Anforderungen an Hochspannungsprüfer, Kurzschliess- und Erdungsvorrichtungen

Autor(en): **Kuhn, F.**

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): **76 (1985)**

Heft 19

PDF erstellt am: **28.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-904687

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

Anforderungen an Hochspannungsprüfer, Kurzschliess- und Erdungsvorrichtungen

Die Gefahr, welcher jedermann ausgesetzt ist, der an einer elektrischen Anlage für Starkstrom arbeitet, liegt darin, dass der elektrische Strom unsichtbar ist. Sein Vorhandensein kann nur durch seine magnetischen, thermischen und chemischen Wirkungen oder durch Lichteffekte wahrgenommen werden. Es ist deshalb absolut notwendig, über zuverlässige Ausrüstungen zu verfügen:

- Hochspannungsprüfer, um die Spannungsfreiheit vor dem Anbringen der Kurzschliess- und Erdungsvorrichtung festzustellen,
- Kurzschliess- und Erdungsvorrichtungen zum Schutz der Anlage und vor allem des Personals gegen unbeabsichtigtes Auftreten einer Spannung.

Die nachfolgenden Ausführungen bezwecken, die Wahl der geeigneten Ausrüstungen zu erleichtern, wobei die wichtigsten Eigenschaften erläutert werden, denen die beiden erwähnten Sicherheitsausrüstungen zu entsprechen haben. Grundlage bilden die in der Schweiz in Kraft stehenden Vorschriften.

1. Vorschriften

Die in der Schweiz in Kraft stehenden Vorschriften sind in der Eidgenössischen Starkstromverordnung[1] enthalten. Folgende Artikel beziehen sich auf die Ausrüstung, die der Prüfung sowie Erdung und Kurzschliessung dienen:

Artikel 7 «Arbeiten an Starkstromanlagen»

Ziff. 1 An Starkstromanlagen dürfen, auch wenn sie spannungslos sind, Arbeiten nur von fachlich ausgebildetem und zweckmässig ausgerüstetem Personal ausgeführt werden. (...)

Artikel 8 «Massnahmen zum Schutze der Arbeitenden»

Ziff. 4 Wenn ein Anlageteil spannungslos gemacht werden muss, um Arbeiten daran durchzuführen, so darf die Arbeit nicht begonnen werden, bevor die Sicherheit besteht, dass der Anlageteil spannungsfrei ist. (...)

Ziff. 7 Soll an abgeschalteten Hochspannungsanlageteilen gearbeitet werden, so sind diese vorher zu erden und kurzzuschliessen. (...)

Artikel 30 «Massnahmen gegen Wirkungen von Überstrom»

Alle Anlagenteile sind so zu bemessen und anzuordnen, dass sie in allen Betriebsfällen den Wirkungen des maximalen Kurzschlussstromes bis und mit seiner Unterbrechung widerstehen, ohne Personen zu gefährden, Brandausbrüche zu verursachen oder selbst Schaden zu nehmen. Hierbei ist mit Bezug auf die Erwärmung die Dauerkurzschlussstromstärke und mit Bezug auf die dynamische Beanspruchung die Momentan-Kurzschlussstromstärke massgebend.

Kurzgefasst bedeuten diese Bestimmungen:

- Eine Hochspannungsanlage, welche nicht geerdet und kurzgeschlossen ist, muss als unter Spannung stehend betrachtet werden.
- Eine Hochspannungsanlage muss vorgängig geerdet und kurzgeschlossen werden, bevor daran gearbeitet wird.
- Das Personal muss mit einer geeigneten Ausrüstung versehen sein.
- Das Material muss so ausgelegt werden, dass es den Kurzschlüssen (den thermischen und dynamischen Beanspruchungen) widersteht, welche durch ein unbeabsichtigtes Wiedereinschalten entstehen können.

Auffallend ist, dass nirgends von der Verpflichtung die Rede ist, die Spannungsfreiheit zu prüfen.

Die Unternehmen der elektrischen Energieversorgung gehen über die Vorschriften hinaus, indem sie die «Fünffingerregel» anwenden (Fig. 1), die vor jedem Eingriff in eine elektrische Anlage fünf Handlungen vorschreibt:

- Abschalten,
- Blockieren des «Schalters»,
- Überprüfen der Spannungsfreiheit,
- Erden und Kurzschliessen,
- Abgrenzen (den Arbeitsbereich).

Es gibt in der Schweiz weder präzise Arbeitsregeln noch technische Vorschriften für die Sicherheitsausrüstungen. Es ist deshalb notwendig, auf ausländische Normen zurückzugreifen, um die Zuverlässigkeit und somit die Sicherheit zu garantieren. Da der Verbraucher in der Schweiz die technischen Vorschriften und Wünsche an die Hersteller festlegen kann, erscheint es zweckmässig, auf die deutschen VDE-Normen sowie auf die Vorschriften der Electricité de France abzustellen.

2. Technische Daten

Gemäss den deutschen und französischen Vorschriften hat der Käufer oder Benützer von solchen Sicherheitsgeräten die folgenden wichtigen Punkte zu beachten:

2.1 Spannungsprüfer

a) Das Prüfgerät für die Spannungsfreiheit darf nicht ansprechen, wenn die Spannung unter 15% der Nennspannung U_N liegt. Es soll aber über 0,4 U_N mit Sicherheit ansprechen.

$$0{,}15\ U_N \leq U_{Schw} \leq 0{,}4\ U_N$$

U_{Schw} ist die Schwellenspannung, bei der zwischen Phase und Erde das Prüfgerät anspricht. Der Minimalwert ist so festgelegt, dass damit das Gerät gegen induzierte Spannungen unempfindlich ist. Der Maximalwert ergibt sich aus der Annahme einer Spannungsschwankung von ungefähr 30%, also $0{,}7\ U_N / \sqrt{3}$.

b) Der Spannungsprüfer muss entweder mit einer Anzeige durch zwei Lampen (optische Apparate) oder mit einer Anzeige durch zwei verschiedene Tonhöhen (akustische Apparate) ausgerüstet sein. Eines der Signale zeigt an, dass das Gerät für die Messung bereit ist, das andere signalisiert das Vorhandensein einer Spannung. Beide Signale werden für den Test des Apparates

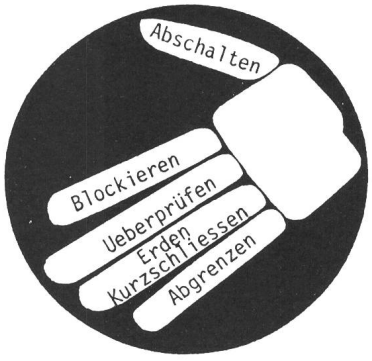

Fig. 1 Fünffingerregel zur Sicherheit vor jedem Eingriff in eine elektrische Anlage

Französische und italienische Übersetzungen dieses Textes können beim Autor bezogen werden.

Adresse des Autors
F. Kuhn, Glomar AG, 9403 Goldach.

[1] Verordnung über die Erstellung, den Betrieb und den Unterhalt von elektrischen Stromanlagen (Starkstromverordnung); 7. Juli 1933.

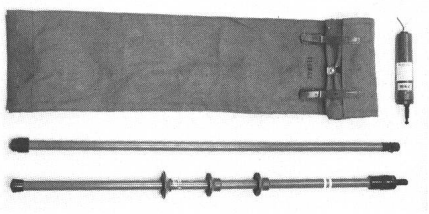

Fig. 2 Spannungsprüfer für Mittel- und Hochspannung Type CC 360

Anzeigesignal	optisch *und* akustisch
Nennspannung, Stangenlänge und Anzeigeschwelle	gemäss Verlangen des Benützers
Bedienungsstange	Isofiber orange für Verwendung bei Niederschlägen
Speisung	4 Langzeitbatterien zu 1,5 V
Aufbewahrung und Transport	in Segeltuch-Tragtasche mit Tragriemen für Transport auf dem Rücken

benötigt. Dies ergibt folgende vollständige Handhabung:

Funktionskontrolle

1. Testknopf betätigen:
Signal «Spannung vorhanden» (rote Lampe/hoher Ton)

2. Testknopf loslassen:
Signal «Apparat zum Einsatz bereit» (grüne Lampe/tiefer Ton)

Spannungsprüfungen

3. Kontakt mit der zu prüfenden Anlage:
Grüne Lampe/tiefer Ton «Keine Spannung», rote Lampe/hoher Ton «Spannung vorhanden»

4. Rückzug von der zu prüfenden Anlage:
Signal «Apparat zum Einsatz bereit» (grüne Lampe/tiefer Ton) Signal erlöscht nach etwa 2 min.

c) Der Spannungsprüfer muss folgende Angaben aufweisen:

- Nennspannung — Beispiel «16 kV»
- Art der Verwendung — Beispiel «auch bei Niederschlägen verwendbar»

Figur 2 zeigt einen Spannungsprüfer für Mittel- und Hochspannung, der die genannten technischen Bedingungen erfüllt.

2.2 Erdungs- und Kurzschliessvorrichtung

Zu einer Erdungs- und Kurzschliessvorrichtung gehören die Klemmen, die Kabel mit ihren Anschlussteilen an die Klemme sowie die Bedienungsstange.

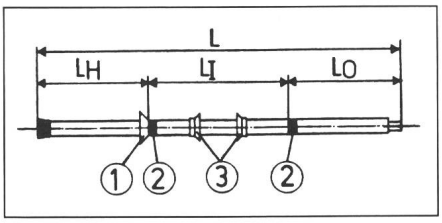

Fig. 3 Bedienungsstange der Erdungsvorrichtung

1 Begrenzungsscheibe (Handschutz)
2 Roter Ring
3 Schirme

Klemmen

Die Klemmen müssen den thermisch und dynamischen Beanspruchungen durch die im Verteilnetz auftretenden Kurzschlüsse widerstehen.

Die Verbindung mit den Kabeln muss durch Pressung oder Verschraubung erfolgen (und nicht durch Löten).

Kabel

Die Kabel müssen aus Kupferdraht von 0,1 mm Durchmesser bestehen und sind mit einem Schlauch zu isolieren. Es muss möglich sein, den guten Zustand des Kabels zu kontrollieren. Somit ist ein durchsichtiger Schlauch zu verwenden. Der Silikonüberzug der Drähte vermindert in hohem Masse die Korrosion und verstärkt die Verfärbung des Kabels nach einem eventuellen Kurzschluss.

Bedienungsstange

Die ein- oder mehrteilige Stange ist in drei Zonen eingeteilt (Fig. 3).

Zone L_H	Handhabe begrenzt durch Handschutz und roten Positionsring
Zone L_I	Isolierteil (Länge abhängig von Nennspannung)
Zone L_O	Oberteil (abhängig von der Geometrie der Anlagen)

L_H muss mindestens 20% der Totallänge L betragen und soll zwischen 300 und 1000 mm liegen. Die Zonen L_I und L_O sind durch einen roten Ring getrennt. Unterhalb dieses Ringes ist jeder Kontakt der Stange mit unter Spannung stehenden Teilen zu vermeiden.

Nach der Verwendungsart unterscheidet man zwei Gruppen von Bedienungsstangen:

- auch bei Niederschlägen verwendbar
- bei Niederschlägen nicht verwenden

Die Stangen für Verwendung bei Niederschlägen müssen innen mit Schaum ausgefüllt sein, um die Bildung von Kondenswasser zu vermeiden. Sie müssen auch mit Regenjupes versehen sein und mit Silikon eingerieben werden, um die Bildung von Wasser*tropfen* zu begünstigen.

Arbeitsweise

Auf dem Markt besteht eine Vielzahl von Erdungs- und Kurzschliessvorrichtungen, deren Auslegung auf verschiedenen Prinzipien beruht: Klemmen zum Einklinken oder zum Anschrauben, Betätigung durch eine oder drei Stangen usw.

Beim Einhängen eines Satzes von 3 anschraubbaren Klemmen mittels einer einzigen Stange für die drei Phasen kommt der Ausführende nach Befestigung der ersten Klemme am Leiter in Berührung mit den beiden andern Klemmen, entweder wenn er sie eine nach der andern auf die Stange aufstecken muss oder wenn sie auf seiner Höhe hin und her baumeln oder wenn sie an seinem Gurt befestigt sind. Wenn die Leitung dann unbeabsichtigt unter Spannung gesetzt wird, wird der Monteur einer Potentialdifferenz unterworfen, welche von folgenden Grössen abhängig ist: Erdstrom des Netzes, Übergangswiderstand der Erdungs- und Kurzschlussvorrichtung zur Erde, Widerstand des Trägers (Holz-, Beton- oder Metallmast), Eigenwiderstand des Ausführenden (Fig. 4). In den Mittelspannungsnetzen liegt diese Spannung zwischen einigen zehn und einigen hundert Volt und kann somit gefährlich sein.

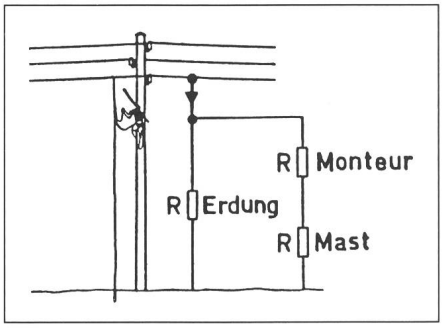

Fig. 4 Erdung einer Drehstromleitung

Trotz der geringen Wahrscheinlichkeit, dass der Praktiker dieser Gefahr ausgesetzt wird, rechtfertigt dies eine Konstruktion, wo jeglicher Kontakt mit den Klemmen vermieden wird, sobald eine derselben am Leiter befestigt ist. Ein wirksames und einfaches System besteht darin, die drei Klemmen auf einem am Stangenende befestigten Träger zu montieren. Dieses Vorgehen ist aber nur mit Klemmen zum Einschnappen möglich.

Figur 5 zeigt eine entsprechende Erdungs- und Kurzschlussvorrichtung.

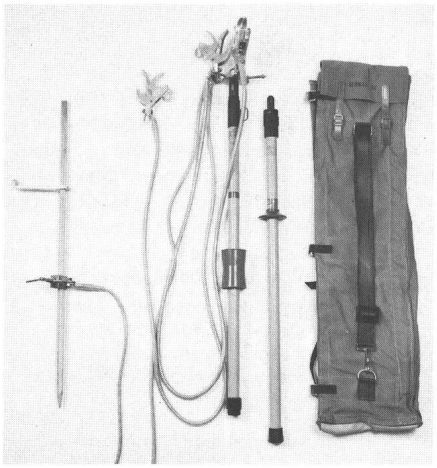

Fig. 5 Erdungs- und Kurzschlussvorrichtung MT-600-CVE

Klemmen	zum Einschnappen
Kurzschlussseile	Querschnitt 50 mm², Länge je 2,2 m
Erdungsseil	Querschnitt 35 m², Länge 13 m, Verlängerung 7 m
Bedienungsstange	für Verwendung bei Niederschlägen, Länge 2 × 1 m
Zulässige Belastungen	
- thermisch	I_{cc} = 12 kA während 0,4 s oder 10 kA während 1,0 s
- dynamisch	I_{cc} = 27 kA