

<b>Zeitschrift:</b>	Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses
<b>Herausgeber:</b>	Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen
<b>Band:</b>	78 (1987)
<b>Heft:</b>	9
<b>Artikel:</b>	Aktuelle Probleme der Einwirkung elektromagnetischer Felder auf den Menschen
<b>Autor:</b>	Meier, D.
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-903858">https://doi.org/10.5169/seals-903858</a>

### 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:** 15.01.2026

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

## **Aktuelle Probleme der Einwirkung elektromagnetischer Felder auf den Menschen**

D. Meier

**Am 5. März 1987 organisierte der SEV unter dem obigen Titel an der ETH Zürich eine Informations- tagung über diese aktuelle Problematik. Die wissenschaftliche Organisation des Treffens wurde vom Institut für Biomedizinische Technik der Universität und ETH Zürich übernommen. Tagungsvorsitzender war Prof. Dr. M. Anliker, Leiter dieses Instituts. Rund 200 Teilnehmer fanden sich zu den Vorträgen der acht eingeladenen Referenten aus Deutschland, Österreich und der Schweiz ein. Der Tagungsband mit den Referaten kann solange Vorrat beim SEV, Zentrale Dienste, für Fr. 40.– bezogen werden.**

Der Tagungsvorsitzende, *M. Anliker* (Zürich), eröffnete die Tagung mit einem einleitenden Referat. Er betonte, dass sich die Öffentlichkeit in vermehrtem Mass für die Problematik der Einwirkung elektromagnetischer Felder auf den Menschen interessiere und durch gewisse Berichte über vermeintliche Zwischenfälle verunsichert werde. Die Gründe dafür liegen nicht zuletzt in der zunehmenden Verbreitung der Bildschirme (Computerterminals) und auch dem vermehrten Einsatz medizinischer Diagnostikgeräte. Sehr voreilig wird heute über die Risiken oder Gefahren in der Anwendung und dem Gebrauch solcher Geräte gesprochen, vielleicht weil die Furcht vor den nicht direkt beobachtbaren elektromagnetischen Feldern immer grösser geworden ist. Der Hinweis des Referenten auf zwei amerikanische Studien über die Risiken verschiedener Alltagstätigkeiten relativierten diese Furcht sehr. Es wurde jedem bewusst, dass viele Risiken, die wir alle freiwillig auf uns nehmen (Rauchen, Alkoholkonsum, Autofahren, extreme Sportarten usw.), weit grösser sind als das unfreiwillige Risiko im normalen Umfeld mit elektromagnetischen Feldern.

Um das Risiko für die Praxis auszuschliessen oder mindestens minimal zu halten, sind umfangreiche wissenschaftliche Untersuchungen notwendig. Die Resultate daraus führen dann zu Grenzwerten, innerhalb deren die Personensicherheit garantiert beziehungsweise eine Gefährdung extrem unwahrscheinlich ist. Eine Studie über die Grenzwerte elektrischer Felder stellte *St. Schuy* (Graz) in seinem Referat mit dem Titel: «Biologische Wirkungen elektrischer Felder» vor. Felderzeugte Kräfte werden dann biologisch relevant, wenn die feldbedingte Änderung der Energie eines Teilchens im Körpergewebe ungefähr der Bewegungsenergie (Wärmebewegung) entspricht. Dies ergäbe in Luft bei 50 Hz Feldstärken von 1000 kV/m, also etwa zwei Grössenordnungen über den realisierbaren Feldstärken etwa von Hochspannungsleitungen. Bei allen Grenzwertüberlegungen gilt natürlich zu berücksichtigen, dass die Grenzwerte so liegen, dass schon Wahrnehmungen oder Belästigungen ausgeschlossen werden. Dies führt zu Grenzwertvorschlägen von 10 kV/m bei Frequenzen unter 50 Hz und 0,7 kV/m bei Frequenzen über 1000 Hz.

Mit dem Problem «Biologische Wirkung

magnetischer Felder» befasste sich *J. Silny* (Aachen). Die magnetischen Induktionen betragen in normaler Umgebung (Haushalt) unter 10 µT, in der Umgebung von Freileitungen 100 µT und in der Industrie (Induktionsöfen) unter 100 mT. Abgesehen von diesem letzten Extremwert sind die technisch bedingten Feldstärken vergleichbar mit dem magnetischen Erdfeld (50 µT). Trotzdem ist eine Wirkung auf biologische Systeme auf jeden Fall vorhanden, und zwar für Gleich- wie auch für Wechselfelder. Damit stellt sich sofort die zentrale Frage, wo die Grenze liegt, unterhalb derer eine Schädigung ausgeschlossen werden kann. Der Effekt, dass (statische) Magnetfelder einen Einfluss haben auf die Reaktionsgeschwindigkeit biochemischer Prozesse, hat bei allen bisherigen Versuchen zu keinen Schädigungen geführt. Insbesondere verschwinden diese Effekte nach Abschalten der Magnetfelder in kurzer Zeit (min) vollständig. Bei magnetischen Wechselfeldern ist der Einfluss auf die Stimulationsschwelle der Nerven und Muskeln doch von einiger Bedeutung, da die normale Herzfunktion dadurch gefährdet ist. Bei 50 Hz beträgt diese kritische Stimulationsgrenze etwa 0,8 T, bei tiefen Frequenzen nimmt sie zu, mit steigenden Frequenzen ab. Auch nicht periodische Wechselfelder (z. B. geschaltete Gleichfelder) können den gleichen Einfluss haben, doch liegt deren Schwelle für Reizwirkung bei 160 T/s. Dieser Wert liegt deutlich höher als die Amplitude von Gradientenfeldern, wie sie beispielsweise in der Kernspintomographie Anwendung finden. Subjektive Beschwerden oder Wahrnehmungen («magnetische Phosphene») treten in 50-Hz-Feldern bereits bei Induktionsstärken um 10 mT vereinzelt auf.

*J.H. Bernhardt* (Neuherberg) sprach über die «Wirkung hochfrequenter elektromagnetischer Felder auf den Menschen». Die Wirkung dieser Wechselfelder kann, abhängig vom Frequenzbereich, in zwei verschiedene Effekte unterteilt werden. Bei tiefen Frequenzen (3–300 Hz) spielen die Körperstromdichten die entscheidende Rolle. Dafür gelten Grenzwerte um 10–100 mA/m<sup>2</sup>. Bei Frequenzen ab 1 MHz (bis zu Mikrowellen) ist die Energieabsorption und Erzeugung von Wärme von grosser Bedeutung. Deshalb wird dafür die spezifische Absorptionsrate (SAR) berechnet.

### **Adresse des Autors**

*Dieter Meier, Dr. phil., Physiker, Institut für Biomedizinische Technik der Universität und ETH Zürich, Moussonstrasse 18, 8044 Zürich.*

# Einwirkung elektromagnetischer Felder

Als Grenzwerte gelten für den Ganzkörper 0,4–1 W/kg und für Teilkörperexpositionen 2–20 W/kg. Die Ganzkörperdosis entspricht dabei etwa dem Grundumsatz eines Menschen in Ruhe, der bekanntlich um 100 W ist. Indirekte Effekte, wie Elektroschläge ( $f < 100$  kHz), HF-Verbrennungen ( $f > 100$  kHz) oder Kraftwirkungen auf (metallische) Implantate oder Erwärmung derselben, müssen gesondert behandelt werden.

Über Kernspintomographie, ein neues bildgebendes Verfahren für die medizinische Diagnostik, sprach *P. Bösiger* (Zürich) in seinem Referat mit dem Titel: «Magnetische Kernresonanz für die medizinische Diagnostik». Die gezeigten Patientenbilder demonstrierten sehr deutlich die Qualität und die Vorteile dieser neuen, nicht invasiven Medizintechnik. Die Risiken von solchen Untersuchungen lassen sich in zwei Gruppen unterteilen:

1. Einflüsse des statischen Magnetfeldes, der geschalteten Gradientenfelder und der Radiofrequenzfelder (RF-Felder).
2. Indirekte Auswirkungen auf metallische Implantate und auf Herzschrittmacher, Wirkungen von Oberflächenspulen und Gefahren der magnetischen Streufelder.

Für die Risiken der ersten Gruppe gelten die Überlegungen und Grenzwerte, wie sie von den verschiedenen zitierten Referenten dargestellt wurden. Die Risiken der zweiten Gruppe lassen sich einerseits durch Ausschluss gewisser Patienten (Träger von Herzschrittmachern) und durch das richtige Verhalten des medizin-technischen Personals praktisch vollständig ausschliessen.

Eine Grenzwertabschätzung beziehungsweise Berechnung über die thermische Belastung der Patienten bei solchen Untersuchungen wurde von *W. Vollmann* (Hamburg) unter dem Thema: «Energiedeposition im Gewebe bei kernspintomographischen Untersuchungen» vorgestellt. Die Leistung der eingestrahlten Hochfrequenzpulse wird

zu einem beträchtlichen Teil durch induzierte Wirbelströme im Patienten thermisiert. Als ein Mass für die Energiedeposition im Gewebe gilt die spezifische Absorptionsrate. Es zeigt sich, dass für diesen lokalen SAR-Wert ein analytischer Ausdruck existiert, der den Zusammenhang zwischen der Spule, der Stärke des RF-Feldes und der maximalen Energieabsorption beschreibt. Der absolute SAR-Wert kann leicht experimentell bestimmt werden und ist nur von der Spule und dem angewendeten Verfahren (Pulssequenz), nicht aber vom Patienten abhängig. Dabei zeigt sich, dass im Extremfall bei Hochfeldgeräten (1,5 T) der Grenzwert von 2 W/kg, wie er in den USA festgelegt ist, erreicht wird. Bei noch höheren Feldstärken kann dieser Wert also überschritten werden. Allerdings sind bereits bei den heutigen Geräten hard- und softwaremässige Sicherungen eingebaut, um die Patientensicherheit in allen Fällen zu garantieren. Zusammengefasst kann gesagt werden, dass das biologische Risiko bei solchen Untersuchungen mit den heutigen Techniken als äusserst gering eingestuft werden kann.

Ein ganz anderes Risiko besteht für die Träger von Herzschrittmachern im Umfeld von elektromagnetischen Feldern. Diese Problematik beschrieb *W. Irnich* (Giessen) in seinem Referat. Die Störbeeinflussung durch äussere Felder hängt stark von der Technik und der Elektrodenanordnung der Herzschrittmacher ab. Im ungünstigen Fall kann die Elektrode eine Antennenfläche von gegen  $600 \text{ cm}^2$  bilden. Induzierte Spannungen von der Grössenordnung mV, die einen Einfluss auf die Funktion (Synchronisation) des Herzschrittmachers haben können, werden beispielsweise von magnetischen Wechselfeldern (50 Hz) von  $20 \mu\text{T}$  verursacht. Feldstärken von dieser Grössenordnung treten aber fast ausschliesslich in der Industrie auf. Auch galvanische Kopplungen, etwa durch Berühren von

Sensortasten (TV usw.), können Störspannungen hervorrufen. Das rhythmische Berühren solcher Tasten kann zum Aussetzen der Schrittmacherfunktion führen, solange diese Tätigkeit anhält. Die Erarbeitung von gültigen Normen über die Grenzwerte ist von grosser Wichtigkeit, wenn man bedenkt, dass es weltweit über 1 Million Patienten mit Herzschrittmachern gibt, von denen ein Teil noch im Berufsleben steht.

Als Abschluss der Tagung präsentierte *H. Schaefer* (Heidelberg) eine «Zusammenfassung und Bewertung der Ergebnisse aus der Sicht der Medizin». Er bestätigte, dass biologische Schädigungen, verursacht durch magnetische Felder, bisher nicht nachgewiesen wurden. Mögliche Nachweismethoden von Schäden teilte er in vier Gruppen ein:

1. Die Primärerfahrung: Darüber liegen bisher keine Berichte vor.
2. Die provozierte (experimentelle) Erfahrung: Diese hat bis zu magnetischen Feldstärken von 5 mT/s bei 50 Hz zu keinen Beeinträchtigungen geführt (höhere Feldstärken sind vorläufig aus experimentellen Gründen nicht möglich).
3. Die Grundlagenforschung über Elementarprozesse
4. Die epidemiologische Forschung

Der Redner kritisierte, dass die eigentliche Forschung über mögliche Auswirkungen erst sehr spät angefangen habe. Dies habe unter anderem dazu geführt, dass die Unsicherheit und die Angst vor der Beurteilung magnetischer Felder gewachsen ist. Die antitechnische Hysterie findet ihren Niederschlag in unseriösen Berichten über Schädigungen durch magnetische (und elektrische) Felder. Die wissenschaftlichen Arbeiten über solche Effekte und die internationale Festlegung von Grenzwerten bleiben deshalb auch weiterhin ein aktuelles Thema.

SEV-Nr. 124 013

## Beeinflussung der Umwelt durch elektromagnetische Felder

Von *Peter Leuthold*. Herausgegeben von der Eidgenössischen Kommission für elektrische Anlagen. Bern, Eidg. Verkehrs- und Energiewirtschaftsdepartement, EDMZ, 1986; kart., 4°, XVI/93 S.

Periodisch werden von den Medien Behauptungen über schädliche Einflüsse von elektromagnetischen Feldern auf Lebewesen und Pflanzen verbreitet. Dabei werden die Vorfälle meistens gar nicht gründlich untersucht. Im Gegenteil verlangt die sensibilisierte Öffentlichkeit, dass die Fachwelt die Unschädlichkeit der Felder beweisen müsse. In einigen Fällen gelingt dies, indem die wirkliche Ursache der schädlichen Einflüsse festgestellt werden kann. In anderen

Fällen ist der schlüssige Gegenbeweis nicht möglich, da zahlreiche komplexe Faktoren mitspielen können. Es muss auch anerkannt werden, dass viele biologische Systeme in einem labilen Gleichgewicht stehen, das durch geringe Veränderungen gestört werden kann.

Der Autor, Professor am Institut für Kommunikationstechnik der ETH Zürich, hat es in dieser Studie unternommen, das auf diesem Gebiet vorliegende umfangreiche Erfahrungsmaterial zu sichten und die Resultate sorgfältig zu ordnen. Insbesondere setzt er sich auch mit Quellen auseinander, die sich teilweise oder ganz widersprechen.

Die Studie behandelt in konzentrierter

Form zuerst die grundsätzliche Wirkung der elektromagnetischen Felder auf Organismen und biologische Substanzen, befasst sich anschliessend mit den Sicherheitsgrenzen bezüglich Intensität der Felder und geht dann eingehend auf das Gefährdungspotential ein.

Die Studie kommt zum Schluss, dass elektromagnetische Felder von Hochspannungsleitungen, Sendern und Bildschirmen keine schädlichen Auswirkungen auf Lebewesen und Pflanzen haben. Gewisse Vorbehalte sind gegen körpernahe Sendeantennen von Kleinfunkgeräten anzubringen. Massnahmen zum Schutz der Öffentlichkeit sind heute jedenfalls nicht nötig. Eb

# Vorsprung mit System



Ihr Schweizer Partner für moderne Systeme der Installations-technik sowie des Brandschutzes im Bereich der Leitungsführung. Zuverlässiger Liefer-service, fachliche Beratung, Schulung und internationaler Know-how-Transfer aus einer Hand. Verlangen Sie detaillierte Informationen, Angebote und Unterlagen bei:

**BETTERMANN AG**

Taubenhausstr. 38 · Postfach CH-6000 Luzern 4 · Telefon 041-414051 · Telex 865539 bema-ch

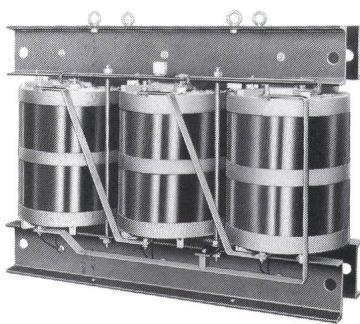
Leitungsführungssysteme,  
Brüstungskanäle, Brandschutz-  
systeme - von OBO alles  
aus einer Hand.



OBO Brüstungskanäle aus Alu, Stahl oder PVC für Energieversorgung, Kommunikation und EDV - mit passendem Einbaugeräte-Programm. OBO RKS - das rationelle Kabelträgersystem mit hoher Stabilität und geringem Gewicht. OBO BAK - ein Beispiel aus dem umfassenden Brandschutzsystem.

Erhältlich über Ihren Grossisten - oder direkt bei uns:

# Se jeter à l'eau pour concevoir un transformateur sec.



«Se jeter à l'eau» pour concevoir un tel transformateur signifie d'abord calcul et études assistés par ordinateur, conformément aux exigences désirées. Puis réalisation sur des machines ultramodernes. Résultat: des transformateurs secs monophasés ou triphasés, avec enroulements à feuillard ou conventionnels, en cuivre ou en aluminium, pour des puissances allant jusqu'à 2,5 MVA et des tensions d'isolement de 72,5 kV (CA et CC).

Demandez la documentation détaillée, en spécifiant «Transformateurs secs».

**Elektro-Apparatebau  
Olten AG**

Tannwaldstrasse 88  
Case postale  
CH-4601 Olten

Téléphone 062-25 22 50  
Telex 981 602  
Télifax 062-26 21 62

**e a o** ■

# 3fache Sicherheit mit Fl von BBC



## Basisschutz

- Gefahrlose Handhabung durch Finger- und Handrückensicherheit nach VBG4 sowie Schutz gegen zufälliges Berühren entsprechend der HV 32 300.
- Vorschriftsgemäße Konstruktion und fortschrittliche Fertigungsmethoden sorgen für Sicherheit und Zuverlässigkeit.
- Gewissenhaft durchgeführte Prüfvorgänge sorgen für höchste Qualität.

Unsere Dokumentation sagt alles.  
Telefonieren Sie uns. 01 743 4111

BBC Normelec AG, Riedstrasse 6, 8953 Dietikon **BBC Normelec**

## QUALITÄTSGESICHERTE KABELSYSTEME NACH IHREN SPEZIFIKATIONEN

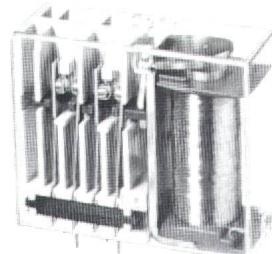
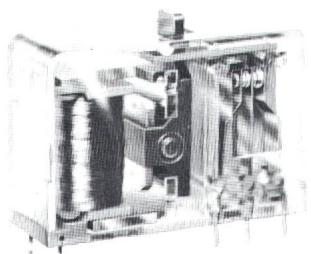


**HUBER+SUHNER AG**

Geschäftsbereich Kabel  
CH-8330 Pfäffikon ZH  
☎ 01 952 22 11  
CH-9100 Herisau  
☎ 071 53 41 11

Vom bistabilen Spartaner bis zum  
zwangsgeführten Sicherheits-Relais

660

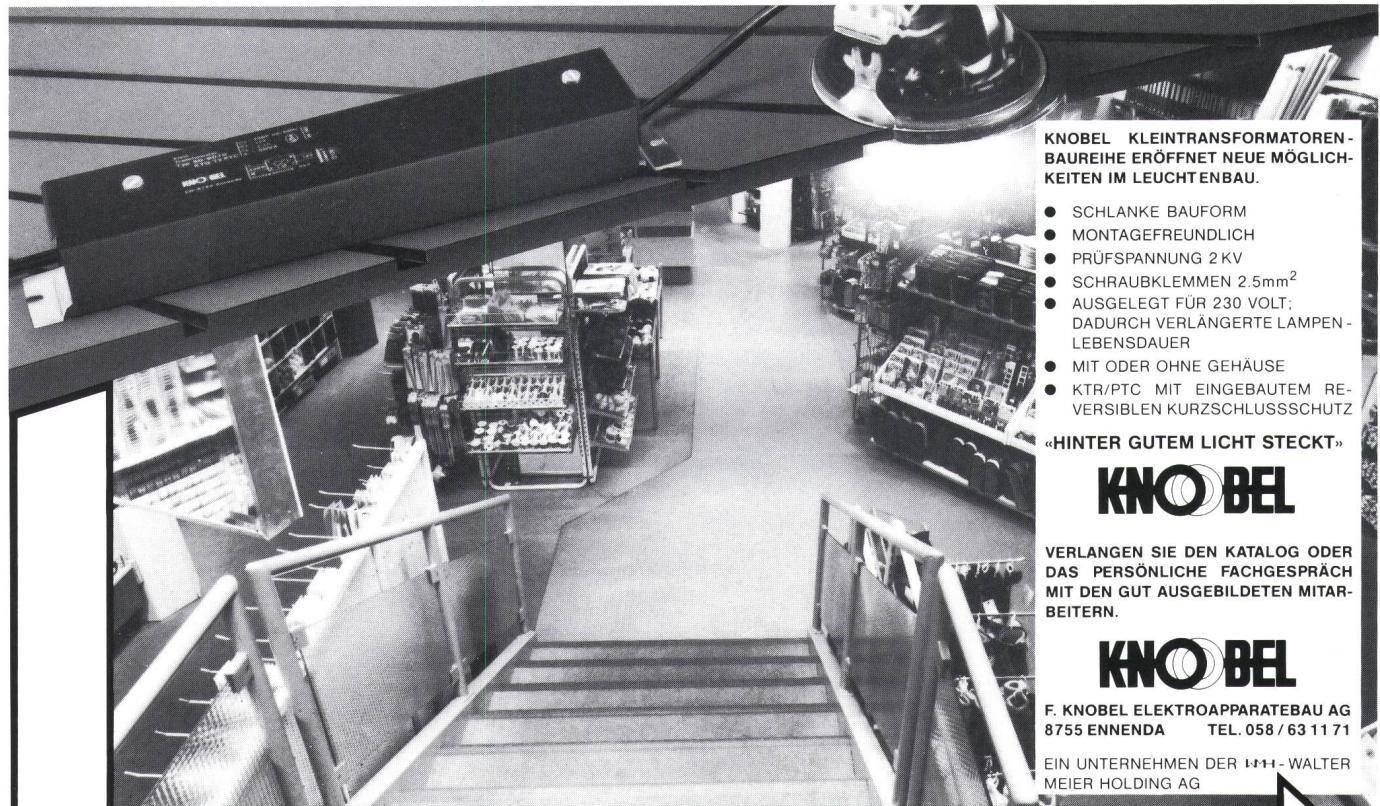


Relais, das Bindeglied zwischen Logik und Lastkreisen, ist wieder «in». Unsere Spezialitäten: **Bistabile, gepolte Leiterplattenrelais**, die echten Stromsparer mit einem oder zwei Wechsler, welche 20 A bzw. 10 A bei 220 V zuverlässig schalten.

**Zwangsgeführte Sicherheitsrelais** mit bis zu sechs Schaltfunktionen und bis 8 A Schalteistung.

Verlangen Sie Unterlagen und Beratung.

**FABRIMEX**  
Kirchenweg 5, 8032 Zürich, Tel. 01/251 29 29



KNOBEL KLEINTRANSFORMATOREN - BAUREIHE ERÖFFNET NEUE MÖGLICHKEITEN IM LEUCHTENBAU.

- SCHLANKE BAUFORM
- MONTAGEFREUNDLICH
- PRÜFSPANNUNG 2 KV
- SCHRAUBKLEMmen 2.5mm<sup>2</sup>
- AUSGELEGT FÜR 230 VOLT; DADURCH VERLÄNGERTE LAMPEN - LEBENSDAUER
- MIT ODER OHNE GEHÄUSE
- KTR/PTC MIT EINGEBAUTEM REVERSIBLEN KURZSCHLUSSCHUTZ

«HINTER GUTEM LICHT STECKT»

**KNOBEL**

VERLANGEN SIE DEN KATALOG ODER DAS PERSÖNLICHE FACHGESPRÄCH MIT DEN GUT AUSGEBILDENDEN MITARBEITERN.

**KNOBEL**

F. KNOBEL ELEKTROAPPARATEBAU AG  
8755 ENNENDA TEL. 058 / 63 11 71

EIN UNTERNEHMEN DER WALTER MEIER HOLDING AG

**KNOBEL** TRANSFORMATOREN FÜR NIEDERVOLT - HALOGEN GLÜHLAMPEN

**Ein Installations-Sortiment  
in allen Brüstungskanälen  
einbauen?**

**Ja!  
Mit Produkten von Feller!**

JK-Apparate finden Sie im Feller-Katalog  
auf den Seiten 201-265.

**Feller**

**EIT** Elektro  
Installations Technik

Feller AG  
CH-8810 Horgen  
Tel. 01 725 65 65

13

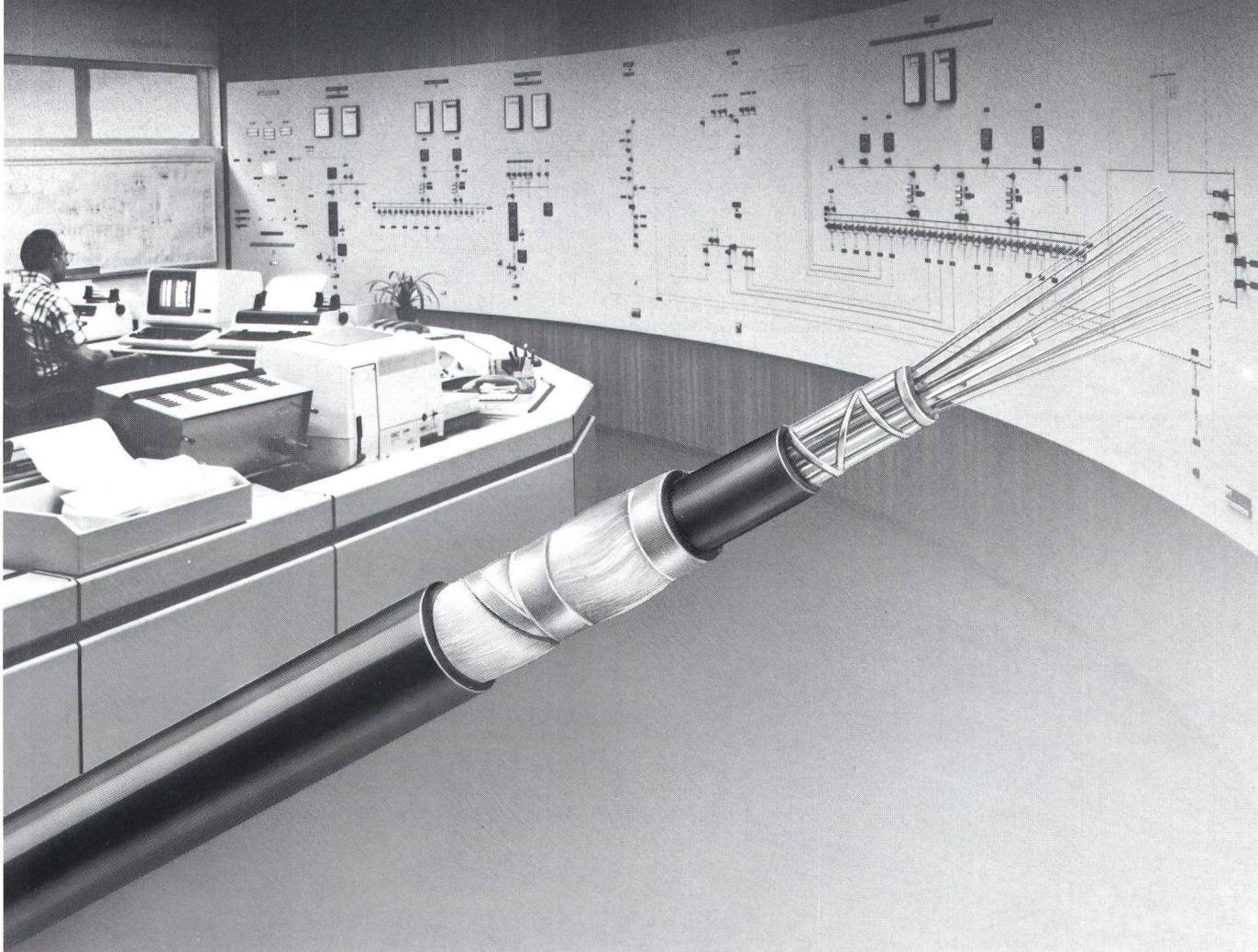
# Wie man das lästige Flackern von Fluoreszenzröhren abstellt...

... zeigt Ihnen die Leutronic-Broschüre. Sie zeigt Ihnen auch, wie wir der Fluoreszenzbeleuchtung das Energieverschwenden, das Brummen, den Stroboskopeffekt und sogar den Kompensationskondensator abgewöhnt haben! Verlangen Sie sofort Ihr Gratis-Exemplar: 01-85013 33

**Leuen  
berger**

H. Leuenberger AG, Kaiserstuhlstrasse 44, CH-8154 Oberglatt

# Câbles Cortaillod. Für die Netzführung mit Lichtwellenleitern.



## Moderne Telekommunikation: Lichtwellenleiter

Die moderne Führung von Energieverteilnetzen verlangt nach Informations-Zentralisierung und nach Fernwirkmöglichkeiten grösster Zuverlässigkeit.

Die vielfältigen Vorteile der Lichtwellenleiter bringen eine neue und rationelle Lösung für Telekommunikationsprobleme in Energieverteilnetzen. Câbles Cortaillod hat für diesen Anwendungsbereich spezielle optische Kabel und an Mess- und Steuersysteme angepasste opto-elektronische Interfaces

entwickelt. In enger Zusammenarbeit mit Cabloptic, dem einzigen Schweizer Hersteller von Lichtwellenleitern, ist Câbles Cortaillod in der Lage, Projektstudien vorzunehmen und die vollumfängliche Realisierung sicher zu stellen.

Das Know-how von Câbles Cortaillod in dieser neuen Technologie ist der Garant für eine sichere und an Ihre Bedürfnisse angepasste Lösung.

CH-2016 CORTAILLOD / SUISSE  
TÉLÉPHONE +41 38 44 11 22  
TÉLÉFAX +41 38 42 54 43  
TÉLEX 952 899 CABC CH



CABLES CORTAILLOD  
ÉNERGIE ET TÉLÉCOMMUNICATIONS