétique basse fréquence. CEM 1996 Lille, 3–5 septembre 1996.

Fonds pour projets et études de l'économie électrique

Semblable en cela aux trois années qui la précèdent, l'année 1996 a enregistré à nouveau une trentaine de demandes de financement; que les 22 projets acceptés au cours de l'année écoulée, qui portent sur un financement de quelque 4,5 millions de francs. Deux de ces projets concernent l'utilisation du phénomène de supraconductivité à haute température à des équipements électriques au stade du prototype.

[1] **E**-Feld, **H**-Feld, **O**ptische Übertragung, **V**ery **L**ow **F**requency

Wir sichern die Strom*versorgung* *auf* höchster *Ebene.*

Schneider liefert Stromversorgungssysteme, die in den unterschiedlichsten Gebäudekomplexen überall auf der Welt eine reibungslose und sichere Versorgung mit Elektrizität gewährleisten.
In Wohn- und Geschäftshäusern, in industriellen Anlagen, Einkaufszentren und Hotels. Schneider hat sich auf die Bereiche elektrische Energieverteilung, Automatisierungs- und Steuerungstechnik spezialisiert und steht für die vier Weltmarken Merlin Gerin, Modicon, Square D und Telemecanique. Und über 60'000 Spezialisten in 130 Ländern, die nur ein einziges Ziel haben: Ihren Ansprüchen gerecht zu werden. Jeden Tag. Sicher, ökonomisch und leistungsstark.

Schneider Electric
(Schweiz) AG
Fax + (41) 031 917 33 55
http://www.
schneiderelectric.com

Wer macht weltweit mehr aus Elektrizität?

GROUPE SCHNEIDER

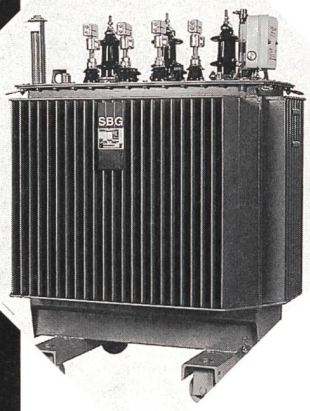
■ Merlin Gerin ■ Modicon ■ Square D ■ Telemecanique

Ihr Ziel

eine optimale Verfügbarkeit von elektrischer Energie mit technisch hochstehenden Komponenten zu vernünftigen Kosten

Testen Sie unsere Möglichkeiten !

Offizielle Vertretung der Starkstrom-Gerätebau GmbH, SGB



Leistungstransformatoren bis 150 kV
Verteiltransformatoren
Giessharztransformatoren
Trockentransformatoren
Compactanlagen (Stationen)

Instandsetzung
Zustandsanalysen
PCB Untersuchungen
Ölanalysen
Ersatztransformatoren

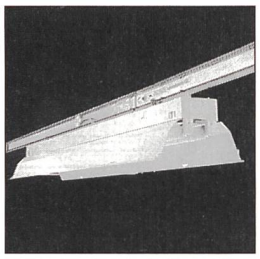
gebrüder meier ag
elektrische maschinen und anlagen

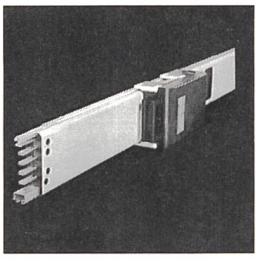
Verlangen Sie ein Angebot oder unsere Dokumentation

Althardstrasse 190
8105 Regensdorf
Tel. 01 870 93 93
Fax 01 870 94 94

Buchsweg 2
3052 Zollikofen
Tel. 031 911 21 51
Fax 031 911 68 67

Casa Postale 85
1803 Chardonne
Tel. 021 921 95 75
Fax 021 921 96 45





LANZ Canalisations électriques d'éclairage et de distribution 20—800 A

Pour installations simples et avantageuses de lampes, d'appareils et machines dans des locaux de fabrication, chaînes de production, stations d'essai, laboratoires, garages, entrepôts et halles d'expédition, installations sportives, supermarchés etc.

- **Pose simple. Matériel d'installation, boîtiers de connexion et de distribution livrés simultanément**
- **Extension, transformation, agrandissements possibles en tout temps et rapidement**
- **Avantageuses — modernes — réutilisables**

Conseil, offre, livraison rapide et avantageuse par
lanz oensingen 062/388 21 21 fax 062/388 24 24

Veuillez me faire parvenir la documentation suivante:

- ☐ Canalisations électriques d'éclairage et de distribution 20—800 A
- ☐ Canalisations électriques LANZ BETOBAR 380—6000 A
- ☐ Système de support de câbles
- ☐ Canaux G à grille
- ☐ Canaux d'allèges
- ☐ Système de montage MULTIFIX

☐ Pourriez-vous me/nous rendre visite, avec préavis s.v.p.?
Nom/adresse: _____

20f

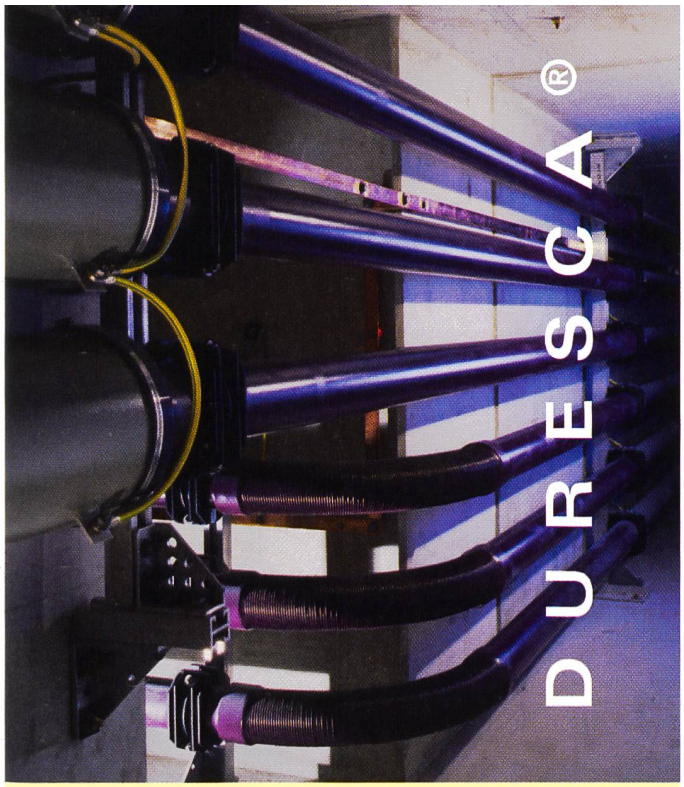
lanz oensingen sa
CH-4702 Oensingen · téléphone 062 388 21 21

Leistung ist gut detron optimierter Bezug ist besser

Wir analysieren und beurteilen Elektroenergieverbräuche, danach schlagen wir wirkungsvolle Massnahmen für die Reduktion der Leistungsspitzen vor, so senken wir die Energiekosten. Mehr als 30 Jahre Erfahrung, die richtige Gerätepalette und unsere Fachkompetenz sind Garant für langlebige, wirtschaftliche Lösungen.

Zertifiziertes Qualitätssystem ISO 9001 SQS Reg.-Nr. 12327-01 Système de Qualité Certifié

detron ag
Industrieautomation - Zürcherstrasse 25 - CH4332 Stein
Telefon 062-873 16 73 Telefax 062-873 22 10



Die beste Wahl innovativer Technologie

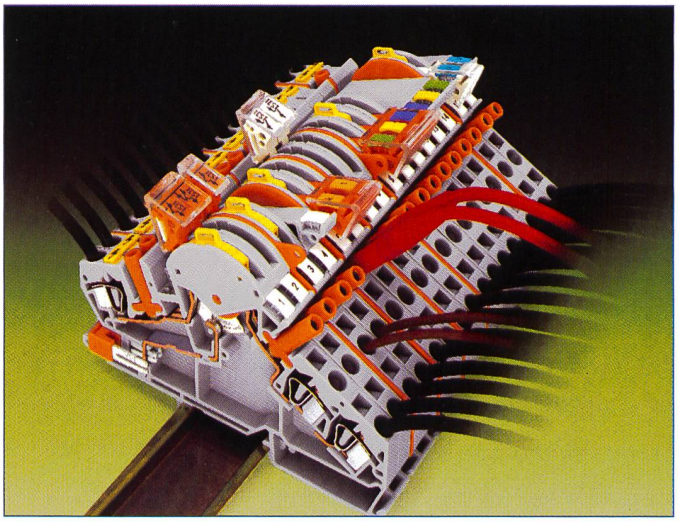
Seit ihrer Gründung 1914 hat sich MGC zu einem führenden Hersteller von Leistungstransformatoren, Messwandlern sowie isolierten Stromschienensystemen etabliert. Vertreten in über 20 Ländern bietet MGC weltweit hochentwickelte, kundenspezifische Lösungen an. Profitieren Sie von unserem Know-how, unserer Qualität und Flexibilität. Auf Ihre Kontaktaufnahme freut sich:

MGC MOSER-GLASER

MGC Moser-Glaser & Co. AG
Energie- und Plasmatechnik
Hofackerstrasse 24
CH - 4132 Muttenz / Schweiz

Telefon 061 / 467 61 11
Telefax 061 / 467 63 11
Internet www.mgc.ch

Sicherheit für Wandler-Prüfschaltungen.



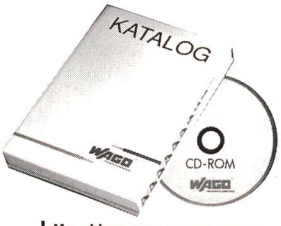
WAGO CAGE CLAMP · Das ORIGINAL · Seit 1977

WAGO TRENN- und MESSKLEMMEN

Automatisches Kurzschließen voreilend zum Trennen.

Optimaler Berührungsschutz des gesamten Systems.

Komfortabel durch einfache Handhabung ohne Werkzeug.



http://www.wago.com

13 HB:L Werbung, Hamburg

WAGO® INNOVATIVE CONNECTIONS

WAGO CONTACT SA · Case Postale 168 · CH-1564 Domdidier
Tel. 026 / 6 76 75 00 · Fax 026 / 6 76 75 75 Internet: www.wago.com