

Korrosionen an Kabeln vom Typ F mit Thermoplastisolation = Corrosions de câbles du type F à isolation thermoplastique

Autor(en): **Brunold, A.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe = Bulletin technique / Entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses = Bollettino tecnico / Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri**

Band (Jahr): **41 (1963)**

Heft 3

PDF erstellt am: **28.06.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-874319>

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.

Korrosionen an Kabeln vom Typ F mit Thermoplastisolation

Corrosions de câbles du type F à isolation thermoplastique

1. Einleitung

Nachdem seit Jahren die Verbesserung des Kabel-Typs F gefordert worden war, konnte Ende 1959 ein neuer F-Typ eingeführt werden, der dem alten F-Kabel mit Bleimantel in allen Eigenschaften überlegen sein sollte. Bei der Konstruktion dieses neuen Kabels wurden verschiedene Verbesserungsvorschläge berücksichtigt, und anstelle des Bleimantels verwendete man nun einen Mantel aus Polyäthylen, das sich sowohl in der Praxis als Isolierstoff wie auch als Schutz gegen Witterungseinflüsse bereits sehr gut bewährt hatte.

Da in der letzten Zeit vereinzelt auch an Kabeln vom neuen F-Typ Störungen aufgetreten sind, sind bereits einige Zweifel an der Qualität dieser Kabel geäußert worden. Die im folgenden beschriebenen Untersuchungen der betreffenden Schadenfälle haben jedoch ergeben, dass diese Störungen nicht auf eine schlechte oder ungeeignete Qualität der Kabel, sondern allein auf unsachgemässe Behandlung bei der Montage zurückgeführt werden können.

2. Aufbau des Kabels Typ F

Das Kabel besteht aus zwei Kupferleitern von 1,0 mm Durchmesser. Der eine Leiter (a) ist mit blauem, der andere (b) mit rotem Polyäthylen isoliert. Die beiden isolierten Drähte sind zusammen mit zwei als Fülladern dienenden Polyäthylenschnüren mit einer Steigung von 10 Windungen auf 1 m Kabellänge verdreht. Dieses Bündel wird durch ein überlappend gewickeltes, farbloses Band aus Polyesterfolie zusammengehalten. Durch die Polyesterfolie wird bewirkt, dass sich die Polyäthylenisolation der Adern bei der Ummantelung nicht mit dem ebenfalls aus Polyäthylen bestehenden Schutzmantel verschweissen und verkleben kann. Mit dem unter dem Thermoplastmantel eingelegten weissen Nylonfaden lässt sich der Kabelmantel mühelos aufschlitzen.

3. Art und Ursache der aufgetretenen Störungen

An F-Kabeln mit Thermoplastisolation sind zum Teil schon knapp ein Jahr nach Inbetriebnahme der damit ausgerüsteten Überführungsstangen Störungen aufgetreten. In den bisher beobachteten Fällen war dabei jeweils nur die positive Ader durchkorrodiert, während die negative unversehrt blieb. Wie *Figur 1*

1. Introduction

L'amélioration du câble type F ayant été demandée depuis des années, il fut possible d'introduire à fin 1959 un nouveau type de câble F, dont toutes les caractéristiques devaient être supérieures à celles de l'ancien câble F à gaine de plomb. Pour construire ce nouveau câble, on a tenu compte de diverses améliorations proposées et on a remplacé la gaine de plomb par une gaine en polyéthylène qui avait déjà donné d'excellents résultats pratiques en qualité d'isolant et de protection contre les intempéries.

Des dérangements isolés ayant, ces derniers temps, aussi affecté les nouveaux câbles du type F, quelques doutes ont déjà été émis quant à la qualité de ces câbles. L'examen, décrit ci-après, de ces endommagements a, toutefois, révélé que ces dérangements ne sont pas imputables à une qualité mauvaise ou insuffisante des câbles, mais tout simplement à un traitement irrationnel lors du montage.

2. Construction du câble type F

Le câble se compose de deux conducteurs de cuivre de 1,0 mm de diamètre. L'un des conducteurs (a) est isolé par du polyéthylène bleu, l'autre (b) par du rouge. Les deux fils isolés sont torsadés avec deux cordons de polyéthylène servant de conducteurs de remplissage pour former un pas de 10 spires par mètre de longueur de câble. Ce faisceau est maintenu par un ruban incolore en feuille de polyester, enroulé de manière que les spires se recouvrent partiellement. La feuille de polyester a pour effet d'empêcher que l'isolation en polyéthylène des conducteurs se soude et se colle, lors de l'enrobement, à la gaine de protection également en polyéthylène. Le fil de nylon blanc placé sous la gaine thermoplastique permet de fendre la gaine de câble sans aucune difficulté.

3. Nature et origine des dérangements

Des dérangements se sont produits à peine une année après que les poteaux de transition aéro-souterraine, équipés de câbles F à isolation en polyéthylène, furent mis en service. Dans les cas observés, le conducteur positif était chaque fois corrodé, tandis que le conducteur négatif restait intact. La *figure 1* montre que les endroits corrodés présentaient des

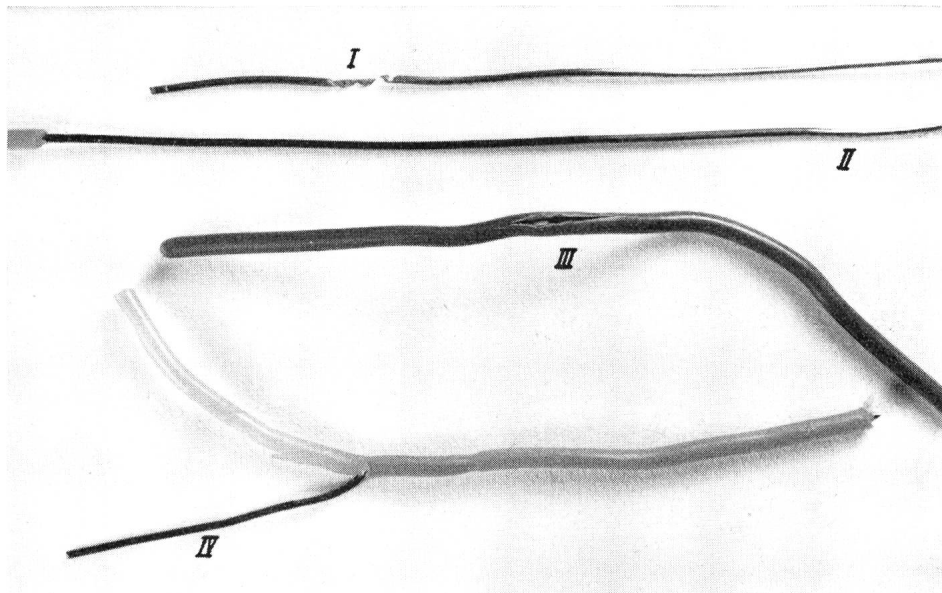


Fig. 1. I Positiver Leiter aus dem 1. Versuch. Nach 1 Monat war der Kupferdraht durchkorrodiert
 II Negativer Leiter aus dem 1. Versuch. Die Drahtoberfläche verfärbte sich dunkel, weil sich Kupfer in feindisperser Form darauf abgeschieden hatte
 III Zerstörter positiver Leiter als Beispiel eines Schadenfalles. Der Einschnitt in die Polyäthylenisolation ist deutlich zu erkennen
 IV Negativer Leiter des gleichen Schadenfalles mit schwarz verfärbter Drahtoberfläche

I Conducteur positif du 1^{er} essai. Après 1 mois, le fil de cuivre est entièrement corrodé
 II Conducteur négatif du 1^{er} essai. La surface du fil est devenue foncée, le cuivre s'y étant déposé sous une forme finement dispersée
 III Conducteur positif détruit comme exemple d'un câble endommagé. On reconnaît aisément l'entaille dans l'isolation en polyéthylène
 IV Conducteur négatif du même cas d'endommagement, avec surface colorée en noir

zeigt, konnten bei den korrodierten Stellen Schnitte in der Aderisolation festgestellt werden. Auch die rote Polyäthylenisolation der negativen Ader wies solche Schnitte auf, ohne dass deswegen der Kupferleiter zerstört worden wäre.

Wir vermuteten daher, dass der positive Leiter durch Kriechströme elektrolytisch aufgelöst wurde. Die Ströme flossen wahrscheinlich über Feuchtigkeitsbrücken zwischen den durch die Schnittverletzungen freigelegten positiven und negativen Leiterabschnitten.

Um diese Annahme belegen zu können, führten wir folgende Versuche durch:

Wir schnitten den Polyäthylenschutzmantel eines F-Kabels mit einem Messer auf, und zwar absichtlich unsorgfältig, so dass die Aderisolationen stellenweise durch Schnitte verletzt wurden, ähnlich wie wir solche bei den zur Untersuchung eingesandten Proben festgestellt hatten. Ein derart behandeltes Kabelstück tauchten wir in einer Schale in destilliertes Wasser und hängten ein zweites in einen Klimaschrank, in dem eine relative Luftfeuchtigkeit von 100 Prozent bei einer Temperatur von 28 Grad herrschte. Beide Kabelabschnitte legten wir an eine Gleichspannung von 48 Volt. Die Versuchsanordnung entsprach der in *Figur 2* dargestellten Skizze.

Beim Versuch mit dem Wasserbad konnte schon am zweiten Tag ein Stromfluss von 0,5 mA gemessen werden, der innerhalb von 14 Tagen auf 3 mA anstieg.

entailles dans l'isolation des conducteurs. L'isolation en polyéthylène rouge du conducteur négatif portait aussi des entailles, sans que le conducteur de cuivre en eût été pour autant détruit.

C'est pourquoi nous avons supposé que des courants vagabonds avaient provoqué une décomposition électrolytique du conducteur positif. Les courants s'écoulaient vraisemblablement par l'entremise de ponts créés par l'humidité entre les tronçons de conducteurs positifs et négatifs dégagés par les blessures dues aux entailles.

Pour pouvoir étayer cette hypothèse, nous avons procédé aux essais suivants:

Sans prendre, à dessein, de précautions, nous avons coupé à l'aide d'un couteau la gaine de protection en polyéthylène d'un câble F, de façon que les isolations des conducteurs soient entaillées par endroits comme nous l'avions constaté sur les échantillons envoyés pour examen. Nous avons plongé un bout de câble ainsi traité dans un bassin d'eau distillée et en avons suspendu un deuxième bout dans une chambre de climatisation, dans laquelle régnait une humidité relative de l'air de 100 % à une température de 28 degrés. Nous avons appliqué aux deux tronçons de câble une tension continue de 48 volts. Le dispositif d'essai correspondait au dessin reproduit à la *figure 2*.

Dans l'essai avec le bain d'eau, nous avons pu mesurer le deuxième jour déjà un courant de 0,5 mA qui atteignit 3 mA en l'espace de 14 jours. Un courant

Bei der in feuchter Luft gelagerten Probe flossen während der ganzen Versuchsdauer nur etwa $1,5 \mu\text{A}$ Strom. Die Stromstärke stieg jedoch sofort kurzzeitig bis auf $30 \mu\text{A}$ an, sobald man die Oberfläche des Abschnittes mit den Fingern leicht verschmutzte und damit die Leitfähigkeit der Wasserhaut verbesserte. Da unter natürlichen Verhältnissen die Oberflächen immer etwas beschmutzt sind, muss für die Praxis eher mit schärferen Bedingungen gerechnet werden, als sie bei diesem Versuch gegeben waren. Bei Versuchsabbruch nach 6 Monaten war die positive Ader erst etwa zur Hälfte zerstört. Beim ersten Versuch in destilliertem Wasser war der positive Leiter

d'envi-ron $1,5 \mu\text{A}$ seulement a circulé pendant toute la durée de l'essai à travers l'échantillon déposé dans l'air humide. Mais l'intensité de courant est montée en très peu de temps à $30 \mu\text{A}$, dès que nous avons légèrement sali la surface du bout de câble avec les doigts et que nous avons ainsi amélioré la conductivité de la pellicule d'eau. Etant donné que, dans les conditions naturelles, les surfaces sont toujours quelque peu salies, il faut compter pour la pratique plutôt avec des conditions plus sévères que celles qui étaient données dans cet essai. Lorsque l'essai fut interrompu après 6 mois, le conducteur positif n'était détruit qu'à la moitié environ. En revanche, pour le premier

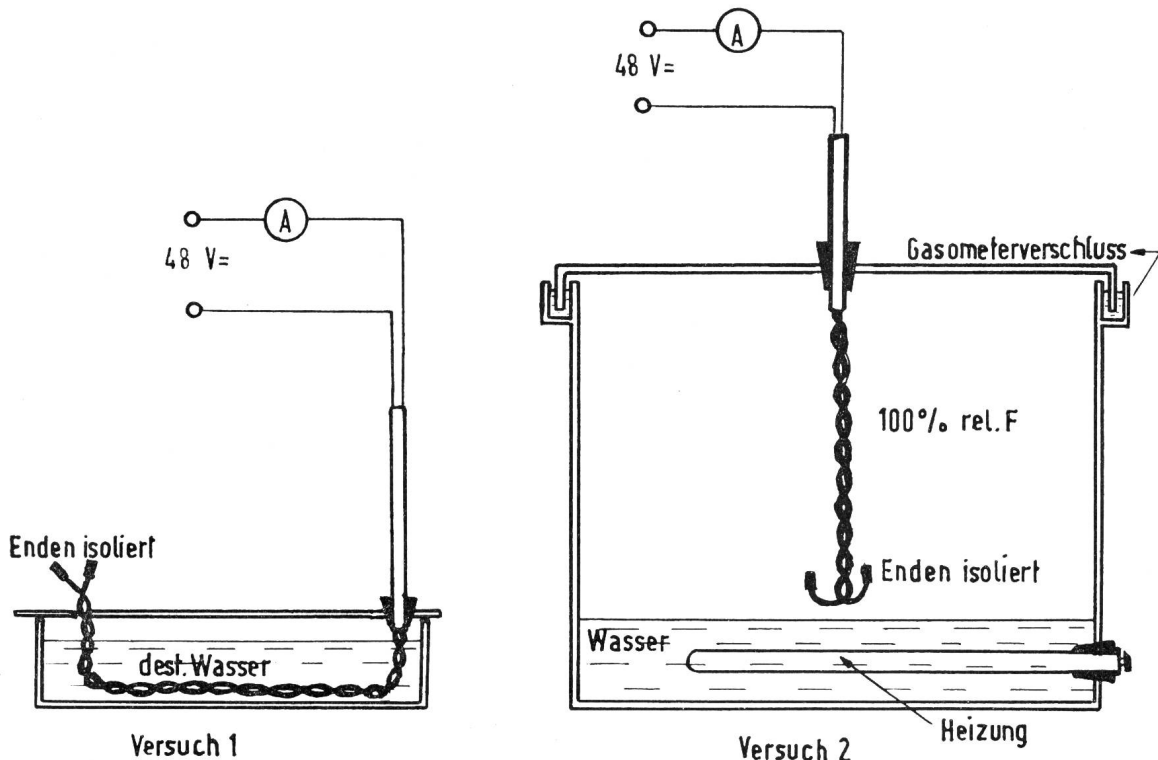


Fig. 2. Versuchsanordnung - Dispositif d'essai

dagegen bereits nach 30 Tagen durchkorrodiert. Beide Versuche zeigten die gleichen Erscheinungen, wie sie an den im Betrieb zerstörten F-Kabeln beobachtet worden waren:

- Die positiven Adern sind in den Korrosionsbezirken matt, und wie die *Figur 3* zeigt, ist die anodische Auflösung des Kupfers einseitig vom Einschnitt her erfolgt. Die der intakten Polyäthylenschicht zugekehrte Seite des Leiters ist bis zuletzt unversehrt geblieben. Dadurch sind die auf der *Figur 3* gut sichtbaren stacheligen Drahtenden entstanden.
- Die negativen Adern sind nicht korrodiert. Im Bereich der Einschnitte in der Isolation hat sich die Kupferoberfläche lediglich dunkel verfärbt, weil sich dort kathodisch Kupfer in feindisperser Form abgeschieden hat (*Fig. 1, II u. IV*).

essai dans l'eau distillée, le conducteur positif était déjà corrodé au bout de 30 jours. Les deux essais ont démontré les mêmes phénomènes que ceux qui ont été observés sur les câbles F détruits en service:

- Les conducteurs positifs sont mats dans les zones de corrosion et, ainsi que l'indique la *figure 3*, la décomposition anodique du cuivre se fait d'un côté à partir de l'entaille. Le côté du conducteur se trouvant sous la couche de polyéthylène intacte est resté en parfait état jusqu'à la fin. Il en est résulté les extrémités du fil en forme d'aiguille, bien visibles sur la *figure 3*.
- Les conducteurs négatifs ne sont pas corrodés. Dans la zone des entailles faites dans l'isolation, la surface du cuivre a uniquement pris une couleur foncée, le cuivre s'y étant cathodiquement déposé sous une forme finement dispersée (*fig. 1, II et IV*).

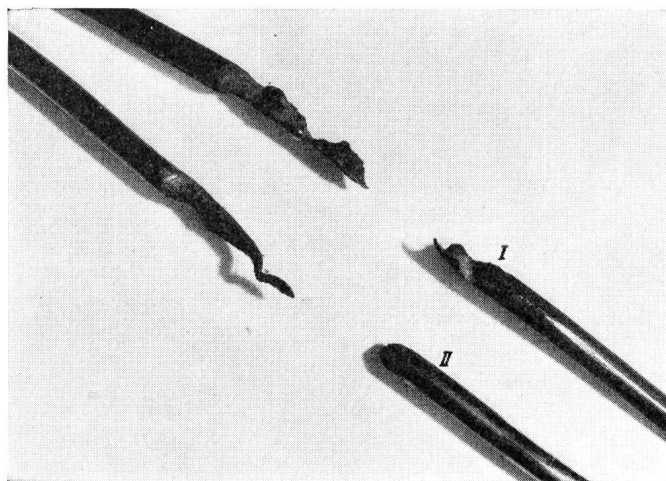


Fig. 3. I Im Versuch 1 künstlich erzeugte Korrosionsstelle auf dem positiven Leiter
 II Korrosionsstelle auf dem positiven Leiter eines Schadenfalles

I Point de corrosion sur le conducteur positif, produit artificiellement dans le premier essai
 II Point de corrosion sur le conducteur positif d'un câble endommagé

Demnach müssen an F-Kabeln mit Thermoplastisolation stets Störungen erwartet werden, wenn die Polyäthylenschutzmäntel der Adern verletzt worden sind. Trotzdem die Schnitte längs dem verdrehten Adernpaar gewöhnlich bis einige Zentimeter voneinander entfernt liegen, beginnt sofort ein merklicher Strom zu fließen, sobald der Übergangswiderstand durch eine Feuchtigkeitshaut herabgesetzt wird. Nach einiger Zeit kann sich der Stromfluss wegen der sich bildenden Salzbrücken noch verstärken.

4. Verletzung der Aderisolation

Es ist eindeutig, dass Störungen, wie sie hier beschrieben worden sind, durch die mechanische Verletzung der Aderisolation verursacht werden. Der Polyäthylenschutzmantel der neuen F-Kabel darf deshalb keinesfalls mit einem Messer und auch nicht mit dem Kabelöffner aufgeschlitzt werden. Der Kabelöffner darf nur verwendet werden, um die ersten 10 cm des Mantels aufzuschneiden, damit der eingelegte Nylonfaden zugänglich wird. Dann ist der Schutzmantel mit Hilfe des nun gut ergreifbaren Fadens auf die erforderliche Länge aufzureißen, wie es in der Montagevorschrift für Kabel vom Typ F mit Thermoplastisolation (ad KS T Nr. 32/27. VII. 1959) genau angegeben wird. Dort, wo diese Montagevorschriften beachtet und eingehalten werden, sind keine derartigen Störungen zu befürchten.

Par conséquent, on devra toujours s'attendre à des dérangements sur les câbles F à isolation thermoplastique, lorsque les gaines de polyéthylène des conducteurs auront été endommagées. Bien que les entailles le long de la paire de conducteurs torsadés soient normalement distantes de quelques centimètres les unes des autres, un courant notable commence à s'écouler dès que la résistance de passage est affaiblie par une couche d'humidité. Après quelque temps, le courant peut encore se renforcer par suite des ponts de sels se constituant.

4. Endommagement de l'isolation des conducteurs

Il est évident que des dérangements, tels que ceux qui ont été décrits ici, sont provoqués par l'endommagement mécanique de l'isolation des conducteurs. C'est pourquoi la gaine de protection en polyéthylène des nouveaux câbles F ne doit, en aucun cas, être ouverte au moyen d'un couteau ou de l'instrument à ouvrir les gaines de câbles. On ne peut utiliser l'instrument à ouvrir les gaines de câbles que pour fendre les 10 premiers centimètres de la gaine, permettant d'atteindre le fil de nylon. Ensuite, il faut, à l'aide de ce fil, ouvrir la gaine de protection sur la longueur nécessaire, ainsi que l'indiquent de façon précise les prescriptions de montage des câbles du type F à isolation thermoplastique (ad circulaire T n° 32/27 VII 1959). Lorsque ces prescriptions de montage sont observées exactement, il n'y a pas lieu de craindre des dérangements de ce genre.