

**Zeitschrift:** Technische Beilage zur Schweizerischen Post-, Zoll- & Telegraphen-Zeitung = Supplément technique du Journal suisse des postes, télégraphes et douanes

**Band:** 4 (1921)

**Heft:** 14

**Artikel:** Ueber Festigkeitsprüfungen an Verbindungsstellen in elektrischen Freileitungen

**Autor:** [s. n.]

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-872958>

### **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:** 19.02.2025

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

bis zum Erscheinen des gebrauchsfertigen Zeichens verstrichen 9 Sekunden. So lieferte also der Empfangsapparat einen gebrauchsfertigen Empfangsstreifen, auf dem die ankommenden Zeichen photographisch festgehalten waren. Als technische Neuerung bei diesem Apparatsystem möchte ich besonders den Versuch hervorheben, die nötigen Linienströme durch den Motor des Senders selbst zu erzeugen, die Verwendung einer eigenen Linienbatterie für die Telegraphierströme also zu umgehen. Das geschah dadurch, dass auf der Hauptachse des Senders, neben Antriebsmotor und Schwungradscheibe, ein Stromerzeuger (Dynamo) angebracht war. Durch zwei gleiche Widerstände wurden die beiden Bürsten der Dynamos verbunden und der Verbindungspunkt geerdet. Um die durch den jeweiligen Widerstand der einzelnen Leitungen bedingte Betriebsspannung bequem abnehmen zu können, konnten die beiden Kontakte des Senderrelais mit verschiedenen Punkten der zwei Widerstände verbunden werden. Die Betriebsergebnisse mit diesem neuen Schnelltelegraphen waren sehr zufriedenstellend, erforderten aber infolge der hohen Telegraphiergeschwindigkeit ein tadelloses Leitungsmaterial. Unterirdische Kabel mussten wegen ihrer hohen Kapazität nach Möglichkeit vermieden werden. Da sich die Telegraphiergeschwindigkeit zur Länge verhält wie 2 : 1, so musste man für diesen Betrieb möglichst kurze Strecken wählen; lange Leitungen mussten durch Einschalten von Uebertragungen unterteilt werden. Zudem gestaltete sich der Betrieb infolge des notwendigen Entwicklungsverfahrens ziemlich kostspielig und verlangte eine äusserst sorgfältige und aufmerksame Bedienung. — In Erwägung dieser Umstände beschloss daher die Firma Siemens & Halske, die Versuche und Arbeiten auf diesem Gebiete unter Anwendung der mit dem photographisch wirkenden Schnelltelegraphen gemachten Erfahrungen zwar fortzusetzen, die Anforderung an die maximale Telegraphiergeschwindigkeit jedoch auf 1000 Minutenzeichen zu reduzieren. (In Gegensprechschialtung 2000 Zeichen.) Dabei fanden die beim Betrieb des photographisch wirkenden Schnelltelegraphen als praktisch befundenen Teile (z. B. Gleichlaufregulierung, gestanzter Lochstreifen), auch als Versuchsbasis für den neuen Apparat Verwendung. Das Resultat dieser fortgesetzten Arbeiten war der «*Automatische Typendruck-Schnelltelegraph*» von Siemens & Halske A.-G., welcher mit vollem Recht als eine Rekordleistung deutschen Erfindergeistes und deutscher Technik bezeichnet werden darf. \*)

Am 1. Oktober 1912 wurde der Siemensbetrieb in Deutschland auf den Strecken Berlin-Düsseldorf und Berlin-Breslau eingeführt; heute besitzt beispielsweise Berlin allein schon etwa 35 Siemensverbindungen mit allen bedeutenderen Städten Deutschlands, sowie des angrenzenden Auslandes. Während meines Aufenthaltes in Berlin (November 1920) wurden eben Siemensversuche mit London gemacht, die ein tadelloses Betriebsergebnis zeitigten. Auf der Strecke London-Liverpool war der Siemens-Typendrucktelegraph schon vor dem Weltkriege in Betrieb. Italien und Frankreich konnten sich bis heute noch nicht zur Einführung des Siemensbetriebes entschliessen, obschon Deutschland mit ersterem schon vor dem Weltkriege in dieser Angelegenheit in Unterhandlung stand. In der Schweiz fand der Typendruck-Schnelltelegraph von Siemens & Halske zuerst auf der Strecke Zürich-Berlin Anwendung (November 1918); dieser Verbindung folgten in rascher Reihenfolge die Siemensverbindungen Zürich-Frankfurt a/M. (Februar 1919), Zürich-Wien (August 1920), Basel-Berlin (März 1920), Basel-Genf und Zürich-Genf (November 1920). Für das Jahr

\*) Der Hughes-Apparat wurde 1855 von dem Engländer Hughes, der Baudot-Apparat 1874 von dem französischen Telegraphenbeamten Baudot erfunden.

1921 sind bereits zwei neue Verbindungen, Basel-Zürich und Basel-Frankfurt a/M. (event. Hamburg), budgetiert. Die rasche Entwicklung des Siemensbetriebes stellt der hervorragenden Leistungsfähigkeit des neuen Apparates ein gutes Zeugnis aus. Erwähnenswert und besonders bezeichnend für die grosse Leistungsfähigkeit des neuen Telegraphen erscheint mir der Umstand, dass u. a. während des Weltkrieges auch noch folgende Fernleitungen mit dem neuen Schnelltelegraphen ausgerüstet wurden: Berlin-Aleppo, Berlin-Bukarest-Pera, Berlin-Charleville, Berlin-Kowno, Berlin-Riga, Berlin-Sofia. Auf so grossen Strecken liess sich das Einschalten von Uebertragungen natürlich nicht umgehen. Auf der Fernleitung Berlin-Konstantinopel waren zum Beispiel an folgenden Orten moderne Siemensübertragungen eingeschaltet: Kattowitz, Budapest, Kronstadt, Bukarest und Konstanz. Im Jahre 1915 wurde der Schnelltelegraphbetrieb auf der Insel Java auf der Strecke Batavia-Samarang-Soerabaya eröffnet; selbst ohne Relaisübertragung hat der Apparat auf dieser 900 Kilometer langen 5,5 mm Eisenleitung durchschnittlich eine Sendgeschwindigkeit von 800 Minutenzeichen im Einfachbetrieb erzielt und zur vollen Zufriedenheit gearbeitet. Der Siemens'sche Schnelltelegraph erhielt also während dem Weltkriege seine eigentliche Feuertaufe.

Dieser allgemeinen Uebersicht über die Entwicklung des Siemensverkehrs möge nun eine genauere Beschreibung des Apparates folgen. Die menschliche Hand ist, wie die Erfahrung zeigt, zu unvollkommen, um den Telegraphen innerhalb der Grenzen, die durch Leistungsfähigkeit und Eigenschaften von Apparaten und Leitungen gezogen sind, voll und ganz auszunützen. Sie ermüdet bald, das Abgeben der Zeichen in die Leitung wird langsamer und unregelmässiger. Verschiedene Erfinder versuchten daher seit langem Apparate herzustellen, bei denen die Telegraphierströme statt durch die menschliche Hand durch eine Maschine in die Leitung geschickt werden. (Telegraph von Wheatstone, mit Verbesserungen von Creed, Buckingham, Donald Murray; Telegraph von Pollak & Virag.) In allen Fällen aber müssen die Programme zur Abgabe durch die Maschine auf irgend eine Weise vorbereitet werden. Beim Schnelltelegraph von Siemens geschieht dies durch den Lochapparat. Zu einer Siemensgruppe, die aus einem Sender, einem Empfänger und einem Abgleichsatz (Duplexstation) besteht, gehören 4 bis 5 Stanz- oder Lochapparate.

(Fortsetzung folgt.)

## Oberirdischer Linienbau

### Ueber Festigkeitsprüfungen an Verbindungsstellen in elektrischen Freileitungen.

Mitgeteilt vom Starkstrominspektorat des S. E. V.

Die Schweizerische Obertelegraphendirektion hatte im November 1919 Festigkeitsprüfungen von aus Starkstromfreileitungen herausgeschnittenen Verbindungen in der eidgenössischen Materialprüfungsanstalt vornehmen lassen. Den Prüfungen wohnten Vertreter der drei Kontrollstellen für elektrische Anlagen (Obertelegraphendirektion, Technische Abteilung des Eisenbahndepartementes und Starkstrominspektorat) bei. Ueber das Ergebnis der Prüfungen erstattete Ingenieur Ritter von der Obertelegraphendirektion auf Grund des von der eidgenössischen Materialprüfungsanstalt ausgefertigten Prüfungsprotokolls einen zusammenfassenden Bericht an seine Verwaltung. Die Schweizerische Obertelegraphendirektion stellte uns in verdankenswerter Weise diesen Bericht für eine Mitteilung im Bulletin über die durchgeführten Prüfungen

zur Verfügung, und wir folgen im Nachstehenden grösstenteils wörtlich den Ausführungen von Ingenieur Ritter.

Die bundesrätlichen Vorschriften vom 14. Februar 1908 enthalten die Bestimmung, dass die Starkstromleitungen in den Ueberführungsspannweiten über Strassen und Plätze, über andere Starkstromleitungen, über Schwachstromleitungen und über Bahnen keine auf Zug beanspruchten Verbindungsstellen enthalten dürfen. Bei der zunehmenden Dichtigkeit der Freileitungen musste diese Bestimmung im Laufe der Jahre immer häufiger zur Anwendung kommen und namentlich die stark wachsende Ausdehnung der Telephonanschlüsse verursachte in bestehenden Starkstromfreileitungsnetzen andauernd Abänderungen, sollte den Vorschriften Genüge geleistet werden. Diese Sicherungsmassnahmen, die von einem Teil der Elektrizitätswerke grundsätzlich für überflüssig angesehen werden, verursachten oft beträchtliche Arbeiten und Kosten sowohl für die Elektrizitätswerke als auch für die Telegraphenverwaltung. Bei dem Meinungsstreit über den Wert solcher bis jetzt vorgeschriebener Sicherungsmassnahmen schien es der Obertelegraphendirektion daher angezeigt, durch möglichst umfangreiche Festigkeitsversuche an Leitungsverbindungen, die aus seit längerer Zeit bestehenden Starkstromfreileitungen herausgeschnitten wurden, zur Abklärung der Frage nach Möglichkeit beizutragen.

Zur Prüfung gelangten 211 Verbindungsstellen die von 43 verschiedenen Elektrizitätsunternehmen in bereitwilliger Weise zur Verfügung gestellt wurden, sowie 6 vom Telephonbureau Bern für diesen Zweck extra angefertigte neue Lötverbindungen. Alle 211 Verbindungen der ersteren Kategorie waren aus Kupferdrahtleitungen herausgeschnitten worden. Der Durchmesser der Leitungsdrähte schwankte zwischen 3 und 9 mm. Bei einigen Verbindungen waren die Durchmesser der zu verbindenden Leitungsdrähte verschieden. Die Mehrzahl der geprüften Verbindungen, d. h. 135 Stück, waren Wickellötstellen, daneben gelangten 47 Muffen und 7 Nietverbindungen zur Prüfung. Im weitem wurden noch einige Anschlussverbindungen geprüft. Alle Verbindungen waren normal ausgeführt, sie wiesen äusserlich keine erkennbaren groben Fehler auf.

Da für die Güte einer Drahtverbindung in mechanischer Hinsicht das Verhältnis zwischen Festigkeit von Draht und Verbindungsstelle massgebend ist, erforderte die Prüfung zwei ZerreiBproben, eine für den Draht als solchen und eine für die eigentliche Verbindungsstelle. Bei 10 Versuchsobjekten gestattete die beschränkte Länge der Drahtenden leider keine ZerreiBproben am Draht selbst, weshalb in diesen Fällen das Festigkeitsverhältnis zwischen Draht und Verbindung nicht festzustellen war, sondern nur die Festigkeit der Verbindungsstelle an sich.

Völlig durchgeprüft wurden 201 Verbindungsstellen. Das Hauptergebnis der Versuche kommt in nachstehender Zusammenstellung zum Ausdruck:

**Schwächung der Zugfestigkeit des Leiters durch die Verbindungsstelle:**

Es hatten keine merkliche Schwächung zur Folge		52 Verbindungen	=	26 %
Schwächungen von	1—10 %	89	»	= 44 %
»	» 11—20 %	29	»	= 14 %
»	» 21—40 %	24	»	= 12 %
»	» 41—65 %	7	»	= 4 %
Total		201		100 %

Die durchschnittliche Schwächung sämtlicher geprüften Verbindungsstellen ergab sich zu zirka 10 %. Zirka  $\frac{1}{4}$  derselben wies die gleich hohe mechanische Festigkeit auf, wie die zugehörigen Leitungsdrähte. Bei der grossen Mehrzahl der Drähte (zirka 75 %) erwies sich dagegen

die Festigkeit durch die Verbindung als geschwächt, und zwar im Mittel um 13 %. Eine durchschnittliche Schwächung der Leitungen durch die Verbindungen von 10 bezw. 13 % mag vielleicht nicht als erheblich erscheinen. Es muss aber berücksichtigt werden, dass die Verbindungsstellen Teile einer Leitung bilden, an welche mit Bezug auf Festigkeit gewisse minimale Anforderungen unter allen Umständen gestellt werden müssen. Die Prüfungen haben nun aber gezeigt, dass bei etwas mehr als einem Siebentel der Verbindungen die Schwächung mehr als 20 % betrug und Werte bis zu 65 % erreichte.

Das Lösen der Verbindungen bei den ZerreiBversuchen geschah auf verschiedene Weise. In 42 Fällen trat ein Herausziehen des unversehrten Drahtes aus der Bindung (Wicklung, Muffe) ein. Es betraf dies 33 Wickellötstellen, 8 Muffen und 1 Nietverbindung. Die mechanische Festigkeit dieser Verbindungsstellen wies im Vergleich zu jener der Drähte die folgenden Schwächungen auf:

In 7 Fällen 41—65 %; in 11 Fällen 21—40 %  
und in 24 Fällen 3—20 %.

Speziell hervorzuheben ist die Erscheinung, dass die meisten herausgezogenen Drähte nur Spuren von Verzinnung aufwiesen, ein Beweis für die mangelhafte Lötung.

Dies trifft ganz besonders zu für die 7 Fälle mit der grössten Schwächung von 41—65 %. Dabei wiesen auch diese Verbindungen äusserlich keine weitem erkennbaren Mängel auf, weder in der Verzinnung selbst, noch in der mechanischen Ausführung der Wicklungen. Hieraus kann gefolgert werden, dass eine Lötstelle, sei es Drahtwicklung oder Muffe, welche im Aeussern allen Anforderungen zu entsprechen scheint, noch keine Garantie für ihre Zuverlässigkeit bietet.

Bei 19 Proben erfolgte ein Drahtbruch in der Verbindungsstelle selbst und zwar

in 8 Fällen mit Schwächungen von 21—40 %  
in 11 Fällen mit Schwächungen von 0—20 %

Dabei handelt es sich um 14 Wickellötstellen und 5 Muffenverbindungen. Aus diesem Resultat kann auf eine zu starke Erhitzung des Leitungsdrahtes in der Verbindung geschlossen werden, welche die Festigkeit des Drahtes verringerte, während das Verbindungsmittel (Wickel, Muffe) dem mechanischen Zug standgehalten hat.

In 113 Fällen, d. h. mehr als der Hälfte sämtlicher Verbindungen, entstand ein Drahtbruch ausserhalb, aber immerhin in unmittelbarer Nähe der Bindung, wohl meistens als Folge der Wärmeeinwirkung beim Löten. Die Schwächung variierte in 108 Fällen zwischen  $0 \div 20$  % und in 5 Fällen zwischen  $21 \div 40$  %. Die vereinzelt Fälle, wo ein Drahtbruch weiter als 5 cm von der Bindung entfernt eintrat, wurden nicht mehr mitgerechnet, in der Annahme, dass die Einwirkungszone des Lötens sich im allgemeinen nicht über 5 cm erstrecken dürfte.

Die nachstehende Tabelle gibt einen Vergleich über das Verhalten der verschiedenen Arten von Verbindungsstellen bei den ZerreiBproben:

Art:	Wickellötstellen	Muffen	Nietverbindung	Ansch'ussverbindung
Anzahl	135	47	7	10
Durchschnittsschwächung %:	11	9	3	3

Aus ihr geht hervor, dass bei Wickellötstellen und den Muffenverbindungen die durchschnittliche Schwächung (sämtliche Versuchsobjekte inbegriffen) annähernd dieselbe ist. Ganz wesentlich günstigere Resultate lieferten bei diesen Versuchen die Nietverbindungen und die Anschlusslötstellen. Es ist aber zu bemerken, dass bei den letztgenannten Kategorien die Zahl der zur Verfügung gestandenen Probestücke gering war und so die Möglichkeit von Zufallsresultaten nicht ausgeschlossen ist.

Eine etwas sicherere Grundlage zur Vergleichung über die Güte der Verbindungen geben die nachfolgenden nach dem Grade der festgestellten Schwächungen abgestuften Zusammenstellungen der Resultate:

**Schwächung von Leitungsdrähten durch Leitungsverbindungen.**

Schwächung in %	Anzahl geschwächter Leitungsdrähte durch							
	Wickel- lötstellen		Muffenver- bindungen		Nietver- bindungen		Anschluss- lötstellen	
	absol.	in %	absol.	in %	absol.	in %	absol.	in %
0	35	26	10	21	3	43	2	20
1 ÷ 10	54	40	24	51	3	43	8	80
11 ÷ 20	21	16	7	15	1	14	—	—
21 ÷ 40	18	13	6	13	—	—	—	—
41 ÷ 65	7	5	—	—	—	—	—	—
Total	135	100	47	100	7	100	10	100

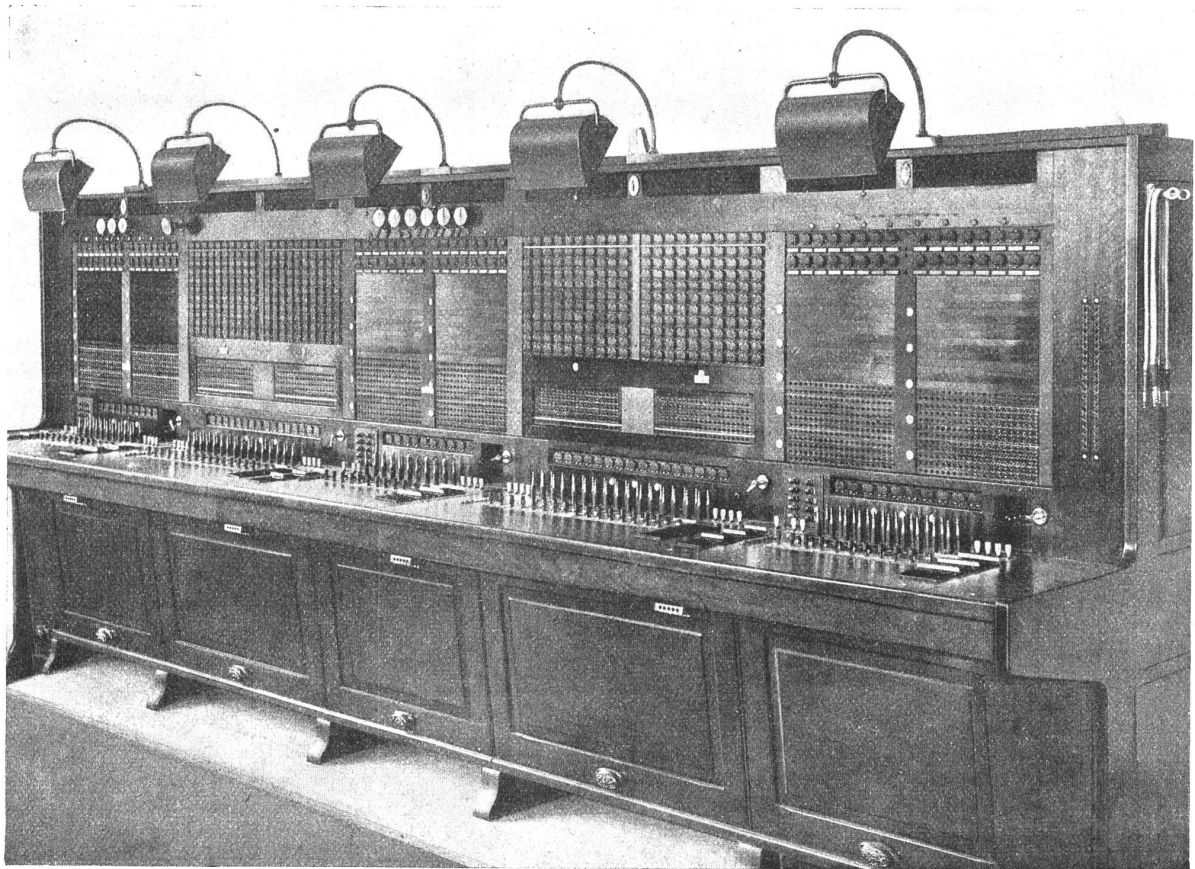
Die Versuche ergaben ferner, dass weder die Wickel-  
länge noch die Muffenlänge einen erkennbaren Einfluss  
auf die Güte der Verbindungen hatte.

Bei den Nietverbindungen und Anschlussstellen zeigten  
die Versuchsresultate gleichmässiger Festigkeitsresultate,  
Schwächungen über 20 % kamen nicht vor.

Es mag noch interessieren, die Festigkeit der Ver-  
bindungsstellen auch zum Drahtdurchmesser in Beziehung  
zu bringen. Eine bezügliche Ausscheidung ergab die nach-  
folgenden Zahlen:

Drahtdurchmesser mm:	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	8
Zahl der Verbindungen:	29	15	39	22	40	6	19	4	8	17
Durchschnittliche Schwächung % :	12	7	10	7	7	6	13	14	4	15

Die vorstehende Tabelle lässt keinen gesetzmässigen  
Zusammenhang zwischen dem Drahtdurchmesser und der  
Güte der Verbindungsstellen erkennen. Die durchschnitt-



**DIE NEUE ZENTRALE AROSA**

Diese Zusammenstellung zeigt bei den Wickellötstellen,  
wie bei den Muffen durchaus ähnliche prozentuelle  
Schwächungen.  $\frac{1}{5}$  bis  $\frac{1}{4}$  dieser Verbindungen besitzen  
mindestens die gleiche Festigkeit wie die zugehörigen  
Drähte. Bei ungefähr der Hälfte sämtlicher geprüften  
Muffen- und Wickelverbindungen war im Weiteren die fest-  
gestellte Schwächung kleiner als 10 % der Zugfestigkeit  
der Leitungsdrähte. Bei den restlichen Verbindungen mit  
grösserer Schwächung war bei den beiden Verbindungs-  
arten wieder ein ähnliches Verhalten zu konstatieren.  
Immerhin verhielten sich die Wickellötstellen gegenüber  
den Muffen insofern etwas ungünstiger, als 5 % derselben  
eine ganz erhebliche und gefährliche Schwächung von über  
40 % aufwiesen.

liche Schwächung der letztern scheint nicht in Beziehung  
zum Drahtdurchmesser zu stehen. Wenn auch im Einzel-  
nen bei den verschiedenen Drahtdurchmessern die fest-  
gestellten prozentualen Schwächungen von 4 bis 15 %  
schwanken, so liegt die Ursache hiezu wohl in der ver-  
hältnismässig geringen Zahl von durchgeführten Ver-  
suchen, die deshalb vom Zufall mehr oder weniger beein-  
flusst sein mögen. Wenn man die Fälle der ungünstigen  
Zerreißergebnisse (über 20 % Schwächung) für die Be-  
trachtung weglässt, so ergibt sich für alle Drahtdurch-  
messer eine nicht mehr wesentlich voneinander ver-  
schiedene Schwächung des Drahtes durch die Verbind-  
ungsstellen. Auf alle Fälle ist aber durch die Versuche  
zutage getreten, dass die Verbindungen in den dickeren

Drähten (5—8 mm) gegenüber solchen in dünneren Drähten (3—4 mm) hinsichtlich ihrer Festigkeit nicht im Vorteil sind.

Schon nach den ersten Festigkeitsversuchen liess sich der schädigende Einfluss einer allzustarken Erwärmung beim Lötverfahren deutlich erkennen. Um diesbezüglich in den Besitz einwandfreier Versuchsobjekte zu gelangen, veranlasste der Vertreter der Obertelegraphendirektion das Telephonbureau Bern, bei Kupferdrähten von 3, 4 und 5 mm Durchmesser je zwei Wickellötstellen anzufertigen und zwar unter Verwendung des LötKolbens bei der einen Hälfte und der Stichflamme bei der andern Hälfte. Das Ergebnis der Zerreihsproben an diesen Prüfungsobjekten bildete eine Bestätigung der erwarteten Resultate. Die Bruchfestigkeit der Verbindungsstellen bei der nämlichen 5 mm Drahtsorte betrug in einem Falle (LötKolben) 810 kg und im andern Fall (Stichflamme) 515 kg. Die stärkere Erhitzung bei der Verwendung der Stichflamme hat demnach die Bruchfestigkeit der Verbindung um 36,4 % vermindert. Beim 4 mm Draht betrug diese Verminderung 31,4 %. Beim 3 mm Draht zeigte sich allerdings eine Verminderung von bloss 4,6 %. Sie war aber bei den Versuchsobjekten wohl deshalb gering, weil beim verhältnismässig kleinen Durchmesser von 3 mm auch der LötKolben unter Umständen eine beträchtliche Schwächung hervorzurufen im Stande ist. Diese Versuche erlärten jedenfalls den schädlichen Einfluss einer zu grossen Wärmeeinwirkung auf Lötverbindungen.

Wie eingangs erwähnt, bedingte die Festigkeitsprüfung der Verbindungsstellen eine Zerreihsprobe der zugehörigen Drähte. Die bezüglichen Resultate bieten auch Gelegenheit zur Beurteilung der Frage, ob die verwendeten Starkstromdrähte den Festigkeitsanforderungen des Art. 49 der bundesrätlichen Vorschriften betr. Starkstromanlagen Genüge leisten. Eine Zusammenstellung ergibt das Resultat, dass von 201 geprüften Drähten deren 167 oder 83 % der bezüglichen Vorschrift entsprechen, während 34 Drähte oder 17 % geringere Festigkeit (Abweichung im Mittel 15 %) aufwiesen. In 9 Fällen ergaben die Versuchsergebnisse sogar eine Bruchfestigkeit der Drähte, die mehr als 20 % kleiner war, als sie in den Vorschriften verlangt ist.

Herr Ritter hat das Ergebnis seiner Untersuchung über die Festigkeitsprüfungen der Verbindungsstellen in folgende Sätze zusammengefasst:

1. Von sämtlichen Leitungsverbindungen weist  $\frac{1}{4}$  mindestens die nämliche Festigkeit auf, wie die zu verbindenden Drähte; dagegen sind die übrigen  $\frac{3}{4}$  mehr oder weniger geschwächt, durchschnittlich ca 13 %. Die maximalen Schwächungen gehen bis zu 65 %.

2. Bei der grösseren Hälfte der geschwächten Verbindungsstellen (56 %) erfolgt der Bruch nicht in der Verbindung, sondern nebenan im Leitungsdraht, als Folge einer zu grossen Erwärmung. Bei ca. 30 % tritt die Lösung der Verbindung ein, sei es durch Herausziehen der Drähte aus der Wickellötstelle oder Muffe, sei es durch Bruch des Drahtes.

3. Die mechanische Festigkeit von Wickellötstellen und Muffen ist ungefähr die nämliche. Dagegen weisen die sog. Anschlusslötstellen durchschnittlich nur eine geringe Schwächung auf (2,5 %).

4. Der Durchmesser der Drähte spielt bei der Güte von Lötverbindungen keine wesentliche Rolle. Relativ ist die Festigkeit bei den dünnen Drähten eher grösser als bei den dickern.

5. Lötungen mit Stichflamme verursachen speziell bei dickern Drähten wesentlich grössere Schwächungen, als solche mit LötKolben.

Bulletin des S. E. V. Nr. 2, 1921.

## Lignes souterraines

### Considérations élémentaires sur la self-induction des bobines Pupin et leur intercalation dans les câbles.

Par Ritter & Morris.

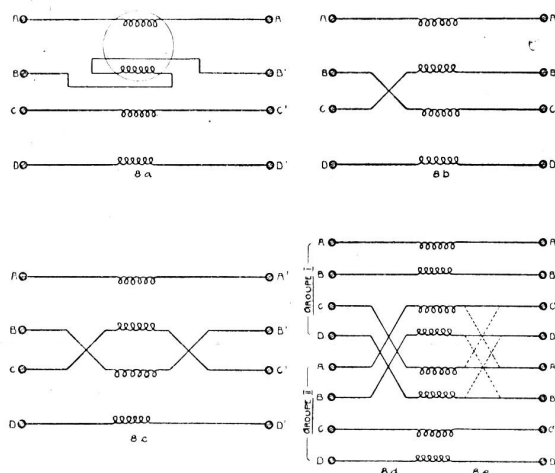
(Traduit par A. Möckli, Berne, de „The Post office electrical Engineer's Journal“, fascicule de juillet 1919.)

(Suite et fin.)

#### Intercalation de bobines Pupin dans les circuits de base (câbles).

Il peut arriver aisément qu'une bobine soit intercalée d'une manière incorrecte au point de vue de son effet inductif, quoique le circuit accuse la continuité voulue lors des essais. Nous signalons ci-dessous quelques uns des dérangements qui se présentent à ce sujet, ainsi que les méthodes qui permettent de les révéler:

1. Un enroulement de bobine d'un lacet de base peut être inversé (voir fig. 8a). Il en résulte une inductance



dans le lacet d'une valeur de  $2S$  au lieu de  $(2S + 4M)$ , ce qui fait que le lacet n'est pratiquement pas chargé puisque  $S$  est très petit. Une inductance ( $\frac{1}{2}S + M$ ) apparaît dans une branche du circuit phantôme. Ce dérangement ne peut se produire que dans les installations où le raccordement des bobines se fait au moyen d'un câble spécial. Il y a lieu de remarquer que si le commencement et la fin des 2 enroulement sont inversés, le circuit recevra sa charge exacte.

2. Un enroulement peut être intercalé dans un brin d'une paire, tandis que l'autre enroulement de la même bobine est intercalé dans un brin d'une autre paire, comme les figures 8b et 8c l'indiquent. Cette inversion produit une inductance de  $(S + M)$  dans chaque fil et de  $(2S + 2M)$  dans le lacet au lieu de  $(2S + 4M)$ , c'est-à-dire que l'inductance du lacet est pratiquement la moitié de ce qu'elle serait si les bobines étaient exactement intercalées. De plus, une forte induction (mélange) apparaît entre les paires touchées ainsi qu'entre le lacet phantôme et ses bases. Remarquons que le raccordement indiqué en 8b donne lieu à 2 paires fendues tandis que les 2 erreurs indiquées en 8c se balancent mutuellement en ce qui concerne les paires ou le phantôme, mais pas en ce qui se rapporte à l'inductance.

3. Dans les installations où le caisson Pupin ne contient des bobines que pour une partie seulement des paires du câble il peut arriver qu'une bobine soit reliée par erreur à une paire destinée à rester non chargée. Il s'ensuit qu'une paire sera insuffisamment chargée. La