

---

# BGI 755

## Sicherer Betrieb von Niederspannungs- Innenraumschaltanlagen ISA 2000

(bisher ZH 1/50)

Berufsgenossenschaft der Feinmechanik und Elektrotechnik

Januar 1995

---

### Vorwort

An Niederspannungs-Innenraumschaltanlagen vom Typ ISA 2000, die in großer Anzahl betrieben werden, bestehen z.T. erhebliche sicherheitstechnische Mängel.

Ergänzend zu den bereits eingeleiteten Maßnahmen /1/ und den veränderten gesetzlichen Bestimmungen werden den Betreibern Möglichkeiten zur Abwendung der Gefährdungen aufgezeigt.

Eine Änderung von bestehenden Anlagen kann nach § 61a der Unfallverhütungsvorschrift "Allgemeine Vorschriften" (VBG 1) von den Berufsgenossenschaften verlangt werden, wenn vermeidbare Gefahren für Leben oder Gesundheit zu befürchten sind.

### 1 Anwendungsbereich

Diese Regeln gelten für Niederspannungs-Innenraumschaltanlagen ISA 2000. Sie enthalten Maßnahmen, die die Sicherheit beim Bedienen und Arbeiten an diesen Anlagen gewährleisten.

### 2 Gefährdungen an ISA 2000-Anlagen

Beim Betrieb von ISA 2000-Anlagen bestehen wegen der mangelhaften Konstruktion, insbesondere der Einschubtechnik und dem unzureichenden Berührungsschutz folgende Gefährdungen:

- Gefährliche Körperdurchströmung
- Verletzungen durch Störlichtbögen, die durch Potentialbrücken beim Betätigen von Einschüben oder Auswechseln von NH-Sicherungen, entstehen können.

In Anlagen über 500 V Nennspannung bestehen außerdem Gefährdungen durch das Versagen von Leistungsschaltern.

Besonders hoch ist die Gefährdung aufgrund der hohen Energiedichte in Schaltfeldern (SF) und Schaltgerüsten (SG), insbesondere wenn keine Gruppensicherungen vorhanden sind.

Bei der Bewertung der Gefährdungen sind der Zustand, das Baujahr, die Varianten der Feldtypen und ggf. vom Betreiber bereits realisierte Maßnahmen zur Verbesserung der Arbeitssicherheit zu berücksichtigen.

### 3 Schutzmaßnahmen

#### 3.1 Organisatorische Maßnahmen

##### 3.1.1 Allgemeine Anforderungen

Das Bedienen von und das Arbeiten an den ISA 2000-Anlagen hat entweder im spannungsfreien Zustand oder mit persönlicher Schutzausrüstung zu erfolgen, soweit die bestehenden Gefährdungen nicht durch Nachrüstung beseitigt sind.

Die Entscheidung, ob der spannungsfreie Zustand hergestellt werden muß oder ob persönliche Schutzausrüstung ausreichenden Schutz bietet, hängt von der Dauer und der Größe des fließenden Stromes des zu erwartenden Störlichtbogens ab.

Die Lichtbogendauer ergibt sich aus der Gesamtausschaltzeit  $t_{ag}$  des vorgeordneten Kurzschlußauslösers oder einer Sicherung.

Der im Störlichtbogen fließende Kurzschlußstrom  $I_{KLB}$  ergibt sich aus dem dreipoligen metallischen Anfangs-Kurzschlußwechselstrom  $I_K''$  und dem Strombegrenzungsfaktor  $k_B$  des Lichtbogens. /2/

$$I_{KLB} = k_B \cdot I_K''$$

$I_K'' \hat{=}$  dreipoliger Anfangs-Kurzschlußwechselstrom (siehe DIN VDE 0102)

$k_B \hat{=}$  Minderungsfaktor des Lichtbogenstromes (übliche Werte:  $0,6 \leq k_B \leq 0,9$ )

Die Ermittlung der  $k_B$ -Werte ist sehr aufwendig. Deshalb werden die  $I_K''$ -Werte zugrundegelegt./1/

Zur Orientierung sind für 400 V-Anlagen die zu erwartenden maximalen dreipoligen Anfangskurzschlußwechselströme angegeben. Dabei gelten folgende Annahmen:

1. Die Impedanz des einspeisenden Mittelspannungsnetzes bleibt bei hoher Kurzschlußleistung ( $SK'' > 175 \text{ MVA}$ ) unberücksichtigt.
2. Die Kurzschlußspannung des einspeisenden Trafos beträgt 6 %
3. Der ohmsche Spannungsfall des einspeisenden Trafos beträgt 1 %

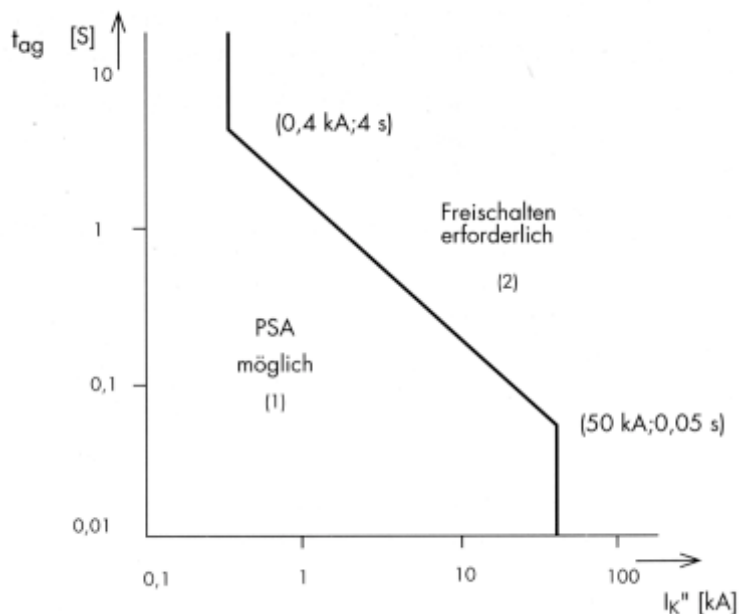
Trafoleistung [KVA]	630	1000	1600
$I_K''$ [kA] an den US-Klemmen des Trafos	15,2	24,0	37,5
$I_K''$ [kA] im Einspeisefeld einer SL-Station	14,7	23,3	36,4
$i_K''$ [kA] im Einspeisefeld einer Trafostation bei 10 m Schienenführung vom Trafo	14,1	22,3	34,9

Bei der Ermittlung des tatsächlichen Anfangskurzschlußwechselstromes  $I_K''$  ist die Impedanz des einspeisenden Mittelspannungsnetzes zu berücksichtigen. Gegebenenfalls sollte das zuständige Energieversorgungsunternehmen konsultiert werden.

Die Gesamtausschaltzeit  $t_{ag}$  ist aus der Anlagendokumentation zu entnehmen oder zu bestimmen, z.B. aus dem Auslöseprogramm einer Sicherung oder durch Messen der Auslösezeit am Leistungsschalter.

Mit den so ermittelten Werten kann anhand der Kennlinie im Bild 1 die Entscheidung getroffen werden, ob persönliche Schutzausrüstung ausreichenden Schutz gewährleistet oder ob der freigeschaltete und gesicherte Zustand erforderlich ist.

Im Bereich (1) ist der Schutz durch persönliche Schutzausrüstung ausreichend. Liegen die Werte im Bereich (2), ist Freischalten erforderlich.



**Abb. 1: Strom-Zeit Kennlinie zur Beurteilung der Schutzmaßnahmen [I] s. Anhang 1**

### 3.1.2 Persönliche Schutzausrüstung

Mit mindestens folgender normgerechter persönlicher Schutzausrüstung (DIN VDE 0680 T 1) kann die erforderliche Schutzwirkung im Bereich (1) erreicht werden:

- Helm mit Gesichtsschutzschirm,
- NH-Sicherungsaufsteckgriff mit Stulpe,
- isolierende Schutzhandschuhe und
- geschlossen zu tragende Arbeitskleidung aus Baumwolle oder solche mit gleichwertigen Eigenschaften.

### 3.1.3 Betriebsanweisung

Für jede Anlage ist eine Betriebsanweisung zu erstellen. Es ist festzulegen, ob persönliche Schutzausrüstung benutzt werden darf oder freigeschaltet werden muß.

Bei der Aufstellung der Betriebsanweisung ist zu berücksichtigen, daß das Anwenden der Fünf Sicherheitsregeln das höchste Maß an Sicherheit gewährleistet.

Für Arbeiten in der Nähe unter Spannung stehender Teile sind alle Arbeitsschritte festzulegen. Wegen der engen Bauweise der ISA 2000-Anlagen ist der Schutz durch Abstand nicht möglich. In jedem Fall sind daher unter Spannung stehende Teile in der Nähe abzudecken.

Unter Spannung stehende NH-Sicherungen sind auch im lastfreien Zustand mit Sicherungsaufsteckgriff mit Stulpe und Gesichtsschutzschirm zu wechseln.

Das Arbeiten unter Spannung gemäß der Unfallverhütungsvorschrift "Elektrische Anlagen und Betriebsmittel" (VBG 4) § 8 Nr. 2 aus zwingenden Gründen ist unzulässig.

Weitere organisatorische Maßnahmen zur Vermeidung von Gefährdungen sind ausgehend von den betrieblichen Verhältnissen in Festlegungen

- zu Schalthandlungen
- z.B. Freischalten durch den vorgeordneten Mittelspannungs-Leistungsschalter
- zur Instandhaltung
- zur Unterweisung und
- zur Verantwortung

zu treffen.

Führen Fremdfirmen Tätigkeiten an ISA 2000-Anlagen aus, so müssen die Festlegungen der Betriebsanweisung auch von diesen eingehalten werden.

### **3.1.4 Unterweisung**

Die Beschäftigten sind vor erstmaliger Aufnahme der Tätigkeit und danach mindestens jährlich über die besonderen Gefahren beim Betrieb von ISA 2000-Anlagen und über die besonderen Festlegungen dieser Regeln zu unterweisen.

## **3.2 Technische Maßnahmen**

Durch geeignete technische Maßnahmen müssen die ISA 2000-Anlagen ertüchtigt werden, daß beim Bedienen und Arbeiten eine Personengefährdung durch Körperdurchströmung oder Lichtbogenbildung weitgehend ausgeschlossen ist.

Folgende technische Verbesserungen an den Anlagen sind vorzunehmen, damit die Gefahr durch Störlichtbogen verringert und der Berührungsschutz verbessert wird:

1. Gewährleistung des teilweisen Schutzes gegen direktes Berühren nach DIN VDE 0 106 T 100 an elektrischen Betriebsmitteln auf der Türinnenseite.
2. Nachrüstung der Einschubtechnik mit entsprechenden Vorrichtungen zur Vermeidung von Potentialbrücken:
  - Einbau von Trennplatten zwischen den Einschubkontakten oder
  - Verzicht auf Einschubtechnik durch festeingebaute Schaltgeräte oder
  - Verbesserung der Einschubtechnik zur Führung des Einschubes.
3. Vermeidung des Verfahrens von Leistungsschaltereinschüben unter Last durch Verriegelungen
4. Gewährleistung des teilweisen Schutzes gegen direktes Berühren nach DIN VDE 0 106 T 100.
5. Austausch einpoliger NH-Sicherungen ohne Berührungsschutz gegen mehrpolige Sicherungstrennschalter bzw. Sicherungslasttrennschalter oder Nachrüstung von geeigneten isolierenden Trennplatten zwischen NH-Sicherungen unterschiedlichen Potentials.

Beispiele für die Nachrüstung der Punkte 1 – 5 enthält Anhang 2.

Weitere technische Maßnahmen können sich aus der Anlagenspezifik ergeben.

Dies kann Forderungen nach Schottungen, Austausch von Schaltgeräten und andere Maßnahmen ergeben.

An den Anlagen ISA 2000-EV in den Netzen der öffentlichen Energieversorgung kann die Ertüchtigung auf den Punkt 4 im Bereich des Einspeiseschalters beschränkt werden.

Eine Verringerung der Gefährdung durch Störlichtbögen kann zusätzlich durch eine Verkürzung der Lichtbogenbrenndauer erreicht werden. Hierbei sollten Abschaltzeiten unter 100 ms angestrebt werden.

## 4 Zeitpunkt der Anwendung

Die Festlegungen des Abschnittes 3.1 organisatorische Maßnahmen sind anzuwenden ab 1.9.1995.

Für die technischen Maßnahmen des Abschnittes 3.2 gelten folgende Übergangsfristen:

- Ziffer 1: 31.12.1996,
  - Ziffern 2 bis 5: 31.12.1999,
- sofern nicht Bestimmungen dieser Regeln nach geltender Rechtsnorm oder als allgemein anerkannte Regeln der Technik bereits zu beachten sind.

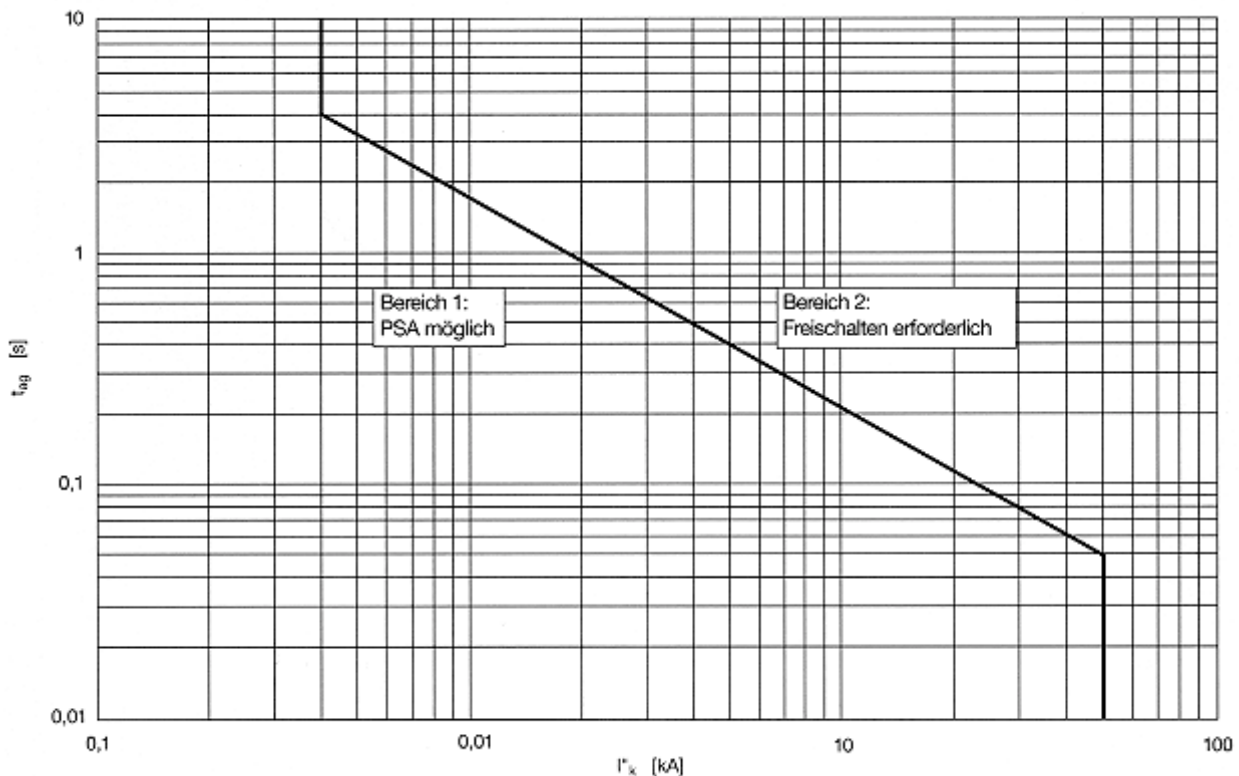
## Literatur

/1/ Montage-, Bedienungs- und Wartungsvorschrift ISA-2000-SF, -SG, -SK, -SS Nr. 13-990.00/00.41.00 09-4 Magdeburg: VEB Starkstrom-Anlagenbau Magdeburg, 1980

/2/ Projektierungsvorschrift Kurzschlußströme in Drehstrom-Anlagen Teil 6: Berücksichtigung von Störlichtbögen in Anlagen bis 1000V Ordnungs-Nr. 1.8/2.87 Berlin: VEB Kombinat Automatisierungsanlagenbau, 1987

## Anhang 1

### Strom-Zeit-Kennlinie zur Beurteilung der Schutzmaßnahmen



## Anhang 2

### Beispiele für Anpassung von ISA 2000-Anlagen

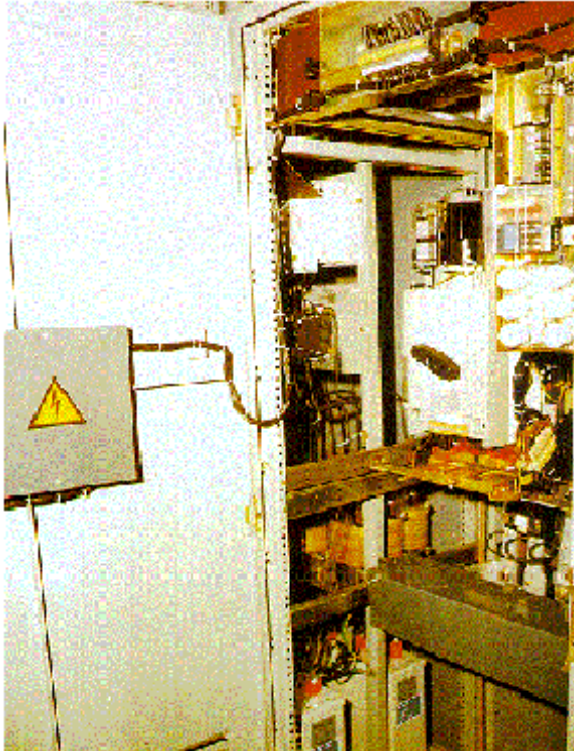


Abb. 1: SF-Feld mit festeingebauten Schaltgeräten und nachgerüsteten Berührungsschutzabdeckungen

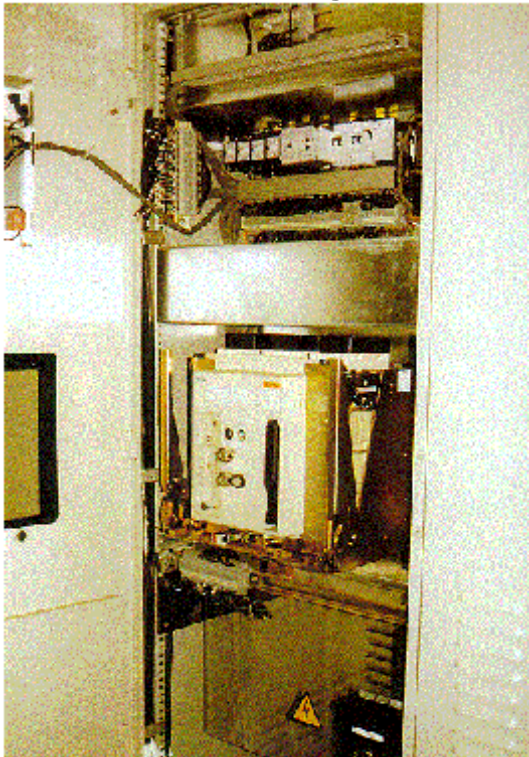
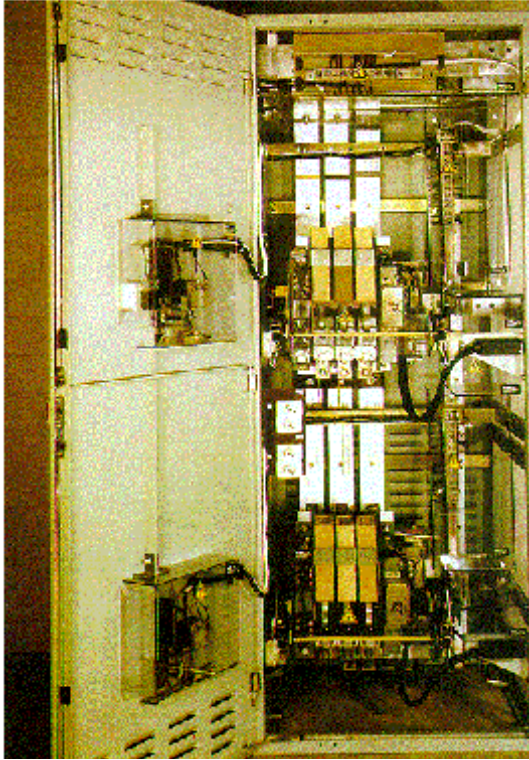
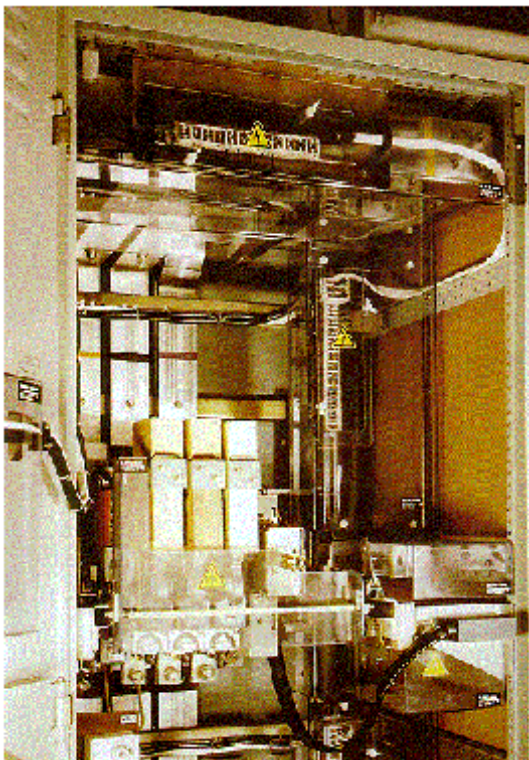


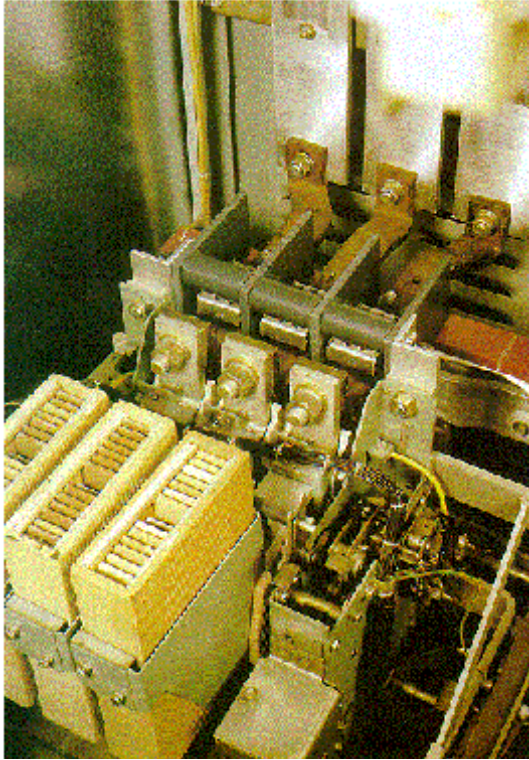
Abb. 2: SF-Einspeisungsfeld mit modernem Leistungsschalter mit sicherer Einschubtechnik



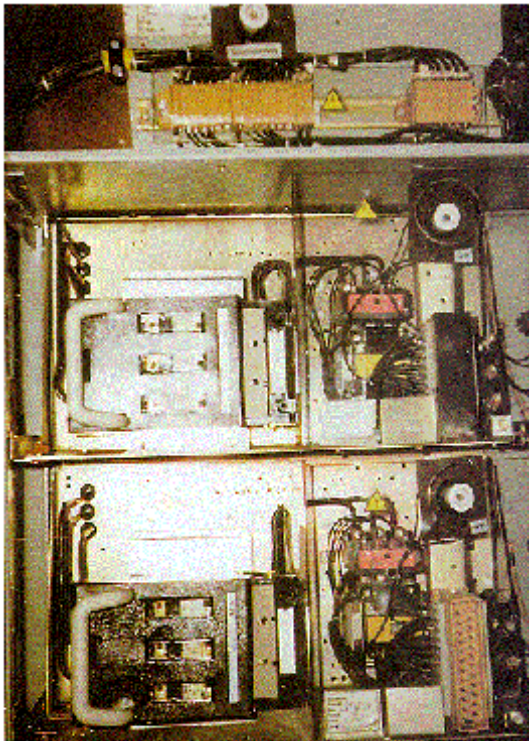
**Abb. 3 + 4: SF-Abgangsfelder mit nachgerüsteten Berührungsschutzabdeckungen**



**Abb. 4**

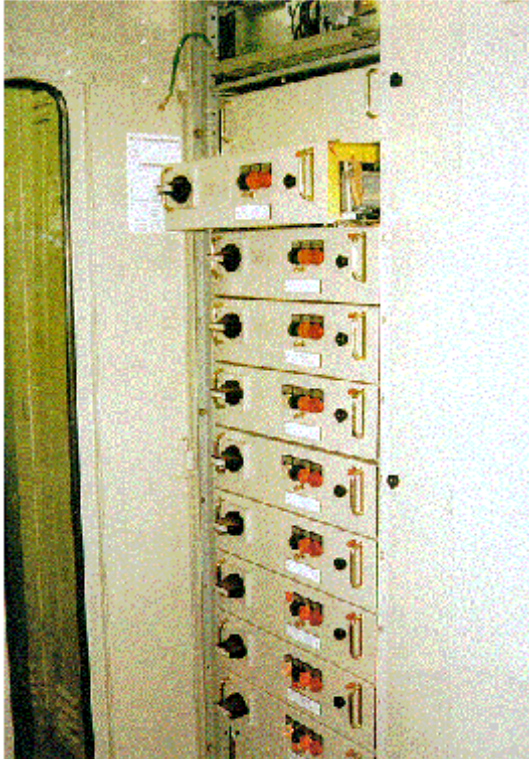


**Abb. 5: Isolierstege an Einschubkontakten zur Vermeidung von Potentialbrücken beim Betätigen**



**Abb. 6: SG-Feld mit Sicherungs-Lasttrennschalter und nachgerüsteten Berührungsschutzabdeckungen**





**Abb. 7: SG-Feld mit neukonstruierten sicheren Einschüben**