

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

Band: 16 (1925)

Heft: 9

Artikel: Untersuchungen über die Entstehung von Fehlern bei den Muffen von Niederspannungs-Einleiterkabeln

Autor: Flückiger, F.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1059241>

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: 08.01.2026

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

kommt und ihm Geschäftsbulletin, Jahresbericht, Reklameschriften über die Verwendung der Elektrizität aushändigen kann. Es mag vielleicht auch interessieren zu vernehmen, dass anlässlich der Generalversammlung der oben genannten Gesellschaft die Ausführungen zur Jahresrechnung ihres Präsidenten seit 1923 im Original durch eine Radiosendestation zur Kenntnis der gesamten Bevölkerung gebracht werden.

Die Taten entsprechen also den Worten Samuel Jnsulls, der in einem Vortrage äusserte, dass er ein überzeugter Anhänger der Veröffentlichung der Geschäftsergebnisse und der reif gewordenen Pläne sei. Unternehmungslust, grosse Taten finden immer das Interesse der Bevölkerung, sie wünscht aber darüber orientiert zu werden, verträgt keine Geheimtuerei; durch die letztere wird übrigens ganz natürlicherweise das Misstrauen geweckt.

Dass die gemachten Anstrengungen, das Wohlwollen der Bevölkerung zu gewinnen, in weitem Masse gelungen sind, beweist die hohe und stets wachsende Zahl der Kundenaktionäre, denn in einer Gesellschaft, die das Wohlwollen nicht geniesst, legt die Bevölkerung ihre Ersparnisse und Vermögen nicht an.

Untersuchungen über die Entstehung von Fehlern bei den Muffen von Niederspannungs-Einleiterkabeln.

Von Herrn F. Flückiger, Luzern.

Der Autor berichtet über das Ergebnis von Versuchen an Niederspannungs-Einleiterkabeln und an den, mit den Kabelmänteln leitend verbundenen, bzw. von denselben isolierten Muffen. Er kommt zum Schluss, dass bei solchen Kabeln eine Isolierung der Muffen, vor allem zur Vermeidung der Korrosionsgefahr durch Gleichstromerdströme, erwünscht ist; doch muss diese Isolierung sorgfältig hergestellt werden, um bei doppelpoligem Erdschluss zahlreiche Beschädigungen des Bleimantels zu vermeiden.

L'auteur rend compte de résultats d'essais effectués sur des câbles à basse tension à un conducteur et munis de manchons isolés vis-à-vis de l'enveloppe du câble ou reliés métalliquement avec elle. Il arrive à la conclusion que pour de tels câbles il est désirable d'isoler les manchons, notamment pour diminuer le danger de corrosion dû aux courants vagabonds; mais cette isolation doit être faite avec soin, afin d'éviter de nombreuses détériorations de la gaine de plomb en cas de mise à la terre de deux pôles.

In den Niederspannungskabelanlagen treten, je nach der Ausführungsart der Muffen, im Hals derselben oft Fehler auf. Treten z. B. in einem Einleiterkabelnetz doppelpolige, örtlich getrennte Fehler auf, so wird in vielen solchen Fällen der Bleimantel in den zwischen diesen Fehlern liegenden Muffen verbrannt sein. Einige dieser Brandstellen sind oft so klein, dass die Isolation des Kabels nicht beschädigt ist. Es können dann Wochen, ja Monate vergehen, bis die Isolation durch Feuchtigkeitsaufnahme zerstört ist und von neuem ein Erdschluss auftritt, dessen Ursache sehr oft nicht mehr mit Sicherheit nachgewiesen werden kann. Um festzustellen, unter welchen Verhältnissen der grösste Teil dieser Fehler entsteht, sind auf Grund mehrjähriger Beobachtungen vom Elektrizitätswerk der Stadt Luzern verschiedene Untersuchungen ausgeführt worden.

A. Kabelmuffen, bei welchen die Bleimäntel leitend miteinander verbunden sind.

Eine Versuchsstrecke von zwei Kabeln mit drei Muffen, ist in einem Tonkanal in einer Tiefe von ca. 80 cm verlegt worden. Bei der ersten Muffe sind die Bleimäntel mit Bleiband umwickelt worden, um eine innige Verbindung mit dem Guss herzustellen. Muffe 2 ist mit einem Kupferdraht von 6 mm Durchmesser überbrückt worden, welcher mit verzinnnten Kupferbriden mit den Bleimänteln verbunden wurde. Muffe 3 ist ebenfalls mit einem Kupferdraht überbrückt worden; derselbe wurde mit den Bleimänteln der beiden Kabel gut verlötet. Nachdem diese Kabel ca. ein Jahr im Boden verlegt waren, ist auf beiden Seiten der drei Muffen je ein Leiter mit

dem Bleimantel verbunden worden, so dass ein doppelpoliger, örtlich getrennter Erdschluss hergestellt wurde. Es ist dann eine Wechselstromquelle derart geschlossen worden, dass der Bleimantel während 20 Tagen ca. 300 A führte. Nach dieser Zeit wurden die Muffen untersucht und es zeigten sich nirgends Brandstellen, weder in den Hälsen, noch unter den Briden. Die Zeit war zu kurz, als dass sich bei den Verbindungsstellen durch eine Oxydschicht hätte ein Widerstand bilden können, wie das nach Jahren in den meisten solchen Fällen eintritt.

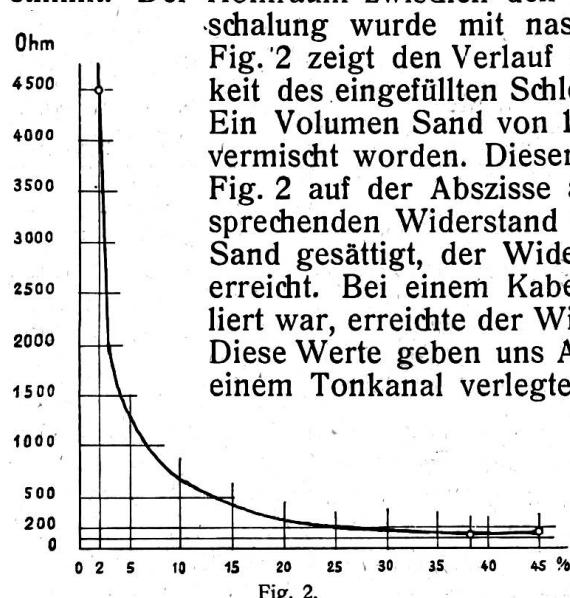
Eine dauerhaft gut leitende Ueberbrückung der Muffen wird unzweifelhaft das Verlöten eines Kupferdrahtes mit dem Bleimantel darstellen, wobei dieser Verbindung im Innern der Muffe der Vorzug zu geben ist.

Sind zwischen zwei Kabelfehlern nur gut leitende Muffen vorhanden, so wird der Bleimantel, wenn kein Uebergangswiderstand bei den Fehlerstellen vorhanden ist, eine so grosse Stromstärke führen, dass die Sicherungen der betreffenden Kabel schmelzen werden. Bei ausgedehnten, verknoteten Anlagen können in einem solchen Fall grössere Störungen auftreten.

B. Kabelmuffen, von welchen die Bleimäntel isoliert sind.

Da bei Kabelmänteln, die von den Muffen isoliert sind, der Mantel einen unterbrochenen Stromleiter bildet, wurde der Widerstand von Sand und Kanalsteinen bei verschiedenem Wassergehalt bestimmt, um neben den Versuchen über die Entstehung der Kabelfehler auch die Grösse des Erdstromes bei einem doppelpoligen, örtlich getrennten Fehler ungefähr bestimmen zu können.

Nach der in Fig. 1 dargestellten Anordnung wurde der Widerstand zwischen den beiden blanken Bleimänteln von je 20 mm Durchmesser und der Oberfläche der alten Tonkanalsteine mit einer Wechselstromquelle von 340 Volt Spannung bestimmt. Der Hohlraum zwischen den Kanalsteinen und der 1 m langen Blechverschalung wurde mit nassem Schlemmsand ausgefüllt. Die Kurve in Fig. 2 zeigt den Verlauf des Widerstandes bei zunehmender Feuchtigkeit des eingefüllten Schlemmsandes und einer Temperatur von 15° C.



Widerstandsänderung von Schlemmsand bei Zunahme des Wassergehaltes und einer Temperatur von 15° C, gemessen gemäss Anordnung nach Fig. 1.

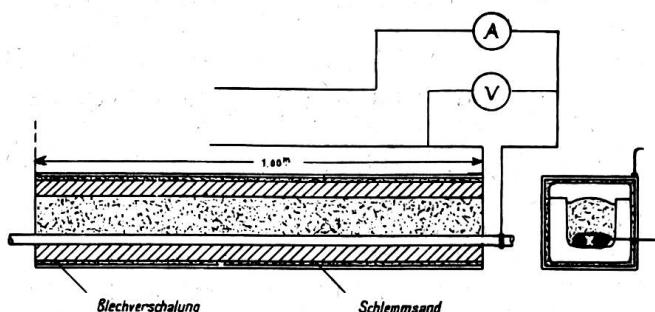


Fig. 1.
Messung des Widerstandes zwischen Bleimantel und der äusseren Fläche der Kanalsteine (Blechverschalung).

Ein Volumen Sand von 10 dm³ ist mit 0,2, 0,5 usw. bis 4,5 dm³ Wasser vermischt worden. Dieser Wassergehalt in Prozent ausgedrückt, ist in Fig. 2 auf der Abszisse aufgetragen, während die Ordinaten den entsprechenden Widerstand angeben. Bei ca. 38 % Wassergehalt ist der Sand gesättigt, der Widerstand hat den kleinsten Wert von 120 Ohm erreicht. Bei einem Kabel, dessen Bleimantel mit Jute und Teer isoliert war, erreichte der Widerstand den kleinsten Wert von ca. 300 Ohm. Diese Werte geben uns Aufschluss über den Erdwiderstand von zwei in einem Tonkanal verlegten Bleikabeln pro Längeneinheit (1 m).

Eine Nachprüfung dieser Werte erfolgte im Einphasennetz. Es sind für diese Messungen zwei in einem Tonkanal verlegte Kabel mit 4, 14, 20 und 25 m voneinander liegenden Muffen mit gut isolierten Bleimänteln verwendet worden. Zwischen diesen durch die Muffen unterbrochenen Bleimänteln und der Wasserleitung wurden bei durch-

nässtem Boden Widerstände entsprechend den obigen Längen von 21,5, 16 und 13,5 Ohm gemessen. Das Mittel dieser Messungen ergibt ca. 320 Ohm auf die Längeneinheit von 1 m gegenüber 300 Ohm nach Anordnung von Fig. 1 bei mit Jute und Teer isolierten Bleimänteln. Einfluss auf den Widerstand hat die Bodenbeschaffenheit und der in den Tonkanal eingefüllte Sand; bei grobkörnigem Sand ist der Widerstand grösser. Bei diesen Messungen suchte ich den kleinsten Wert zu bestimmen, der aus Fig. 2 bei mit Wasser gesättigtem Schlemmsand hervorgeht.

Ferner wurde auch eine Versuchsstrecke mit zwei blanken Bleikabeln und sechs Muffen in einem Tonkanal verlegt. Drei dieser Muffen sind von den Kabelbleimänteln mit Teerband und drei mit Guttapercha isoliert worden. Auf beiden Seiten einer Muffe ist je ein Leiter mit dem Bleimantel verbunden worden. Es wurde so ein doppelpoliger, örtlich getrennter Erdchluss hergestellt. Die Fehlerstellen lagen an verschiedenen Kabelstücken, deren Muffen 1,5 m voneinander versetzt waren. Eine Wechselstromquelle von 150 Volt Spannung wurde während einem Jahre an die beiden Leiter angeschlossen. Bei nassen Boden wurde ein Strom von 1,7 A gemessen, woraus sich ein Erdwiderstand von 88 Ohm berechnen lässt, oder pro Meter ca. 130 Ohm. Die Spannung ist nach einem Jahr vorübergehend bis auf 600 Volt erhöht worden; es erfolgte jedoch nirgends ein Ueberschlag von Bleimantel auf Muffe. Die Messungen zeigen, dass die Zeit von einem Jahr zu kurz war, um die Isolationsfähigkeit des Teerbandes zu zerstören, wie das an Muffen, welche einige Jahre verlegt sind, festgestellt werden kann. Das Guttapercha hat keine Veränderungen erfahren; dasselbe ist bekanntlich unempfindlich gegen alkali- oder säurehaltige Erde und unverwüstlich unter Wasser.

Es ist dann bei obiger Versuchsstrecke eine Muffe erstellt worden, bei welcher um die ungenügend gereinigten Bleimantel Bleiband gewickelt wurde und bei zwei Muffen ist altes, gebrauchtes Teerband verwendet worden. Auf diese Art sind zwischen Kabelmantel und Muffe Widerstände von 20 bis 800 Ohm hergestellt worden, die vor dem Anschliessen einer Wechselstromquelle mit einem Ohmmeter gemessen wurden. Der Durchschlag erfolgte je nach der Durchschlagsfestigkeit des um den Bleimantel gewickelten Materials zwischen 50 bis 200 Volt. Bei 50 Volt zeigten sich nur schwache Brandstellen im Bleimantel, ohne denselben bis auf die Isolation durchzuschmelzen. Erfolgte der Durchschlag zwischen 100 bis 150 Volt, so wurde das Blei bis auf die Isolation des Kabels verbrannt, bei 200 Volt konnten grosse und tiefe Brandstellen festgestellt werden. Bei diesen Versuchen wurde die Spannung nach jedem Durchschlag sofort abgeschaltet. Diese Versuchsergebnisse zeigen uns, dass bei ungenügender Isolierung oder metallischer Verbindung der Kabelmäntel mit den Muffen schon bei einer sehr niedern Spannung Durchschläge erfolgen können.

Das Isolieren des Bleimantels mit Teerband im Muffenhals ist nicht zu empfehlen. Infolge Aufnahme von Feuchtigkeit wird bei demselben früher oder später bei einem doppelpoligen Erdchluss eine Spannung von ca. 100 bis 200 Volt genügen, um einen Durchschlag einzuleiten, der das Blei beschädigt. Wie sich die Isolierung der Muffen mit einer Vorkammer, die auf beiden Seiten mit einer Teerschnur abgedichtet und mit Isoliermasse ausgegossen wird, bewährt, ist dem Schreibenden nicht bekannt. Soll der Bleimantel in den Muffen isoliert werden, so wird das mit einem gut haltbaren Isoliermaterial geschehen müssen. Diese Eigenschaften besitzt das Guttapercha und ist bei jeder Muffenkonstruktion sehr gut ausführbar. Der Bleimantel wird mit einer 2,5 mm dicken, erwärmten Guttaperchaplatte überzogen und die beiden ca. 2–3 mm überlegten Enden mit einem warmen Eisen zusammengeschmolzen, wie aus Fig. 3 hervorgeht. Da das Guttapercha bei ca. 60° C so plastisch wird, dass es leicht jede Form annimmt, ist darauf zu achten, dass vom Kabel kein Druck gegen den Hals erfolgt, solange die Muffe von der Ausgussmasse noch warm ist. Dasselbe hält, wie Versuche ergeben haben, im Muffenhals bei 20° C einen einseitigen Druck von 180 kg aus, ohne wesentliche Druckstellen aufzuweisen. Die Durchschlagsspannung von 2,5 mm dicken Guttaperchaplatten beträgt ca. 27 000 Volt.

Es ist nicht anzunehmen, dass zufolge Isolierung der Muffenhälse bei Niederspannung in Gebäuden oder Straßen Spannungsdifferenzen auftreten, die Personen oder Sachen gefährden.

Von grossem Vorteil ist das Isolieren des Bleimantels an Orten, wo vagabundierende Gleichstromerdströme zu befürchten sind, wie diese z. B. von Gleichstrombahnen herrühren.

Die Korrosionsgefahr wird auf diese Weise auf ein Minimum herabgesetzt.

Bei der Fehlerortsbestimmung an einem Kabel mit isolierten Muffenhälse wird die Messung dadurch erschwert oder verunmöglicht, dass der Bleimantel nicht mehr einen ununterbrochenen Stromleiter bildet. Die

Messergebnisse werden nach der Spannungsabfallmethode auch mit einem hochempfindlichen Instrument mit einem Eigen-

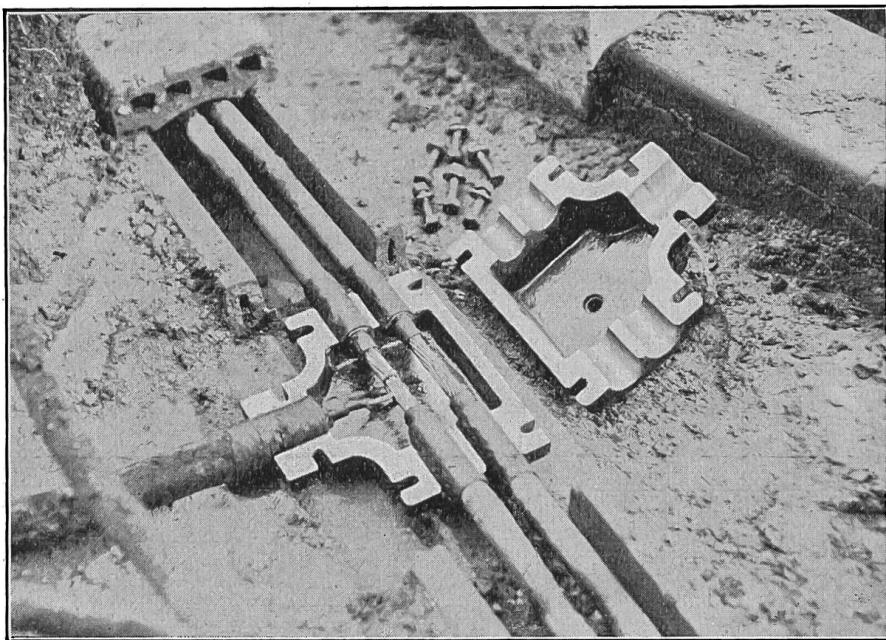


Fig. 3.
Muffe mit gutta-perchaisolierten Bleimänteln.

verbrauch von 3 Milliampere nicht genau. Des weiteren erzeugt der Eigenverbrauch des Instrumentes zwischen den durch die isolierten Muffenhälse unterbrochenen Bleimäntel einen Polarisationsstrom, der einen Ausschlag von mehreren Teilstrichen erzeugen kann. Ein Ausschlag kann auch von vagabundierenden Strömen der Gleichstrombahnen herrühren, was aus dem unruhigen Ausschlag ersichtlich ist. Mit einer Wechselstromquelle von konstanter Spannung und einem dazu geeigneten Instrument könnten letztere Störungen bei Fehlerortsbestimmungen beseitigt werden.

Die Untersuchungen und die mehrjährigen Beobachtungen in Einleiterkabelanlagen, bei welchen die Bleimäntel in den Muffen nicht dauernd gut isoliert oder metallisch verbunden sind, zeigen uns, dass es nicht ratsam ist, einen Pol an Erde zu legen. Um die Störungen in solchen Anlagen möglichst zu reduzieren, wird man gut tun, bei Erdschluss eines Poles das beschädigte Kabel so bald als möglich wieder herzustellen.

Verselten Kabeln ist aus obigen Gründen der Vorzug zu geben, da bei Beschädigung des Bleimantels in den meisten Fällen an der betreffenden Stelle Kurzschluss eintritt und kein Erdstrom auftritt, der den Kabelmantel an irgend einer andern Stelle beschädigt.