

# Aussergewöhnliche Folgen einer Starkstromstörung = Conséquences extraordinaires d'un dérangement causé par du courant fort

Autor(en): [s. n.]

Objektyp: Article

Zeitschrift: Technische Mitteilungen / Schweizerische Telegraphen- und Telephonverwaltung = Bulletin technique / Administration des télégraphes et des téléphones suisses = Bollettino tecnico / Amministrazione dei telegrafi e dei telefoni svizzeri

Band (Jahr): 2 (1924)

Heft 3

PDF erstellt am: 08.08.2024

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-873939>

## 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.

$\sigma$  darf für alle Tiefen 1,0 kg pro  $\text{cm}^2$  nicht überschreiten.

b. Für gewachsenen Boden und gesetzte Erdschüttungen

$$\sigma = \frac{12Z \left(1 + \frac{2}{3}t\right) - 2Gb}{bt^2}$$

$\sigma$  darf für die verschiedenen Bodenarten folgende Werte nicht überschreiten:

Bodenart	Zulässige Bodenpressung in Tiefe t in $\text{kg/cm}^2$
Erdschüttungen (Dämme, Auffüllungen)	$\sigma = 0,020 \text{ t}$
Leichter Ackerboden (Humus mit Sand)	$\sigma = 0,027 \text{ t}$
Schwerer Ackerboden (lehmig) . . .	$\sigma = 0,032 \text{ t}$
Gewachsener Kiesboden . . . . .	$\sigma = 0,065 \text{ t}$

Die Fundamenttiefe kann in erster Annäherung aus folgenden Formeln berechnet werden. Sie ergeben etwas zu kleine Werte (zirka 10 %).

Bodenart	Näherungswert der Fundamenttiefe
Erdschüttungen . . . . .	$t = 8,5 \sqrt[3]{\frac{Zl}{b}}$
Leichter Ackerboden . . . . .	$t = 7,6 \sqrt[3]{\frac{Zl}{b}}$
Schwerer Ackerboden . . . . .	$t = 7,2 \sqrt[3]{\frac{Zl}{b}}$
Gewachsener Kiesboden . . . . .	$t = 5,7 \sqrt[3]{\frac{Zl}{b}}$

Es bedeutet:

- $\sigma$  die vom Biegemoment erzeugte seitliche Bodenpressung an der untern Fundamentkante in der Tiefe t in kg per  $\text{cm}^2$ ,
- Z die äussere, oben am Mast angreifende, nach Art. 34 zu bestimmende Zugkraft in kg,
- l die Länge des Krafthebelarmes von Fundamentoberkante bis Angriffspunkte der Zugkraft in cm,
- t die Fundamenttiefe in cm,
- G das Gewicht des Sockels und Mastes in kg,
- b die Fundamentbreite in cm.

### Aussergewöhnliche Folgen einer Starkstromstörung.

In einem schweizerischen Dorfe ereignete sich kürzlich eine Starkstromstörung, welche durch das Zusammentreffen verschiedener Umstände von aussergewöhnlichen Folgen begleitet war, deren Ursachen und Begleiterscheinungen für Beamte und Monteure, die sich mit elektrischen Installationen zu befassen haben, von Interesse sind. Ein Auszug aus dem bezüglichen Berichte dürfte deshalb an dieser Stelle von Nutzen sein.

Bei einem Gewitter trat in der Transformatoren-Station der Ortschaft ein Defekt auf, welcher zu einem Uebertritt von hochgespanntem Strom von 10,000 Volt Spannung in das dortige Niederspannungsnetz führte. Um die kritische Zeit sass in einer benachbarten Wirtschaft ein Gast bei einem Glase Wein, während die 4 kleinen Kinder der Wirtin am Boden sass und spielten. Die Wirtin selbst war in der Küche nebenan. Plötzlich trat längs der Wand der Gaststube eine starke Feuererscheinung auf, begleitet von einem heftigen Knall und kräftiger Rauchentwicklung. Die Feuererscheinung dauerte nur einen Augenblick. Eine Zeitung, die ein am Boden spielendes Kind in den Händen hielt, wurde zur Entzündung gebracht, auf den Tischen wurde verschiedenes Glasgeschirr zertrümmert und gleichzeitig wurden im Hause alle elektrischen Glühlampen und Sicherungs-Schmelzeinsätze demoliert. Die starke Feuererscheinung in der Gaststube trat längs der in Isolierrohr geführten Lichtleitung auf. Parallel zu dieser elektrischen Leitung ist die Erdleitung der eidg. Telephon-Installation geführt und es beträgt der Abstand zwischen dem

### Conséquences extraordinaires d'un dérangement causé par du courant fort.

Il s'est produit récemment, dans un village suisse, un dérangement qui a été causé par du courant fort et qui, par suite de circonstances diverses, a eu des conséquences extraordinaires. Les causes de ce dérangement et la manière dont il s'est manifesté, présentant de l'intérêt pour les fonctionnaires et les monteurs qui s'occupent d'installations électriques, nous croyons utile de donner ci-après un extrait du rapport relatant l'événement.

Lors d'un orage, il se produisit dans le poste de transformation de la localité un défaut, qui provoqua le passage d'un courant de 10,000 volts dans le réseau local à basse tension. A ce moment-là, dans le restaurant voisin, un consommateur était attablé devant un verre de vin, cependant que les 4 petits enfants de la tenancière, assis sur le plancher, jouaient et s'amusaient. La tenancière, elle, se trouvait à la cuisine. Soudain apparut le long de la paroi de la salle à boire une lueur intense accompagnée d'une formidable détonation et d'un fort dégagement de fumée. Cette lueur ne dura qu'un instant. Un journal que tenait l'un des enfants prit feu, des verres qui étaient sur la table furent mis en pièces et toutes les lampes à incandescence de la maison ainsi que les fusibles des protecteurs furent démolis. La lueur dans la salle à boire apparaissait le long des conduites d'éclairage placées dans des tubes isolants. Le fil de terre de l'installation téléphonique de l'Etat suit parallèlement la conduite d'éclairage, et la distance entre l'enveloppe métallique du tube isolant et le fil de terre du téléphone est d'environ 10 mm. Le long du

Metallmantel des Isolierrohres und der Telefon-Erdleitung zirka 10 mm. Am Isolierrohr und an der Erdleitung sowie an der Wand und Decke sind deutliche Spuren elektrischer Ueberschläge bemerkbar. Sie lassen darauf schliessen, dass in der Lichtleitung eine hohe Spannung aufgetreten ist, welche bei einer Abzweigdose auf den Metallmantel des Isolierrohres übergetreten sein muss. Von diesem so unter hohe Spannung geratenen Metallmantel sind Ueberschläge über die benachbarte Telefon-Erdleitung zur Erde (Wasserleitung) erfolgt. Die Messung des Ausbreitungs-Widerstandes der an die Wasserleitung angeschlossenen Telefon-Erdleitung ergab zirka 3 Ohm.

Das mit der Zeitung am Boden sitzende Kind befand sich zirka 3 m von der Ueberschlagsstelle entfernt. Die Zeitung geriet wahrscheinlich durch das umhersprühende, geschmolzene Metall in Brand, das von der erwähnten Ueberschlagsstelle oder von der neben der Küchentüre befindlichen Schmelzsicherung herrührte. Das Sicherungselement wurde nämlich im Moment der Störung explosionsartig entzündet. Das Kind hat an den nackten Füßen leichte Brandwunden erlitten, die entweder durch umhersprühende Funken oder durch die brennende Zeitung verursacht worden sein müssen. Wie die Beschädigung des auf den Tischen stehenden Glasgeschirrs verursacht worden ist, kann mangels genauer Angaben nicht ohne weiteres erklärt werden. Möglicherweise ist das Geschirr durch die infolge der heftigen Detonation verursachte Erschütterung umgefallen und zerbrochen, oder vielleicht durch den erschrockenen Gast, der am Tische sass, umgeworfen worden.

Die weitere Untersuchung über die Ursache des Auftretens höherer Spannung im Niederspannungsnetz hat folgendes ergeben: Während des Gewitters muss eine atmosphärische Entladung den Weg auf die Hochspannungsleitung gefunden haben, was zu einem Durchschlag mit vollständiger Zertrümmerung eines Hochspannungs-Einführungsisolators an der eisernen Transformatorstation der Ortschaft führte. Diese Transformatorstation besteht aus einem turmähnlichen Gestell aus Profileisen, dessen Wände und Dach mit Blech bekleidet sind. Als Einführungs-Isolatoren sind glatte, durch die Blechwand geführte Porzellanrohre verwendet. Nach der Zertrümmerung eines solchen Rohres gelangte der Hochspannungs-Einführungsdraht mit der Blechverkleidung der Transformatorstation in Berührung, wodurch das ganze eiserne Transformatorhaus unter Spannung geriet. Dabei muss der Einführungsdraht rasch abgeschmolzen sein, so dass die Unterspannungssetzung des Transformatorhäuschens nur einige Augenblicke gedauert haben kann.

Durch die Unterspannungssetzung des Transformatorhäuschens wäre noch nicht unbedingt ein Uebertritt der Hochspannung auf das Niederspannungsnetz entstanden; die nähere Untersuchung förderte aber folgendes zu Tage: Um die Glimmerplättchen für die Spannungssicherung stets rasch zur Hand zu haben, hatte ein Monteur des Elektrizitätswerkes einen Haken aus Kupferdraht angefertigt und einen Vorrat solcher Glimmerplättchen vermit-

tube et du fil de terre, à la paroi et au plafond, on aperçoit clairement les traces que les décharges électriques ont laissées. Elles permettent de conclure que la conduite de lumière a été parcourue par un courant de haute tension, qui, arrivé dans une boîte de jonction, passa sur l'enveloppe métallique du tube isolant. De cette enveloppe, le courant de haute tension se rendit à la terre par le fil de terre du téléphone (conduite d'eau). La mesure de la résistance de diffusion du fil de terre branché sur la conduite d'eau a donné environ 3 ohms.

L'enfant qui tenait le journal était éloigné d'environ 3 m de l'endroit où la décharge se produisit. Ce qui mit le feu au journal, ce sont probablement des parcelles de métal en fusion qui furent projetées soit depuis cet endroit, soit depuis les fusibles installés à côté de la porte de la cuisine. En effet, au moment où le dérangement se produisit, ces fusibles s'allumèrent en faisant une sorte d'explosion. L'enfant, qui était sans chaussure, fut légèrement brûlé aux pieds, brûlures qui doivent avoir été déterminées soit par des étincelles, soit par le journal en feu. Quant aux dégâts que subirent les objets de verre placés sur les tables, nous ne pouvons en expliquer la cause, faute d'indications précises. Il se peut que, sous l'effet de l'ébranlement que provoqua la détonation, ces objets tombèrent et se brisèrent ou qu'ils furent renversés par l'hôte effrayé.

L'examen auquel il a été procédé en vue d'établir la cause déterminante du passage d'un courant de haute tension dans le réseau à basse tension a donné les résultats suivants: Pendant l'orage, une décharge atmosphérique doit avoir trouvé un chemin pour se rendre dans la ligne à haute tension, provoquant à son tour une décharge qui détruisit complètement un isolateur d'introduction à haute tension fixé à la station transformatrice en fer de la localité. Cette station est constituée par un bâti en fer profilé et en forme de tour, dont les parois et le toit sont revêtus de tôle. Comme isolateurs d'introduction, on avait utilisé des tubes unis en porcelaine, qui traversaient le revêtement de tôle. Dès que l'un de ces tubes fut détruit, le fil d'introduction haute tension vint en contact avec le revêtement en tôle de la station de transformation, provoquant la mise sous tension de tout le bâti métallique. Le fil d'introduction s'étant rapidement fondu, le bâti ne doit avoir été sous tension que quelques instants.

Il n'eût toutefois pas été absolument nécessaire que la station transformatrice fût sous tension pour provoquer le passage du courant de haute tension dans le réseau à basse tension.

Un examen plus détaillé révéla ce qui suit: Pour mieux pouvoir saisir les plaques de mica destinées aux coupe-circuit de tension, un monteur de l'usine électrique avait confectionné un crochet en fil de cuivre, à l'aide duquel il avait suspendu une provision de plaques de ce genre au fil de terre isolé des coupe-circuit basse tension. Ce crochet vint en contact avec l'un des fers cornières de la station sans que ledit monteur se fût aperçu de la chose, et établit une liaison métallique entre le bâti de la station et le fil de terre des coupe-circuit basse tension. De la station, qui était sous haute tension, le

telst dieses Hakens an der isoliert geführten Erdleitung der Niederspannungs-Sicherungen aufgehängt. Dieser Kupferhaken kam nun, ohne dass es dem Monteur auffiel, mit einem Winkeleisen des eisernen Transformatorenhauses in Berührung und bewerkstelligte eine metallische Verbindung zwischen dem Transformatorenhaus und der Erdleitung der Niederspannungssicherung. Vom Transformatorenhaus, welches unter Hochspannung stand, gelangte die Hochspannung über den Kupferhaken in die Erdleitung der Spannungssicherung, und durch die Sicherung fand ein Ueberschlag auf den Null-Leiter des Niederspannungsnetzes statt. Im ersten Stock der Transformatorenstation sind die geschwärzten Stellen an der Erdleitung und am Winkeleisen, das der Kupferhaken berührte, deutlich zu erkennen.

Die vorgenommenen Messungen der Ausbreitungswiderstände der 3 Erdplatten der Transformatorenstation ergaben folgende Resultate:

1. Gestell des eisernen Transformatorenhauses . . . . . 2 Ohm
2. Hochspannungsblitzschutz . . . . . 2 Ohm
3. Niederspannungs-Sicherung . . . . . 58 Ohm

Der Ausbreitungswiderstand der Erdleitung für die Niederspannungs-Sicherungen ist ziemlich hoch. Dieser Umstand, und besonders die durch den Kupferhaken verursachte Verbindung zwischen der Erdleitung und dem Transformatorenhaus, stellen wohl die Ursachen des Hochspannungs-Ueberschrittes auf das Niederspannungsnetz dar. Die primäre Ursache liegt allerdings im Defektwerden des Hochspannungs-Einführungsisolators.

Der beschriebene Vorfall zeigt, wie durch das Zusammentreffen verschiedener Zufälligkeiten Störungen und Gefahren entstehen können, deren Folgen unberechenbar sind. Es ergeben sich aus dem Vorfall folgende für das Personal der Telegraphen-Verwaltung wichtige Schlussfolgerungen:

1. Der Installation von Telephon-Einrichtungen in Transformatorenhäusern und Kraftzentralen ist äusserste Aufmerksamkeit zu schenken. Die Telephon-Zuführungen und Erdleitungen sind in möglichst grosser Entfernung von Hoch- und Niederspannungsleitungen und von geerdeten Metallteilen zu führen. Die Erdungen der Telephoninstallationen sind von der Starkstrom-Erdung vollständig unabhängig und in möglichst grosser Entfernung von der letztern zu erstellen. Auf niedrige Uebergangswiderstände ist grösste Aufmerksamkeit zu verwenden.

2. Das Aufhängen von irgendwelchen metallischen Gegenständen an Stromleitungen oder Erdleitungen irgendwelcher Art kann im Betrieb zu unberechenbaren Komplikationen führen und ist deshalb strikte zu unterlassen.

3. In Wohnräumen sind Parallelführungen und Kreuzungen zwischen Niederspannungs- und Schwachstromleitungen und deren Erdleitungen, wenn irgend möglich, zu vermeiden. Ist die gänzliche Vermeidung nicht möglich, so ist auf möglichst grosse gegenseitige Abstände zu sehen. Tr.

courant haute tension se rendit par le crochet dans le fil de terre des coupe-circuit de tension, et une décharge se produisit par les coupe-circuit sur le fil neutre du réseau basse tension. Au premier étage de la station de transformation, on discerne très bien les places noirâtres au fil de terre et au fer cornière que touchait le crochet de cuivre.

La mesure des résistances de diffusion des 3 plaques de terre du poste de transformation a donné les résultats suivants:

- 1° Bâti de la station transformatrice  
en fer . . . . . 2 ohms
- 2° Parafoudre haute tension . . . . . 2 „
- 3° Coupe-circuit basse tension . . . . . 58 „

La résistance de diffusion du fil de terre des coupe-circuit basse tension est passablement élevée. Ce fait, et en particulier la communication que le crochet a établie entre le fil de terre et la station de transformation, sont assurément les deux causes qui ont déterminé le passage du courant à haute tension sur le réseau à basse tension. La cause primordiale réside, il est vrai, dans la défectuosité de l'isolateur d'introduction de la ligne à haute tension.

Le cas décrit ci-dessus montre comment un concours de causes accidentelles peut provoquer des dérangements et des accidents, qui peuvent avoir des conséquences incalculables. La conclusion que l'incident comporte et qui présente de l'intérêt pour le personnel de l'administration des télégraphes est la suivante:

- 1° L'établissement d'installations téléphoniques dans des postes de transformation et usines électriques doit être l'objet d'une attention toute particulière. Les embranchements téléphoniques et les fils de terre doivent être montés à une distance aussi grande que possible des lignes à haute et à basse tension et des parties métalliques reliées à la terre. Les prises de terre des installations téléphoniques doivent être tout à fait indépendantes et installées aussi loin que possible des prises de terre des lignes à fort courant. On veillera à ce que les résistances au passage du courant soient aussi faibles que possible.

- 2° Il faut absolument s'abstenir de suspendre des objets métalliques quelconques soit aux lignes parcourues par du courant soit aux fils de terre, vu qu'il peut en résulter dans l'exploitation des complications dont on ne peut calculer la portée.

- 3° Dans les pièces habitées, les parallélismes et croisements de fils à basse tension avec des lignes à faible courant et leurs conduites de terre doivent être évités le plus possible. Lorsqu'ils sont inévitables, on ménagera un espace suffisant entre les différents conducteurs. Tr.