Personen- und Brandschutz bei Impedanzbehafteten Isolationsfehlern

Autor(en): **Haag, Jean / Lehrer, Reiner / Stanzel, Erwin**

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): **92 (2001)**

Heft 23

PDF erstellt am: **24.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-855788

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

Personen- und Brandschutz bei Impedanz-behafteten Isolationsfehlern

In der Regel wird beim Personen- und Brandschutz von elektrischen Betriebsmitteln davon ausgegangen, dass ein Isolationsfehler einen vernachlässigbaren Widerstand von nahezu 0 Ω aufweist. Die Praxis hat allerdings gezeigt, dass auch bei 0-Ω-Fehlern der Personenschutz nicht immer gewährleistet ist, weil der Auslösestrom der Überstromschutzeinrichtungen nicht erreicht wird.

Jean Haag, Reiner Lehrer, Erwin Stanzel

Der Personen- und Brandschutz kann im einleitend erwähnten Fall nur durch den Einsatz von Fehlerstromschutzeinrichtungen (FI-Schutz) und Betriebsmitteln der Schutzklasse 1 erreicht werden.

In bestimmten Bereichen sind solche Schutzeinrichtungen bereits vorgeschrieben, um den Isolationsfehlerschutz (300 mA, Brandschutz) in Feuer gefährdeten Bereichen oder den zusätzlichen Personenschutz (30 mA) zum Beispiel in Bädern zu gewährleisten. Das gilt insbesondere bei der Installation elektrischer Heizleitungen und Flächenheizelementen, denen sich der folgende Beitrag widmet.

Fehler in Heizgeräten, Flächen- und Begleitheizungen

Bild 1 zeigt den fehlerhaften Stromkreis eines defekten Heizgerätes der Schutzklasse 1. Durch den Restwiderstand R_R ist der Fehler Impedanz-behaftet. Eine Überhitzung des Heizwiderstandes mit Brandgefahr ist die Folge. Dank der Erdung des Gehäuses ist zwar der Schutz bei Berührung von unter Spannung stehenden Teilen erhalten. Das Überstromschutzorgan wird wegen des konstruktionsbedingten Restwiderstands jedoch nicht notwendigerweise auslösen.

Diese Betrachtung trifft auch auf Begleit- und Flächenheizungen mit in Reihe geschalteten Heizleitungen zu. Bei diesen besteht der Heizwiderstand aus einer isolierten Ader (Bild 2). Ein Schutzgeflecht über der Isolierung dient als Schutzleiter. Anwendungsbeispiele sind Rohrbegleitheizungen für Frostschutz und Prozesstemperaturhaltung, Dachrinnenheizungen sowie Fussboden- und Freiflächenheizungen.

Lichtbögen, hervorgerufen durch Elektrolyte wie beispielsweise Wasser, das an beschädigten Stellen der Isolierung eingedrungen ist, stellen ebenfalls Impedanz-behaftete Fehler dar. Als Beispiel für die Betrachtung Impedanz-behafteter Fehler mit Lichtbögen lassen sich auch Heizleitungen mit Parallelwiderstand heranziehen, die für die gleichen Anwendungen, wie oben beschrieben, eingesetzt werden.

Verschiedene Typen von Heizleitungen

Man unterscheidet so genannte Zonenheizleitungen und Heizleitungen mit selbstregelnder/selbstbegrenzender Charakteristik. Bei den Zonenheizleitungen wird eine von den Versorgungsleitern isolierte Heizwendel in regelmässigen Abständen von etwa 1 m an die Versorgungsleiter mittels Schweissen oder Löten angeschlossen (Bild 3).

Die Versorgungsleiter von selbstregelnden/selbstbegrenzenden Heizleitungen sind in leitenden, mit Kohlenstoff dotiertem Kunststoff eingebettet. Dieser Kunststoff stellt eine unendliche Anzahl von parallel geschalteten PTC-Widerständen[1] dar (Bilder 4 und 5).

Lichtbögen können bei Parallelheizleitungen sowohl zwischen den Leitern (L, N) und Erde oder zwischen den Leitern selbst auftreten. Letzteres führt dann zum Durchschlag gegen Erdpotential, soweit dieses über die ganze Längenausdehnung mitgeführt ist (Bild 6).

Schutz bei Impedanz-behafteten Fehlern

Ein wirksames Mittel für Personen- und Brandschutz bei Impedanz-behafteten Fehlern ist der FI-Schutz. Hier löst das Schutzorgan bereits bei Fehlerströmen im mA-Bereich aus.

In Anlagen mit Betriebsmitteln der Schutzklasse 1 wird der Schutzleiter über die ganze Ausdehnung des Betriebsmittels mitgeführt. Der Fehlerstromschutzschalter gewährleistet den Brandschutz und den Schutz bei indirektem Berühren.

Die FI-Schutzeinrichtung bei Betriebsmitteln der Schutzklasse 2 – mit doppelter Isolierung ohne Schutzleiter – dient naturgemäss nur zum Schutz bei Berühren unter Spannung stehender Teile und bietet keinen Brandschutz. Auf Grund dieser Tatsache sollte gerade bei räumlich ausgedehnten Betriebsmitteln wie Begleit- und Flächenheizungen immer ein FI-Schutz vorgesehen werden.

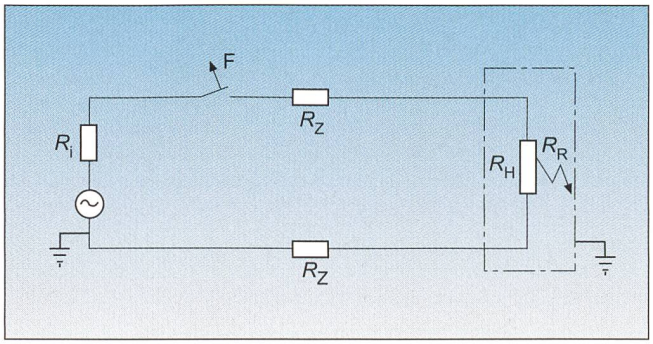


Bild 1 Fehlerhaftes Heizgerät
F: Überstromschutzorgan;
R_i: Netzinnenwiderstand;
R_z: Zuteilungswiderstand;
R_H :Heizwiderstand;
R_R :Restwiderstand

Vorteile eines Schutzgeflechts

Überprüfung der Installation
- Eine mechanische Beschädigung oder fehlende Endstücke können erkannt werden
- Überprüfung des Zustandes der Temperaturhaltebänder (THB) möglich
- Beschädigte Stellen können lokalisiert werden

Nachträgliches Ausmass der montierten Längen
- Bei der Berechnung der Betriebskosten ist die angeschlossene Menge der THB überprüfbar
- Die Überschreitung der maximal zulässigen Heizkreislänge kann bei der Inbetriebnahme auch auf warmen Rohrleitungen erkannt werden

Personen- und Brandschutz
- Der Stromkreis wird automatisch abgeschaltet. Es bleibt keine gefährliche Berührungsspannung bestehen
- Die THB mit Abschirmung können sich kaum entzünden (siehe Expertise SEV-Prüfbericht A.-Nr. 00-IK-0567.01)
- Elektromagnetische Felder werden teilweise abgeschirmt
- Höhere mechanische Festigkeit

Einsatz in Ex-Zonen
- Es dürfen laut geltenden Normen nur Bänder der Schutzklasse 1, also nur mit Schutzgeflecht, eingesetzt werden

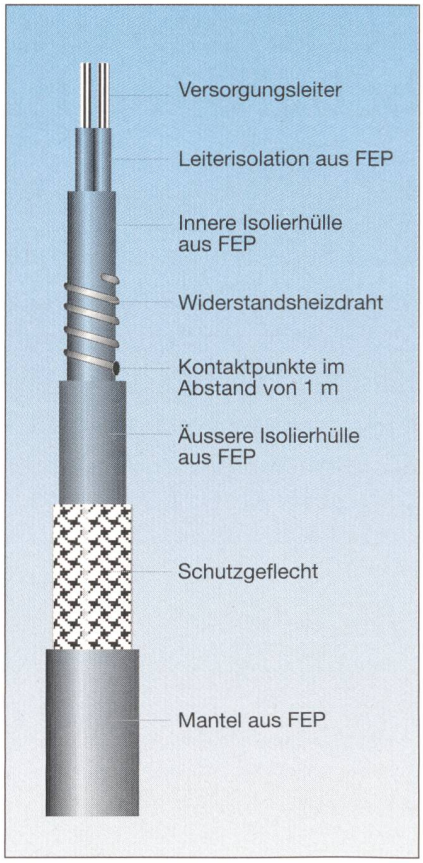


Bild 3 Zonenheizleitung

Verantwortung des Herstellers

Auf der Ebene der Produktnormen ist die Schutzklasse 2 – hinsichtlich der Sicherheit – prinzipiell der Schutzklasse 1 gleichgestellt. Festzuhalten ist allerdings, dass in räumlich ausgedehnten Anlagen und Betriebsmitteln der Schutzklasse 2, das heisst doppelte Isolierung auch bei FI-Schutz, kein ausreichender Brandschutz gewährleistet ist. Hier wird die Verantwortung der richtigen Typenauswahl in Verbindung mit der Auswahl einer wirksamen Schutzmassnahme auf den Hersteller übertragen. Einige Hersteller schreiben deswegen den Einsatz von FI-Schutzschaltungen vor. Zur einwandfreien Funktion ist allerdings das Mitführen des Schutzleiters erforderlich. Somit können in den beschriebenen Anwendungsfällen nur Heizleitungen der Schutzklasse 1 eingesetzt werden.

Das selbstregelnde Heizband

Das selbstregelnde elektrische Heizband hat sich seit Mitte der Siebzigerjahre etabliert. Hauptanwendungsgebiete sind die Industrie und die Haustechnik. Traditionell ist dieses Heizband mit einem metallenen Schutzgeflecht ausgerüstet. In der Schweiz wird das Heizband in der Haustechnik vornehmlich vom Sa-

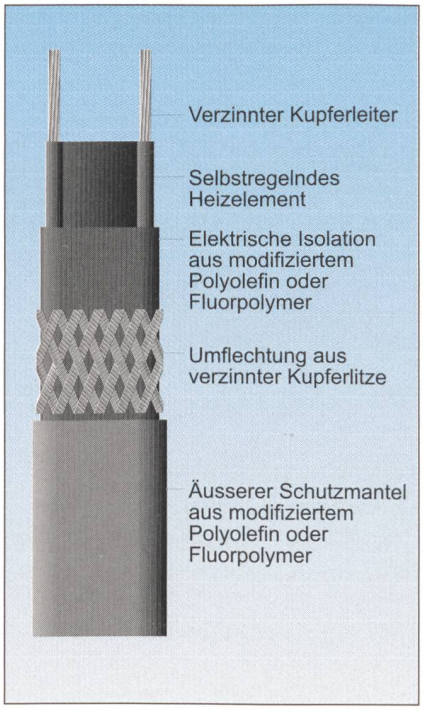


Bild 4 Selbstregelnde / selbstbegrenzende Heizleitung

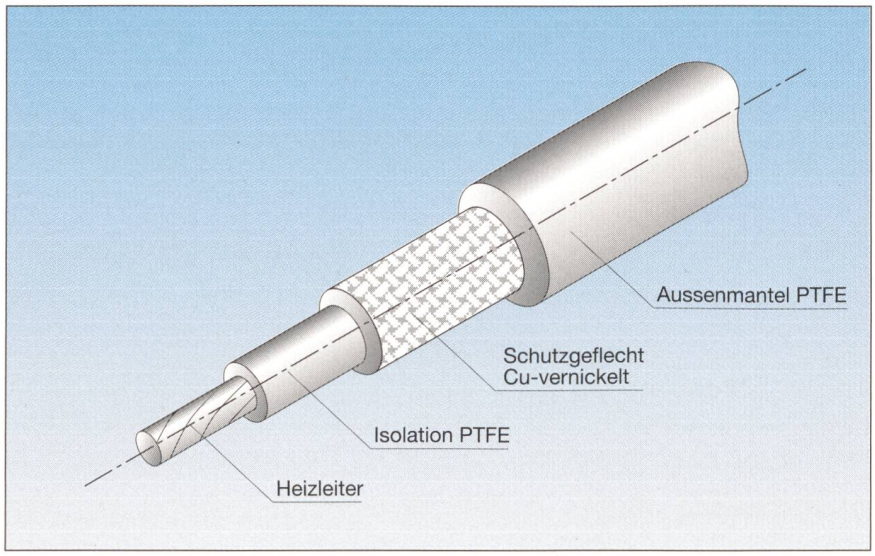


Bild 2 Einadrige Heizleitung mit Schutzgeflecht als Schutzleiter

nitärinstallateur montiert, wenn auch das Elektrogewerbe zunehmend die Marktmöglichkeiten zu nutzen weiss.

In Frankreich wurde das metallene Schutzgeflecht für obligatorisch erklärt. Auch das Eidgenössische Starkstrominspektorat anerkennt die höhere Schutzwirkung bei Heizkabeln mit metallenem Schutzgeflecht. Neben den Vorteilen der Überprüfung der Installation mittels Widerstandsmessungen und dem einfachen Lokalisieren beschädigter Stellen ermöglicht das Schutzgeflecht auch ein nachträgliches Ausmessen der montierten Bänder und bietet Schutz gegen elektromagnetische Felder. Im Ex-Bereich, also in explosionsgefährdeten Zonen, dürfen ausschliesslich Temperaturhaltebänder mit metallenem Schutzgeflecht verwendet werden.

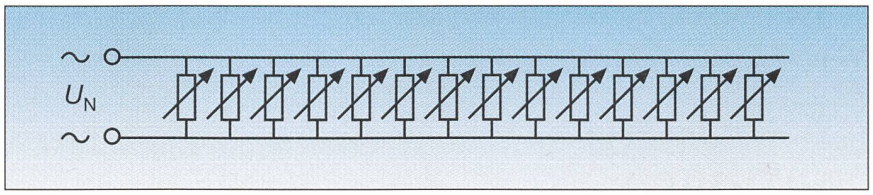


Bild 5 Ersatzschaltbild selbstregelnder Heizbänder

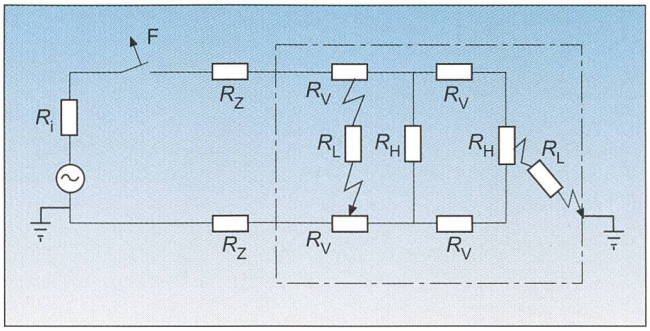


Bild 6 Fehlerhafte Parallel-Heizleitung

F: Überstromschutzorgan;
R_i: Netzinnenwiderstand;
R_z: Zuteilungswiderstand;
R_H: Heizwiderstand;
R_R: Restwiderstand;
R_V: Versorgungsleiterwiderstand;
R_L: Lichtbogenwiderstand

Weitere Funktionen

Ein metallenes Schutzgeflecht dient nicht allein dem Personen- und Brandschutz, sondern erfüllt eine Reihe weiterer Funktionen.

Beispiel 1

In einem bezugsbereiten Einfamilienhaus wurde ständig der Fehlerstrom-Schutzschalter ausgelöst. Man fand heraus, dass das Problem beim Heizband liegen musste. Der Bereich, in dem eine Beschädigung vorlag, konnte rasch lokalisiert werden, da das Kunststoffrohr mit einem Heizband mit Schutzgeflecht versehen war. Der Schaden am Heizband – verursacht durch eine Schraube, welche der Treppenbauer ins Mauerwerk eingebracht hatte – konnte durch Aufspitzen eines kleinen Stücks der Wand behoben werden.

Beispiel 2

In einer neuen Sporthalle, einem imposanten Holzbau mit einer aussergewöhnlichen Deckenkonstruktion, wurde für die Warmwasserverteilung ein Warmwasser-Temperaturhaltesystem installiert, das über ein metallenes Schutzgeflecht verfügt. Nach der Funktionsprüfung brachte man die Dämmung an. Darauf erfolgte die Inbetriebnahme des Heizbandes, das eine Länge von insgesamt 150 m aufwies. Der gemessene Wert des Isolationswiderstands unterschritt jedoch die geforderte Grösse. Der Fehler konnte auch hier schnell gefunden werden. Beim Isolieren war das Heizband angesägt worden. Allerdings hatte keine Brandgefahr bestanden, da dies bei Temperaturhaltebändern wegen des Schutzgeflechts ausgeschlossen ist.

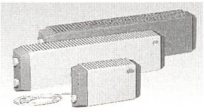
Protection des personnes et protection-incendie lors de défauts d'isolement présentant une certaine impédance

Dans la protection des personnes et la protection-incendie pour moyens d'exploitation électriques, on part généralement de l'idée qu'un défaut d'isolement présente une résistance négligeable proche de 0 Ω. La pratique a cependant montré que même pour des défauts de 0 Ω, la protection des personnes n'était pas toujours garantie étant donné que le courant de déclenchement des dispositifs de protection contre le surcourant n'était pas atteint. La protection des personnes et la protection-incendie ne peuvent être assurées que par l'utilisation de dispositifs de protection à courant de défaut (protection FI) et des moyens d'exploitation de la catégorie de protection 1. Cela vaut en particulier pour l'installation de lignes de chauffage électrique et d'éléments chauffants de surface auxquels l'article suivant est consacré.

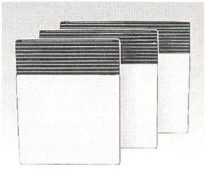
Adresse der Autoren

Reiner Lehrer, Dipl.-Ing., Verein deutscher Elektrizitätswerke VDE.
Erwin Stanzel, Dipl.-Ing., Tyco Thermal Controls.
Jean Haag, Fachjournalist BR, jeanhaag@swissonline.ch.

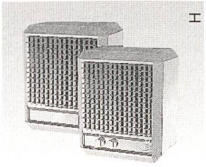
[1] PTC = positiver Temperaturkoeffizient



Rippenrohr-Heizkörper ANSON
für Garagen, öffentl. Bauten, Barackencontainer, Industrie etc. Robust. In vielen Längen und Leistungsstufen. 230 und 400 V. Verlangen Sie Beratung vom Spezialisten: ANSON



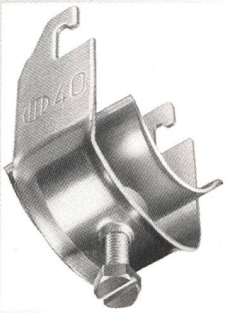
kleine Elektro-Heizkonvektoren
Für Büros, Ferienwohnungen, Werkstätten die ideale Übergangs- und Zusatzheizung. 230 V 500–2200 W.



El. Heizgeräte für festen Einbau in nicht dauernd
belegte Hallen, Keller, Lager, Saalbauten usw. 400 V 3–50 kW. – Preisgünstige Offerte von:

ANSON 01/461 11 11
8055 Zürich Friesenbergstr. 108 Fax 01/461 31 11
ISO 9001

TRACON



Kabeltragsysteme
- Kabelbefestigungen KSV
- Steigtrassen
- Kabelleitern
- Kabelrinnen
- Gitterbahnen

Sofort Info anfordern

Tracon Engineering GmbH
Chrüzacherweg 22
CH-8906 Bonstetten
Switzerland

Tel. 01 777 97 70
Fax 01 777 97 74
info@tracon.ch
www.tracon.ch

Romandie/Ticino:
SIMPATEC Sàrl
CH-1814 La Tour de Peilz
Tel. 021 973 15 21
Fax 021 973 15 22

Ein grenzenloses Kabel-sortiment.

Wir führen ständig Tausende von Kilometern an Daten- und Kommunikationskabeln für Sie an Lager.

BKS

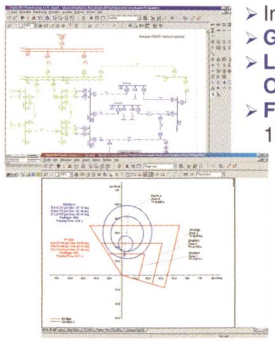
BKS Kabel-Service AG
Fabrikstrasse 8
CH-4552 Derendingen
Tel: +41/32-681 54 54
Fax: +41/32-681 54 59
e-mail: bksmail@bks.ch

www.bks.ch

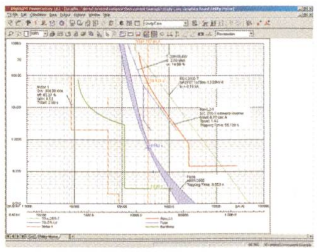
NSE

Ihr **Partner** für kompetentes **Hoch- und Mittel-spannungs- Engineering**

DIgSILENT - die Nummer 1, in der Simulation elektrischer Netze



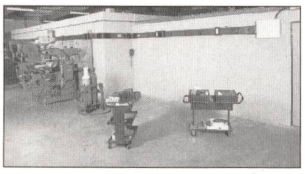
- Interaktive **Windows-Grafik**
- **GIS Integration**
- **Lastflussrechnung**, **Betriebs-Optimierung**
- **Fehlerberechnung** (IEC 909, VDE 102, 103), Mehrfachfehler
- **Transiente Vorgänge**
- **Stabilitätsberechnung**
- **Oberschwingungsanalyse**

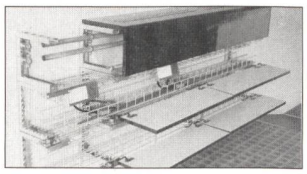


- **Koordination** von **Überstrom-** und **Distanzschutz**
- Übernahme von aktuellen Messpunkten zur Netz - **Onlinesimulation**
- **Ankoppelung an NSE Daten-bank** über Standleitung oder Internet

NSE GmbH Schweiz
Bremgarterstrasse 54
5610 Wohlen

Tel: 056 621 92 92
Fax: 056 621 92 82
Mail: info@nse.ch





Fabrikbauten und Nachinstallationen mit LANZ Qualitätsprodukten:

- **LANZ Stromschienen** 25–8'000 A IP 20, IP 54 und IP 68 1–245 kV EN/IEC-Norm
- **LANZ Weitspann-Kabelpritschen** 6 m Länge **NEU**
- **LANZ Multibahnen** – **eine** Bahn für alle **Kabel,** auch far-big oder aus Stahl inox. SN SEV 1000/3 und CE-konform
- **G-Kanäle** und **Alu-Kabelschutzrohre** für (kleine) Kabelinstallationen an Decken und Wänden
- **LANZ Brüstungskanäle** 150 x 200 – 250 x 250 mm und **2-Stromkreis-Brüstungskanal-Stromschienen kb-System** 230 V/63 A und 400 V/63 A für Werkstätten, Labors und Büros
- **Boden-Anschlussdosen** und Anschlussdosen für den Ein-bau in Doppelbodenplatten. – Kabelauslässe 8- und 16-fach
- **MULTIFIX Schienenmontagesystem** und **Rohrschellen** für die **koordinierte Installation** aller Elektro-, Sanitär- und HLK-Leitungen **NEU**

Fortschrittlichste Technik. Rasch montiert. Erweiter- und ausbaubar. Fragen Sie LANZ für Beratung, Offerte und preisgünstige Lieferung

lanz oensingen ag Tel. 062 388 21 21 Fax 062 388 24 24

☐ Mich interessieren . . . . . Bitte senden Sie Unterlagen.

☐ Könnten Sie mich besuchen? Bitte tel. Voranmeldung!

Name/Adresse/Tel. _____

AL 02

LANZ **lanz oensingen ag**
CH-4702 Oensingen · Telefon ++41/62 388 21 21