

**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

**Herausgeber:** Schweizerische Telegraphen- und Telephonverwaltung

**Band:** 8 (1930)

**Heft:** 1

**Artikel:** Kabelfehler und ihre Ursachen

**Autor:** Gertsch, Rud.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-873676>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 05.02.2025

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

réseau téléphonique. En effet, le téléphone a rendu de nombreux services aux touristes qui voulaient informer et tranquilliser leurs familles après une dangereuse excursion accomplie sans incident, comme aussi aux guides de montagne pour organiser des ascensions, etc.

La cabane étant à 2700 mètres d'altitude, la station téléphonique qui s'y trouve est l'une des plus élevées qui soient en Suisse.

*Ligne Corbeyrier - La vallée du Petit Hongrin.* Cette ligne relie au moyen de sélecteurs à la centrale de Corbeyrier tous les alpages de la vallée (Fig. 14) de l'Eau Froide et de celle du Petit Hongrin. Elle fut construite à la demande d'un syndicat d'initiative, qui, vu les grands services qu'elle sera appelée à rendre aux amodiateurs de pâturages, fut fortement appuyé par les autorités du canton de Vaud. N'oublions pas qu'un vétérinaire appelé à temps peut empêcher qu'un troupeau ne soit contaminé par la



Fig. 14. Environs de Corbeyrier.

Edition Art. Perrochet-Matile, Lausanne.

fièvre aphteuse. La ligne, qui compte 280 poteaux, a été construite dans l'espace de 3 semaines avec 8 ouvriers seulement. Il s'agissait, en effet, de la terminer avant que le bétail monte à l'alpage.

## Kabelfehler und ihre Ursachen.

Von Rud. Gertsch, Bern.

Die ungeahnte Entwicklung des Telephonverkehrs, die Elektrifikation der Bahnen, wirtschaftliche Erwägungen und nicht zuletzt auch die Ueberlegung, dass unterirdische Linien viel betriebssicherer sind als oberirdische, haben die Telephonverwaltung veranlasst, umfangreiche Erdkabelanlagen zu bauen. Folgende Zahlen vermögen besser als Worte ein Bild von dem sprunghaften Anwachsen des schweizerischen Telephonkabelnetzes zu geben:

	Bestand Ende:		
	1918	1928	Zunahme
Länge Kabeltrassen	1714 km	4703 km	175 %
Länge Kabeladern	314915 km	971945 km	209 %

Wenn auch die Erdkabelanlagen gegenüber den oberirdischen Linien den Vorteil grösserer Betriebssicherheit bieten, so sind sie doch nicht unter allen Umständen frei von Störungen. Den Kabelbeschädigungen muss mit Rücksicht auf ihre besondern Ursachen grosse Aufmerksamkeit geschenkt werden. Es ist zu bedenken, dass z. B. die Beschädigung eines wichtigen Fernkabels oder eines 1200paarigen Teilnehmerkabels für den Telephonverkehr schwerwiegende Folgen haben kann. Das in den Kabelanlagen investierte Kapital von 203 Millionen Franken (Ende 1928) macht es der Verwaltung auch aus wirtschaftlichen Gründen zur Pflicht, die Fehlerursachen gründlich zu ermitteln, um rechtzeitig Massnahmen zu ihrer Beseitigung treffen zu können.

Ausser den materiellen Schäden, die im Laufe der Zeit entstehen, spielt natürlich auch die Güte der Betriebsanlagen eine wichtige Rolle, denn jede Flickstelle (Muffe oder Lötstelle) kann die elektrischen Eigenschaften eines Kabels verschlechtern.

Um sich vom Umfang und der Art der Kabelschäden ein richtiges Bild machen zu können, hat die Obertelegraphendirektion im Jahre 1926 die Meldung aller beobachteten Kabelfehler angeordnet. Die Statistik, die für die folgenden Betrachtungen als Grundlage dient, umfasst die vom 1. Juli 1926 bis 30. Juni 1929 gemeldeten Kabeldefekte. Ihre Ursachen konnten in den meisten Fällen festgestellt werden. Die zahlenmässige Ausscheidung nach Fabrikations-, Montierungs- und solchen Fehlern, die augenscheinlich nach der Kabellegung verursacht wurden, ergibt folgendes Bild:

Fabrikationsfehler . . . . .	68
Montierungsfehler . . . . .	85
Beschädigungen nach der Verlegung . . . . .	267
Total	420

Von den *Fabrikationsfehlern* entfallen auf:

Bleimanteldefekte (davon 8 Lötstellen) . . . . .	54
Isolationsmängel (zum Teil von Pupinspulen herrührend) . . . . .	8
Aderbrüche und Verwicklungen . . . . .	5
Armaturdefekte . . . . .	1

In die Garantiezeit fielen 40 Fehler, die natürlich auf Kosten der Lieferanten behoben wurden. Für die Beseitigung der übrigen 28 Kabelschäden musste die Verwaltung zufolge Ablaufs der Garantiefrist selbst aufkommen.

Bei 85 Fehlern war die Ursache auf Mängel und Beschädigungen bei der *Kabelverlegung* zurückzuführen.

Von den 267 Schäden, die *nach der Verlegung der betreffenden Kabel entstanden* sind, wurden verursacht durch:

Pickel, Spitzseisen, Luftdruckbohrer etc. . . . .	124
Steine bei Sprengarbeiten . . . . .	3
Kabelzug und Umlegung von Kabeln in Schächten . . . . .	22
Nägel . . . . .	4
Nagetiere (Ratten und Mäuse) . . . . .	8
Erdrutsche, Wildwasser und Eisbildung . . . . .	3
Feuer . . . . .	3
Starkstrom (darunter mehrere Durchschläge von Kondensatoren in Pupinkasten) . . . . .	21
Blitzschläge . . . . .	29
Elektrolytische Korrosion . . . . .	8
Chemische Korrosion . . . . .	12
Interkristalline Korrosion (Selbstkorrosion) . . . . .	2

Ferner sind in zwei Fällen durch böswilliges und leichtsinniges Handeln (Messerstiche in die Bleimäntel) Kabel beschädigt worden. Bei 26 Kabelstörungen war die Ursache nicht bestimmt festzustellen.

Der Gesamtschaden, den die statistisch festgehaltenen Kabelfehler der Verwaltung verursacht haben, beträgt schätzungsweise Fr. 100,000. Hievon wurden etwa Fr. 25,000 durch Kabellieferanten (Reparaturen innerhalb der Garantiezeit) und ebensoviel durch Tiefbauunternehmer und andere Drittpersonen, die als Urheber des Schadens haftbar erklärt werden mussten, gedeckt.

Im Anschluss an diese statistischen Mitteilungen sollen nachfolgend einige der wichtigsten und interessantesten Fehlerursachen einer nähern Betrachtung unterzogen werden.

### 1. Fabrikationsfehler.

Die Bilder 1 und 2 zeigen Fehler, die auf Mängel bei der Fabrikation zurückzuführen sind.

Das Kabel, wovon in Bild 1 ein Bleimantelausschnitt (Innenansicht) mit einem eingelöteten Bleieinsatzstück veranschaulicht ist, wurde im Jahre 1900 verlegt und im Jahre 1926 ersetzt. Seine Wiederverwendung war des Fehlers wegen natürlich nur noch in beschränktem Masse möglich. Nach den Lieferungsvorschriften dürfen Kabel mit Lötstellen nicht abgeliefert werden. Enthaltene Kabelmäntel dennoch Flickstellen, so können diese bei der Abnahme

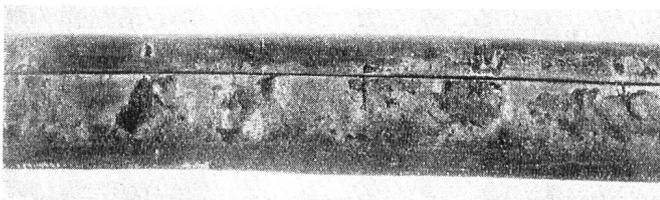


Bild 2.

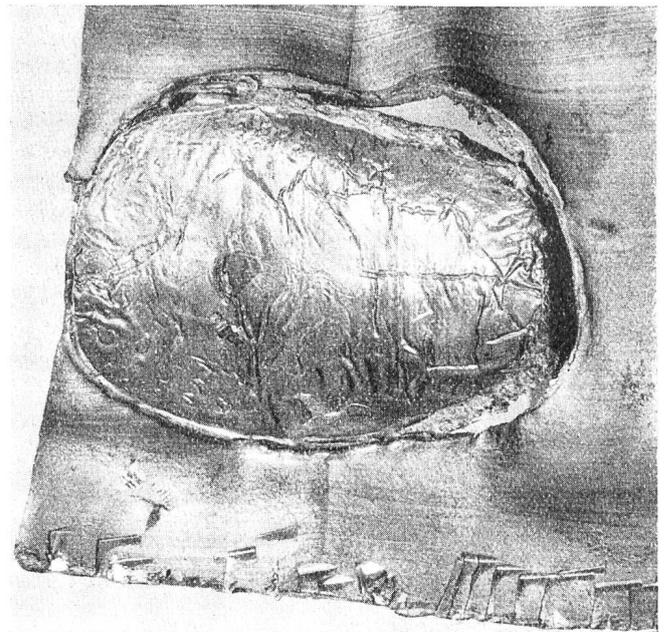


Bild 1.

durch die Luftdruckprobe nicht immer erkannt werden, und die Folgen davon sind spätere Störungen.

Bild 2 zeigt ein Bleimantelrohr, das in der Längsrichtung einen Riss aufweist. Dieser Defekt rührt von einem Mangel bei der Bleipressung in der Fabrik her (zu niedrige Temperatur des Bleis oder ein das Blei verletzender Gegenstand in der Presse). Die Verlegung des Kabels erfolgte im Jahre 1902. Die durch den Defekt verursachte Isolationsstörung trat erst im Jahre 1928 auf.

Bei diesen typischen Fabrikationsfehlern ist die Tatsache interessant, dass Störungen erst fast drei Jahrzehnte nach der Kabellegung auftraten. Ähnliche Feststellungen sind, wie übrigens die Statistik beweist, gar nicht selten; sie zeigen, dass die Garantiedauer von 3 bzw. 5 Jahren, während welcher die Lieferanten für alle durch derartige Mängel entstehenden Schäden aufzukommen haben, keineswegs zu lang ist. Es ist nach dem Vorstehenden erwiesen, dass Fehlerursachen an Kabeln, die mit einer dicht schliessenden und haltbaren asphaltierten Jutehülle versehen sind, viele Jahre verborgen bleiben können. Trockenes Erdreich ist besonders geeignet, das Erkennen solcher Fehler zu verzögern.

### 2. Montierungsfehler.

Es kommt öfters vor, dass bei der Verlegung und Spleissung von Kabeln Fehler unterlaufen, die später zu Betriebsstörungen Anlass geben können. Wie die Statistik zeigt, haben solche Fehler innert drei Jahren in 85 Fällen zu Störungen geführt. Davon entfallen 32 auf Bleimantelbeschädigungen, 11 auf Isolationsbeschädigungen und 42 auf undichten Abschluss von Spleissmuffen.

Unter den 32 Bleimanteldefekten sind drei auf schlechte Verlötung bei Reparaturen zurückzuführen. Von den Dichtigkeitsfehlern bei Muffen entfallen 22 auf mangelhafte Verlötung, während die übrigen 20 Mängel in Gussmuffen auftraten, die nach

dem früher angewandten Spleissverfahren (Nass-Spleissung) mit Isoliermasse gefüllt waren. Die letztgenannten Fehler werden nicht ausnahmslos den Kabelspleissern zur Last gelegt werden können, da in einzelnen Fällen auch die Qualität der Isoliermasse und andere Einflüsse die Störungen begünstigt haben dürften. Wenn man die Zahl der jährlich ausgeführten Spleissungen (1928 = ca. 4000) berücksichtigt, so erscheint die Zahl der undicht geschlossenen Muffen (jährlich =  $42:3 = 14$ ) mit 0,3% nicht zu hoch.

### 3. Beschädigungen, die nach der Inbetriebsetzung der Kabel erfolgt sind.

#### a) Mechanische Beschädigungen.

Die gewaltige Entwicklung auf dem Gebiete des Strassenbaues und die starke Ausdehnung der unterirdischen Wasser-, Gas- und Starkstromleitungsnetze haben für die Telephonkabel gewisse Gefahren im Gefolge. Wie aus der Statistik hervorgeht, sind nämlich rund 30% aller Beschädigungen auf mechanische Einwirkung von Pickeln, Spitzseisen und Luftdruckbohrern, die bei Grabarbeiten verwendet wurden, zurückzuführen. Eine verhältnismässig grosse Zahl dieser Schäden ist während der Kälteperiode des letzten Winters bei Aufgrabungen eingefrorener und defekter Wasser-, Gas- und anderer Leitungen entstanden.

In den meisten Fällen hat es sich gezeigt, dass vor Beginn der Grabarbeiten die Trassepläne der beschädigten Leitungen nicht zu Rate gezogen worden waren. Bei solch unvorsichtigem Vorgehen mussten Grabarbeiten in unmittelbarer Nähe der Kabel begreiflicherweise Beschädigungen zur Folge haben. Bild 3 zeigt zwei Kabel, die durch einen Zoresisenkanal hindurch mit einem Druckluftbohrer beschädigt wurden.

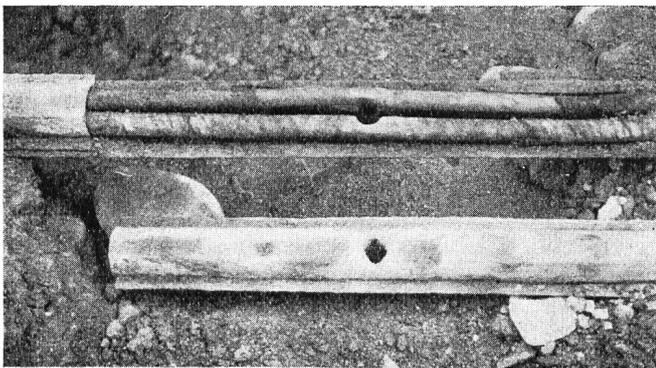


Bild 3.

Von den 124 mechanisch beschädigten Kabeln waren 72 in Zoresisen- und 26 in Zementkanälen verlegt. In einem Falle erfolgte die Verletzung durch eine Rohrleitung hindurch. In Schächten wurden 12 Kabel beschädigt. In 10 Fällen waren die Kabel an der Beschädigungsstelle ohne Schutzkanal in die Erde verlegt. Zwei Beschädigungen entstanden durch Quetschungen bei Strassenwalgungen und eine durch den Anprall eines Automobils gegen eine Kabelstange.

Nach den vorstehenden Zahlen ist man versucht zu glauben, die Kabel seien in Zoreskanälen grösserer

Beschädigungsfahr ausgesetzt als in Zementkanälen. Dies trifft natürlich nicht zu, da ein Zoreskanal mechanischen Einwirkungen bedeutend grössern Widerstand entgegengesetzt als ein Zementkanal. Die Tatsache, dass 72 Kabelfehler in Zoresisen- und nur 26 in Zementkanälen verursacht worden sind, ist auf den Umstand zurückzuführen, dass die Länge der Zoreskanäle ein Mehrfaches der Länge der Zementkanäle ausmacht. Wenn unbekümmert um das Vorhandensein eines Kabels Grabarbeiten ausgeführt werden, so bietet in den meisten Fällen auch ein Zoreskanal keinen genügenden Schutz gegen die mechanischen Einwirkungen. Der bisweilen gehörte Einwand, ein Schaden hätte vermieden werden können, wenn Zoresisenkanäle statt Zementkanäle vorhanden gewesen wären, ist also nicht stichhaltig.

Es bleibt noch zu erwähnen, dass bei einigen Schadenfällen die Kabel in ungenügender Tiefe vorgefunden wurden. Unterirdische Hindernisse bei der Verlegung der Kabel oder das Tieferlegen von Strassen hatten zu solchen Zuständen geführt. Im ersten Falle hätte ein verstärkter Schutz, bestehend in einem zweiten Zoresisenstück mit Betonüberdeckung, den Schaden verhüten können. Bei den Niveauänderungen von Strassen wurden die Organe der Verwaltung nicht immer benachrichtigt, wodurch dann die vorschriftswidrige Kabellage entstand.

#### b) Beschädigungen bei Steinsprengungen.

In drei Fällen sind Kabel durch Steinsprengungen beschädigt worden. Ein Schadenfall, der zufolge völlig ungenügender Schutzmassnahmen entstanden ist, sei hier näher erörtert.

In einem Graben, wo zur Verlegung von Wasserleitungen Sprengarbeiten ausgeführt werden mussten, waren zwei mit einem Zementkanal geschützte Kabel verlegt. Um Platz zu gewinnen, wurden die Kabel vorübergehend des Schutzkanals entblösst und seitlich verschoben. Zum Schutze gegen Beschädigungen wurden sie nur mit leeren Säcken und Sparren bedeckt. Die unausbleibliche Folge davon war, dass durch einen Sprengschuss die beiden Kabel vollständig zerschlagen wurden und ersetzt werden mussten.

#### c) Beschädigungen bei der Umlegung von Kabeln in Schächten und beim Kabelzug.

Hier handelt es sich meistens um Schäden, die bei Arbeiten in Schächten verursacht wurden. Durch mehrmaliges Abbiegen von Kabeln entstanden in den Bleimänteln Quer- und Längsrisse, die zu Isolationsstörungen erst beim Eindringen von Feuchtigkeit Anlass gaben. Aehnliche Schäden sind zwar in einzelnen Fällen auch wegen ungenügender Abstützung von Muffen erfolgt, indem sich an der Einführungsstelle der Kabel in die Muffen mit der Zeit ebenfalls Risse bildeten. Fünf Beschädigungen standen mit dem Kabelzug im Zusammenhang: In zwei Fällen, wo ausnahmsweise Kabel in Zoreskanäle eingezogen wurden, haben die Bleimäntel der schon früher verlegten Kabel Verletzungen erlitten. Drei weitere Beschädigungen sind beim Einzug von Kabeln in Rohrleitungen verursacht worden: In zwei Fällen wurde der Kabelzug durch Hindernisse in den Rohrleitungen beeinträchtigt und die Kabel wurden zu stark auf Zug beansprucht, wo-

durch Aderbrüche und Papierrisse entstanden. Ein Kabel, das in einer durch Terrainsenkungen stark deformierten Rohrleitung verlegt war, wurde beim Einzug eines weiteren Kabels durch den Führungsschlitten beschädigt.

d) *Beschädigungen durch Nagetiere.*

Es sind 8 solcher Schäden gemeldet worden. Ob sie durch Mäuse oder Ratten verursacht wurden, konnte in keinem Fall mit Sicherheit festgestellt werden. Wenn auch innerhalb von drei Jahren 8 Kabel zernagt worden sind, so besteht doch keine Gefahr, dass Beschädigungen dieser Art einen beängstigenden Umfang annehmen könnten. Es ist ohne weiteres einleuchtend, dass die Ratten oder Mäuse die Bleimäntel nur aus Not zernagen. In allen Beschädigungsfällen dürfte es sich um Verzweiflungstaten der Nager handeln, die, irgendwo in einen Kabelkanal hineingeraten, keinen Ausgang mehr fanden und ihr letztes Heil im Abnagen der Bleimäntel erblickten. Ob das Vorhaben jeweils gelang, konnte nicht ermittelt werden. Tote Tiere wurden an den Beschädigungsstellen nie gefunden.

In neuerer Zeit wird das Eindringen solcher Schädlinge in Kabelkanäle durch die Verwendung von gusseisernen Bogen und Verteilstücken verunmöglicht. Früher haben undichte Stoss-Stellen von Kanälen und das Fehlen von Betonböden in Schächten den Zugang zu den Kabeln möglich gemacht.

Einer der interessantesten Fälle sei hier näher beschrieben. Bild 4 zeigt einen Ausschnitt des arg zugerichteten Kabels.

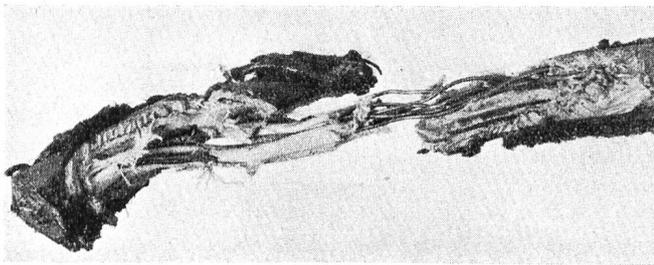


Bild 4.

Nicht nur der Bleimantel von 2 mm Dicke, sondern sogar die Kupferdrähte von 0,8 mm Durchmesser wurden beschädigt. Der Bleimantel war auf einer Länge von 11 cm bis auf ein Drittel vollständig abgenagt und von den 10 Adern waren 4 unterbrochen. Am angegagten Bleimantelrand und an den Drähten sind deutlich die Zahnsuren des Nagers zu erkennen.

Das Kabel war im Innern einer Ortschaft in einem Zoreskanal Nr. 4 verlegt, der einerseits in einem Gebäude endete und andererseits in einen Zoreskanal Nr. 8 einmündete. Diese Einmündung wurde vor Einführung der T-förmigen gusseisernen Verbindungsstücke und leider ohne Errichtung eines Abzweigschachtes ausgeführt. Die Einmündungsstelle wurde mit Blei abgedichtet. Der Zoreskanal Nr. 4, der zum Gebäude führt, war von der Hauseinführung hinweg mit einer Richtungsänderung von ca. 45° durch einen Kanal aus Kabelschutzeisen Nr. 5,2 weitergeführt. An dieser Stelle, die nicht dicht war, wird nun aus dem Innern des Gebäudes ein Nager

in den Zoreskanal Nr. 4 eingedrungen sein und bis zu dessen Einmündung in den Kanal Nr. 8 einen Weg gefunden haben. Es ist anzunehmen, dass ihm dort das vom Kanal Nr. 8 in den Kanal Nr. 4 abzweigende 10adrige Kabel den Durchgang versperrte. Der Nager wird hier die Ausgangsmöglichkeit an der Kanalabzweigstelle gewittert haben, und es scheint, dass ihm die Flucht aus dem Kanal gelungen ist, denn ausser dem Kabel war an der Stelle, wo der Zweigkanal in den Hauptkanal einmündet, auch das Dichtungsbleiblech zernagt.

e) *Beschädigungen durch Wildwasser, Erdbeben und Eisbildung.*

In Veytaux wurde im August 1927 eine 300-mm-Gussrohrleitung mit 2 Fern- und 3 Teilnehmerkabeln durch den Wildbach La Veraye zerrissen. Zufolge eines wolkenbruchartigen Gewitters schwoh das sonst harmlose Wasser zum verheerenden Wildbach an, der, Steine und Schuttmassen mitführend, die Staatsstrasse in Veytaux und die darin untergebrachte Kabelanlage stark beschädigte. Einzelheiten über dieses Ereignis finden sich in den Technischen Mitteilungen, Jahrgang V, Nr. 5, Seite 174.

Eine ähnliche Kabelbeschädigung ist elf Tage später durch einen Bergsturz an der Dent du Midi verursacht worden. Wie in den Technischen Mitteilungen, Jahrgang IV, Nr. 6, S. 193—200 berichtet, wurden im Jahre 1926 nach der Bergsturzkatastrophe an der Dent du Midi über den St. Barthélemy-Bach auf eine Entfernung von 80 m zwei Luftkabel aufgehängt. Sie sollten bei einer allfälligen Unterbrechung der Fernsprech- und Telegraphenkabel, die im Brückenkörper über den Barthélemy-Bach geführt sind, zur Aufrechterhaltung des Verkehrs dienen. Diese Notwendigkeit trat glücklicherweise nicht ein. Vorsorglich wurden aber die zwei zu beiden Seiten des Bachbettes auf Holzstangen endigenden Luftkabel einstweilen noch belassen. Im August 1927 erfolgte dann neuerdings ein Bergsturz, der das Ueberführungsgestänge auf der Seite gegen St. Maurice fortriss und dabei die Luftkabel unter sich grub (s. T. M., Jahrgang V, Nr. 6, S. 211—213).

Eine seltene Beschädigung, die im Winter 1927-1928 in St. Moritz erfolgte, muss, den gemachten Beobachtungen nach zu schliessen, auf Eisbildung in einem Zoreskanal zurückgeführt werden. Bei Erdarbeiten war im Herbst 1927 wahrscheinlich Wasser in den Kanal eingedrungen. Als es dann im Winter gefror, wurde das Kabel gequetscht und der Bleimantel der Länge nach aufgerissen.

Ein ähnlicher Fall ist vor Beginn unserer Statistik im Winter 1924/1925 in La Chaux-de-Fonds vor-

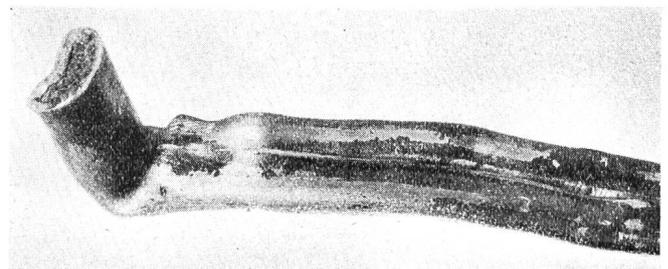


Bild 5.

gekommen. Dort wurde ein  $10 \times 2$ adriges, armiertes Kabel, das in einem Gasrohr  $1\frac{3}{4}$ " verlegt war, auf einer Länge von 3 m gequetscht. Der Bleimantel wurde ebenfalls aufgerissen. Zum Ausziehen des Kabels musste das Gasrohr vorerst aufgetaut werden. Im Bild 5 ist die Beschädigung dieses Kabels wahrnehmbar. Zur bessern Veranschaulichung der Quetschung ist das Kabel umgebogen.

#### f) Beschädigungen durch Feuer.

Während der Kälteperiode des letzten Winters war die Abwasserleitung eines Hotels in Reichenau eingefroren. Diese Leitung mündet in einen Schachschacht, welcher in die vorbeiführende Staatsstrasse eingebaut ist. Um die Leitung aufzutauen, wurde in diesem Schacht während eines ganzen Tages ein starkes Holzfeuer unterhalten. Am folgenden Tage trat auf einem Kabel, das in der Nähe des ausgeheizten Schachtes vorbeiführt, eine Störung auf. Die Messergebnisse zeigten den Fehlerort in der Nähe dieses Schachtes an. Aufgrabungen ergaben, dass das Kabel, welches 80 cm vom erwähnten Schacht unter einer Deckplatte der Abwasserleitung hindurchführt, durch Feuer vollständig zerstört worden war. Der Bleimantel war abgeschmolzen, das Isolierpapier verbrannt oder verkohlt und die Kupferadern waren ganz geschwärzt. Die Ursache war naheliegend. Vom Abwasserleitungsschacht gegen die Kreuzungsstelle hin muss ein starker Luftzug das Feuer in die Abwasserleitung hineingezogen haben. Der aus Kabelschutzblei bestehende Kabelkanal und die Armaturdrähte wurden in der Folge so stark erhitzt, dass das Kabel zugrunde ging. Bild 6 zeigt ein Stück des beschädigten Kabels. Im zusammengeschmolzenen Bleimantel sind deutlich die durch die eingedrückten Armaturdrähte verursachten Rinnen sichtbar.

Ein gleichartiger Fall wurde ungefähr zur selben Zeit in Le Pont festgestellt. Hier war eine von der Staatsstrasse in ein Haus eingeführte Wasserleitung eingefroren. Zum Auftauen wurde die Leitung bis in die Nähe (20–30 cm) eines in der Strasse verlegten Telephonkabels ausgegraben und der Wirkung eines Holzfeuers ausgesetzt. Die Hitze war so stark, dass das durch einen Zoreskanal geschützte Kabel beschädigt wurde, was zu Verkehrsstörungen führte.

Die dritte Kabelbeschädigung durch Feuer ist bei einem Hausbrand in Basel vorgekommen.

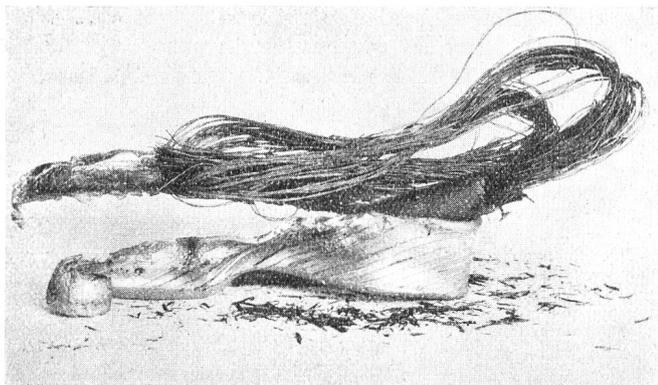


Bild 6.

#### g) Starkstromschäden.

Von den 21 auf Starkstromeinwirkung zurückzuführenden Kabelschäden sind 18 durch Erd- und Kurzschlüsse in den Anlagen elektrisch betriebener Bahnen und 3 durch Erd- oder Kurzschlüsse auf andern Starkstromleitungen verursacht worden.

Besonders interessant und lehrreich ist folgender Fall: Anlässlich von Kanalisationsarbeiten wurde ein 500-Volt-Kabel beschädigt, ohne dass das zuständige Elektrizitätswerk davon Kenntnis erhielt. Nach einigen Wochen verursachte die Beschädigung einen so starken Erdschluss, dass drei im gleichen Rohr geführte Starkstromkabel verbrannten. Gleichzeitig wurde auf einigen Adern des Telephonkabels, das unweit dieser Beschädigungsstelle die Starkstromkabel kreuzt, Erdschluss beobachtet. Die Ausgrabung der Kreuzungsstelle zeigte, dass die Starkstromkanalisation vorschriftswidrig verlegt war. Die aus Gussrohr bestehende Leitung war ohne isolierende Zwischenlage über dem Zoreskanal, der das Kabel schützt, verlegt. An der Telephonanlage war ausser einem blauen Fleck am Zoreskanal, der auf einen Stromübergang schliessen liess, nichts Anormales festzustellen. Die nähere Fehlerortsbestimmung führte auf eine 5 m entfernte Durchschlagsstelle. Hier waren der Bleimantel des Kabels (Loch von ca. 3 cm Durchm.) und die nächstliegenden Adern durchgeschmolzen.



Bild 7.

In Bild 7 wird ein Bleimantel von 2,5 mm Dicke mit einem Loch von  $8 \text{ cm}^2$  gezeigt. Dieser Schaden war ebenfalls die Folge eines Erd- oder Kurzschlusses in einem Starkstromnetz. Die Störungen traten indessen erst einige Zeit nach der Beschädigung auf, so dass eine Rekonstruktion des Vorganges anhand der Störungskontrolle der Starkstromunternehmungen nicht mehr möglich war. Das Telephonkabel lag unter den Schienen einer Strassenbahn in einem Zoreskanal neben zwei in einem besondern Kanal geführten Starkstromkabeln. Unweit davon befinden sich elektrische Anlagen der Schweiz. Bundesbahnen. In einer dieser Anlagen (Bundes- oder Strassenbahn) oder in den Starkstromkabeln muss ein Erd- oder Kurzschluss entstanden sein und den Stromübergang auf das Telephonkabel bewirkt haben.

#### h) Blitzschläge.

Von den 29 durch Blitzschläge entstandenen Kabelfehlern entfallen 9 auf den Kanton Tessin, dessen Gebiet bekanntlich heftigen atmosphärischen Entladungen stark ausgesetzt ist. Vor Beginn unserer Statistik mussten im Jahr 1926 im Tessin 10 Blitzschlagsschäden repariert werden.

Die durch Blitzschläge verursachten Kabelschäden bestanden in durchgeschmolzenen Bleimänteln, Isolationsdefekten und Aderunterbrüchen. Bild 8 zeigt ein vom Blitz beschädigtes Kabel (Bleimantel und Aderbündel nebeneinander). Der Bleimantel ist durchgeschlagen, das Isolierpapier teilweise verbrannt und es sind einige Kupferadern durchgeschmolzen. An den Drahtenden sind kleine Kupferklümpchen sichtbar, die sich beim Durchschmelzen der Adern bildeten.

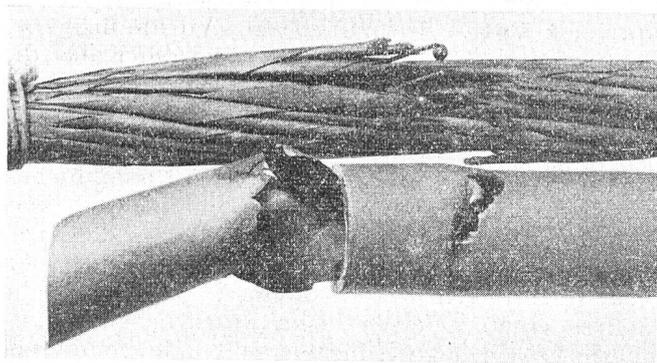


Bild 8.

In einigen Fällen entstand der Blitzschaden zufolge schlechter Erdverbindungen der Sicherungskasten. Es sind Erdleitungswiderstände bis zu 82 Ohm gemessen worden, während der höchstzulässige Widerstand nach Vorschrift 25 Ohm beträgt. Bei zwei Beschädigungen wurden in den Sicherungskasten sogar Sicherungsfedern geschmolzen.

In 7 Fällen sind Beschädigungen bei der Einführungsstelle der Erdkabel in die Sicherungskasten entstanden. Drei Beschädigungen sind an sogenannten Syphonkabeln (zur unterirdischen Kreuzung von elektrischen Bahnen in die oberirdischen Linien eingebaute Kabel) beobachtet worden. Diese Kabel waren bei ihrem Anschluss an die oberirdischen Linien beidseitig ungesichert, was den heutigen Vorschriften entspricht. Dass in den letzten drei Jahren nur drei derartige Beschädigungen vorgekommen sind, beweist, dass die Weglassung der Sicherungen bei solchen kurzen Kabeln keine wesentlichen Nachteile zur Folge hat. Die Nichteinschaltung von Sicherungen ist begründet durch den Wegfall der grossen Arbeit, die durch das häufige Auswechseln defekter Sicherungen bedingt würde. Es ist nicht ausser acht zu lassen, dass die Syphonkabel sich häufig an Orten befinden, die viele Kilometer von den nächsten Telephonzentralen entfernt liegen, weshalb die Auswechslung von Sicherungen besonders teuer zu stehen käme.

In 19 Fällen wurden Blitzschäden in Kabeln in verhältnismässig grosser Entfernung von den oberirdischen Anschlusspunkten festgestellt. Die übrigen Fehler befanden sich unmittelbar beim Kabelverteiler und Sicherungskasten oder wenige Meter davon entfernt. Bei den meisten Beschädigungen wird es sich wohl um Entladungen in die oberirdischen Linien gehandelt haben, von wo aus die hochgespannten Entladungsströme durch zum Teil ungenügend geerdete Sicherungskasten in die Kabel eindringen. In andern Fällen muss der Einschlag des Blitzes an den Beschädigungsstellen direkt erfolgt

sein. Ein typisches Beispiel für diese Möglichkeit bietet folgende Feststellung: In Biglen schlug der Blitz in einen Kirschbaum ein und beschädigte ein Kabel, das 70 cm von diesem Baum entfernt in einem Sandbett mit Zementsteinen gedeckt verlegt war. Das Vorhandensein metallischer Massen begünstigt in solchen Fällen den Spannungsausgleich zwischen Erde und Atmosphäre, und bei diesem Prozess werden ab und zu auch Kabel in Mitleidenschaft gezogen.

#### i) Elektrolytische Korrosion.

Es wurden im Zeitraum von drei Jahren 8 Kabelschäden gemeldet, die bestimmt oder sehr wahrscheinlich durch elektrolytische Korrosion verursacht worden sind. Die beschädigten Kabel waren in Abständen von 60 cm bis zu einigen Metern von den Schienen von Gleichstrombahnen entfernt in eisernen Schutzkanälen verlegt. Die Korrosionserscheinungen erstreckten sich zum Teil auf Längen von mehr als 100 m. Das Alter der beschädigten Kabel betrug im Zeitpunkte ihrer Auswechslung 5, 20, 25, 26, 27 und in zwei Fällen 31 Jahre. Bei einem der Kabel ist das Verlegungsdatum unbekannt. Bild 9 zeigt einen Bleimantelausschnitt von einem korrodierten Kabel, das, nach dem Ergebnis der elektrischen Messungen zu schliessen, durch vagabundierende Ströme einer Strassenbahn zerstört wurde.

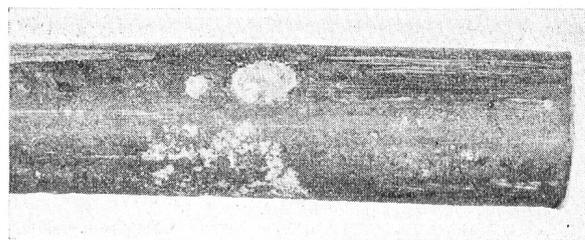


Bild 9.

Elektrolytische Korrosion wird durch Gleichströme verursacht, die von Gleichstrombahnen oder defekten Gleichstromkabeln herrühren. Treten unter gewissen Verhältnissen solche Ströme durch den Erdboden in den Bleimantel eines Telephonkabels ein und benützen diesen als Leiter, so werden sie an irgendeiner für den Stromübergang in die Erde günstigen Stelle wieder aus dem Bleimantel austreten. Der Bleimantel bildet bei der Eintrittsstelle die Kathode und bei der Austrittsstelle die Anode des Elektrolyts (Erdboden). Beim Stromdurchfluss werden an der Stromaustrittsstelle die negativen im Elektrolyt wandernden Ionen (Säurereste) neutralisiert. Dabei gehen sie mit dem Blei eine chemische Verbindung ein, der Bleimantel wird zerstört und bei Eintritt von Feuchtigkeit ins Kabel treten Isolationsstörungen auf. Obschon es sich hier gewissermassen um einen chemischen Vorgang handelt, kommt nicht chemische Korrosion in Frage, weil die primäre Ursache dem Durchfliessen eines Fremdstromes zuzuschreiben ist.

An der Stelle, wo der Fremdstrom in den Bleimantel eintritt, bleibt das Blei unverändert, es sei denn, dass sich aus dem Elektrolyt ausscheidendes Metall ansetzt. Mit dieser Beobachtung kommt man

zu der Feststellung, dass Korrosionsschäden zufolge elektrolytischer Einwirkung nur an denjenigen Stellen auftreten, wo der Strom aus dem Bleimantel wieder ins Erdreich übergeht.

Die Gefahren der elektrolytischen Korrosion sind nicht neu. Auf diese Art von Korrosion zurückzuführende Beschädigungen an Kabeln, Gas- und Wasserleitungsröhren und dergleichen sind schon vor ca. 40 Jahren beobachtet worden. Zu ihrer Bekämpfung haben der Schweiz. Verein von Gas- und Wasserfachmännern, der Verband Schweiz. Sekundärbahnen, der Schweiz. Elektrotechnische Verein und die Obertelegraphendirektion eine permanente Kommission bestellt, die sich mit Fragen grundsätzlicher Natur betreffend die durch Erdströme elektrischer Bahnen verursachte Korrosion befasst. Für die Durchführung von Untersuchungen steht der Kommission eine Kontrollstelle beim Sekretariat des Schweiz. Elektrotechnischen Vereins zur Verfügung.

#### k) Chemische Korrosion.

Es sind 12 Schadenfälle gemeldet worden. Bild 10 veranschaulicht einen Bleimantel, der durch chemische Korrosion beschädigt wurde. Die kraterförmigen Vertiefungen, die durch Säuren und Salze ausgefressen wurden, treten deutlich in Erscheinung.

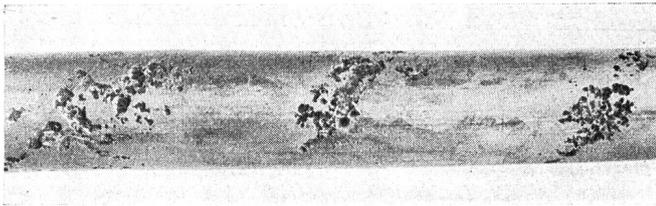


Bild 10.

Chemische Korrosion ist überall dort möglich, wo in feuchtem Erdreich aggressive Stoffe wie Säuren und Salze reichlich vorhanden sind. In der Nähe von undichten oder überlaufenden Jauchegruben, Lagerplätzen von Stalldüngern und defekten Abwasserleitungen ist die Gefahr der chemischen Korrosion sehr gross. Aus dieser Erkenntnis heraus hat die Obertelegraphendirektion ihren Bauämtern besondere Weisungen betreffend das Verlegen von Kabeln in solchen Gebieten erteilt.

Ueber das Entstehen chemischer Korrosion sind von F. O. Anderegg und R. V. Achatz umfangreiche und eingehende Untersuchungen angestellt worden, über deren Ergebnisse in den Technischen Mitteilungen, Jahrgang V, Nr. 4, S. 136 und 179 in längerer Abhandlung berichtet wurde.

#### l) Interkristalline Korrosion (Selbstkorrosion).

Unter dieser Korrosion versteht man das Brüchigwerden eines Metalls wegen häufiger oder permanenter Erschütterung. Ueber Kabelbeschädigungen, die auf diese Weise entstanden sind, ist aus Deutschland schon in den Jahren 1925 und 1926 eingehend berichtet worden<sup>1)</sup>. Nach diesen Berichten sind von 1908 bis 1925 in den Vereinigten Staaten von Amerika,

in England und Deutschland zusammen 12, von 1925 bis 1926 in Deutschland allein 9 weitere Fälle interkristalliner Korrosion an Bleikabeln beobachtet worden.

Die Schäden an Erdkabeln wurden überall dort festgestellt, wo häufige Erschütterungen durch Bahn- und Lastwagenverkehr auftreten. Hauptsächlich auf Brücken, und zwar an den Stellen, wo der Brückenkörper vom unbeweglichen zum beweglichen Teil übergeht, also bei den Auflagern, findet die Korrosion statt. Bei Luftkabeln sind ähnliche Beschädigungen dort wahrnehmbar, wo die Kabel die Leitungsstangen berühren oder an Hausfassaden und dergleichen arretiert sind.

Die charakteristischen Merkmale der interkristallinen Korrosion bestehen in netzartigen Rissbildungen im Bleimantel. In einzelnen Fällen war die Korrosion schon so weit vorgeschritten, dass der Bleimantel körnig aussah und das Blei zwischen den Fingern zerrieben werden konnte. Die chemische Analyse ergab indessen keine wesentlichen Unterschiede zwischen korrodiertem und unbeschädigtem Blei.

In längeren Ausführungen beweist O. Haehnel, dass die primäre Ursache der interkristallinen Korrosion nicht auf die Einwirkung von Zugkräften auf die Kabelmäntel, sondern auf Erschütterungen zurückzuführen ist. Versuche haben ergeben, dass Legierungen von Blei mit 1% Antimon oder 1–3% Zinn die Widerstandsfähigkeit der Bleimäntel ganz bedeutend erhöhen. Die Lebensdauer solcher Bleimäntel soll bis zehnmal so gross sein wie diejenige von Mänteln aus technisch reinem Blei.

In der Schweiz sind vor Beginn der Kabelstatistik bei einigen Brücken (alte Hängebrücke in Fribourg, Nydeckbrücke in Bern und andere) Korrosionsschäden an Kabeln beobachtet worden. Von Mitte 1926 bis Mitte 1929 wurden zwei Fälle von interkristalliner Korrosion festgestellt.

1. Fall. Im Sinne einer provisorischen Massnahme war von 1923 bis 1926 am Bahngestänge auf dem Stationsgebiet von Lenzburg ein 10 × 2adriges Teilnehmerkabel aufgehängt. Sein Bleimantel bestand aus reinem Blei. Das Kabel war mit Bandbriden und Eisenhaken an einem Stahlseil aufgehängt, und zwar so, dass keine Berührung mit den Leitungsstangen möglich war.

Die Erschütterungen durch den Zugsverkehr und den Wind haben dem Kabel so stark zugesetzt, dass es im Jahr 1926 auf seiner ganzen Länge von mehreren hundert Metern kleine Risse im Bleimantel aufwies. Bild 11 zeigt einen Ausschnitt dieses Kabels. Die Risse im Bleimantel, die beim Biegen des Kabels noch viel besser in Erscheinung traten, sind deutlich zu erkennen.



Bild 11.

<sup>1)</sup> O. Haehnel, El. Nachrichten-Technik, Bd. 2, S. 74, 1925, und Bd. 3, S. 229, 1926.

2. *Fall.* Im Jahre 1925 wurde bei Hauterive (Neuchâtel) für den Anschluss der oberirdischen Linie von Biel an das Fernkabel nach Neuenburg ein  $30 \times 2$ adriges Luftkabel ausgelegt, dessen Bleimantel ebenfalls aus reinem Blei besteht. Das Kabel verläuft von Hauterive in nördlicher Richtung bergaufwärts. Um ein Rutschen des Kabels und damit eine schädigende Zugbeanspruchung zu vermeiden, wurde das Kabel bei einigen Leitungsstangen mit Holzbriden von 20 cm Länge festgehalten. Die Briden waren mit ca. 25 cm langen Aufhängeseilen an den Traversen, die auch zur Arretierung des Trageisels dienen, aufgehängt. Das Kabel war also beweglich.

Im Jahre 1928, also 3 Jahre nach der Auslegung, trat auf diesem Kabel eine Störung auf, als deren Ursache zu beiden Seiten einer Holzbride interkristalline Korrosion des Bleimantels festgestellt wurde. Während oberhalb der Bride, also bergwärts, nur geringe Korrosion stattgefunden hatte, war das Kabel unterhalb der Bride, wo es ziemlich grosses Gefälle aufweist, stark beschädigt. Die grössere Beschädigungsstelle ist im Bild 12 gezeigt. Fast auf der ganzen Fläche des ausgeschnittenen Bleimantelstückes sind kleine Risse sichtbar.

Durch das Hin- und Herschwingen des Kabels und die gleichzeitige Zugbeanspruchung — diese muss im vorliegenden Falle als mitbestimmender Faktor eingesetzt werden — ist der Bleimantel innert 3 Jahren defekt geworden.

Zur Vermeidung weiterer solcher Beschädigungen wurden alle Holzbriden durch Kabelstrümpfe (zylindrische Stahldrahtgeflechte), wie sie für den Kabelzug verwendet werden, ersetzt. Dadurch hat das Kabel eine elastische Arretiervorrichtung erhalten. Die Dehnungsmöglichkeit der Kabelstrümpfe gegenüber der früheren nicht dehnbaren Arretierung ist so bedeutend, dass die Gefahr interkristalliner Korrosion nun wesentlich geringer ist. Die Zugkräfte verteilen sich jetzt auf eine Länge von ungefähr 1 m des Kabels statt wie früher auf 20 cm.

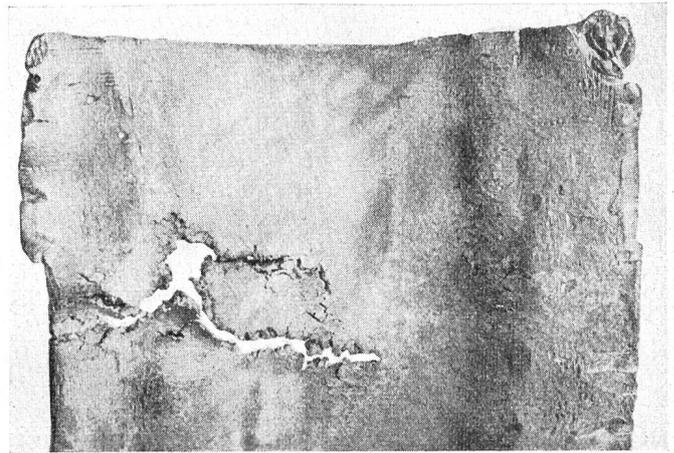


Bild 12.

Ueberdies wird ein Teil des Zuges durch die Dehnung des Drahtgeflechtes der Kabelstrümpfe ausgeglichen.

Was in diesem Abschnitt über die Widerstandsfähigkeit von Kabelmänteln aus reinem Blei im allgemeinen gesagt wurde, bestätigt sich für die vorerwähnten zwei Kabel. Es ist allerdings zu bemerken, dass im Zeitpunkt der Verlegung dieser Kabel über die Auswirkungen interkristalliner Korrosion noch wenig bekannt war und dass für den Bau von Luftkabelanlagen noch keine technischen Vorschriften aufgestellt waren. Seit 1926 werden alle Bleimäntel für Luftkabel mit einem Zusatz von 1–3% Zinn hergestellt.

Die vorstehenden Ausführungen über das Auftreten von Kabelstörungen zeigen, dass deren Ursachen mannigfaltig sein können. Es ist zu hoffen, dass diese Zeilen dazu beitragen werden, das Verständnis für die Notwendigkeit der Verhütung von Kabelbeschädigungen allgemein zu fördern. Umsichtiges Vorgehen beim Bau von Kabelanlagen und gründliche Aufklärung der Tiefbauunternehmer vermögen die Wirklichkeit diesem Ziel näher zu rücken.

## Das Telephon im Hotelbetrieb.

Als Ergänzung zu dem in Heft 3/1929 erschienenen Aufsatz über Hoteleinrichtungen geben wir hier noch eine neue, empfehlenswerte Schaltung bekannt. Es handelt sich um die Aufstellung eines Hausautomaten und eines Handvermittlers. Die Schaltung kommt für kleine bis mittelgrosse Hotels in Frage. Die automatische Einrichtung dient ausschliesslich dem internen Dienstverkehr, der Hauptumschalter dem Verkehr zwischen den Zimmeranschlüssen und dem öffentlichen Telephonnetz einerseits und dem Verkehr mit den internen Stationen andererseits. Leitende Persönlichkeiten und Angestellte mit wichtigen Verrichtungen, wie Direktor, Sekretär, Concierge, erhalten automatische Stationen mit Rückfrageanschluss. Diese werden, wie in der Figur angedeutet, einerseits an den Hauptumschalter, andererseits an den Automaten angeschlossen. Durch diese Anschlussart wird ermöglicht, bei Fernverbindungen in der internen Anlage Rückfragen zu halten. Die

## Le téléphone dans l'hôtellerie.

Comme suite à l'article paru sous ce même titre dans le n° 3 de 1929 du Bulletin technique, nous reproduisons ci-après un schéma tout nouveau et particulièrement recommandable concernant une centrale automatique d'abonné en liaison avec un commutateur manuel. La combinaison envisagée se prête surtout pour des hôtels de petite et de moyenne importance. L'installation automatique est destinée exclusivement à la correspondance intérieure, tandis que le commutateur principal est employé pour les échanges entre les raccordements de chambre et le réseau public, d'une part, et les stations de service de l'hôtel, d'autre part. Le personnel dirigeant ainsi que les employés assurant d'importantes fonctions, tels le directeur, le secrétaire, le concierge, sont dotés de stations avec lignes de rappel. Ainsi que le montre la figure ci-après, celles-ci sont raccordées, d'une part au commutateur principal, d'autre part à l'installation automatique. Cette