

**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

**Herausgeber:** Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe

**Band:** 28 (1950)

**Heft:** 1

**Artikel:** Zwanzig Jahre Kabelfehlerstatistik = Vingt ans de statistique des défauts de câbles

**Autor:** Gertsch, R. / Koelliker, H.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-874351>

### **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:** 30.04.2026

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

## Zwanzig Jahre Kabelfehlerstatistik

Von R. Gertsch und H. Kölliker, Bern

31:621.315.2.004.6

*Zusammenfassung.* Die Notwendigkeit, eine Statistik über die Art und die Ursachen der Kabelfehler zu führen, wurde bereits in den Anfängen der Verkabelung unseres Telephonnetzes erkannt, so dass die Verwaltung heute über umfangreiche Aufzeichnungen verfügt. In der vorliegenden Arbeit wird das statistische Material aus den Jahren 1927...1946 kritisch gesichtet und ausgewertet, was einen interessanten Überblick über die mannigfaltigen Probleme gewährt. Die Arbeit ist nach fünf Fehlergruppen gegliedert und umfasst Fabrikationsfehler, Montagefehler, mechanische Beschädigungen, Korrosionen sowie Blitzschlag- und Starkstromschäden. Die aus der Statistik gewonnenen Erkenntnisse lassen sich beim Bau von Neuanlagen nutzbringend verwerten, denn ausser der Beschreibung von interessanten Einzelfällen enthält die Arbeit auch Empfehlungen über zu treffende Schutzmassnahmen. Neben den rein technischen werden auch wirtschaftliche Fragen berührt.

Mit der raschen Entwicklung des schweizerischen Telephonkabelnetzes und der damit bedingten Zunahme der Kabelstörungen gewinnt die statistische Erfassung der Störungsursachen immer mehr Bedeutung für deren Bekämpfung und zur Ermittlung geeigneter Baumethoden.

Im Jahre 1926 wurden von der Generaldirektion die ersten Weisungen erlassen, alle Kabelschäden einer zentralen Stelle zu melden. Zur Erleichterung einer systematischen Berichterstattung erhielten die Bauämter ein eigens für diesen Zweck erstelltes Formular. Dieses ist seither in mehreren Neuauflagen herausgegeben und redaktionell verbessert worden, so dass der Kabelbeamte bei der Abfassung einer Fehlermeldung wesentliche Belange nicht mehr übersehen kann. Nach dem vorgedruckten Text dieser «Kabelfehler-Meldung» muss zwangsläufig Auskunft gegeben werden über: Art des Kabels (Fern- oder Teilnehmerkabel, mit Strecken- oder Netzbezeichnung), Aderzahl, Lieferant, Jahr der Auslegung, Daten über das Auftreten und Beheben der Störung, Name des Störungshebers, nähere Ortsbezeichnung, Art des Kabelschutzes (Rohrleitung, Zoreskanal, armiertes Kabel ohne Kanal), Merkmale des festgestellten Schadens, Ursache der Störung, Massnahmen zu deren Behebung und zur Vermeidung weiterer Schäden, Ergebnis der Druckprobe und der Isolationsmessung nach der Fehlerhebung, für den Schaden allfällig verantwortliche Personen, Höhe der Reparaturkosten. Für korrodierte Kabel sind über deren Zustand, den Schutzkanal, die Beschaffenheit des Erdreiches (Feuchtigkeit, Schlamm, Bodenart, fremde Stoffe, wie Abwässer, Jauche usw.) nähere Angaben zu machen; gegebenenfalls sind Kabelabschnitte und Erdproben zur Untersuchung im Laboratorium an die Generaldirektion einzusenden. Für blitzschlaggeschädigte Kabel sind die Entfernung der Schadenstelle vom Sicherungskasten und der Erdleitungswiderstand der betreffenden Überführungs konstruktion zu melden.

## Vingt ans de statistique des défauts de câbles

Par R. Gertsch et H. Koelliker, Berne

31:621.315.2.004.6

*Résumé:* La nécessité d'établir une statistique sur le genre et les causes des défauts de câbles fut reconnue par l'Administration des télégraphes et des téléphones dès le début de la mise sous câbles de son réseau des lignes. Le présent ouvrage comprend les données de statistique des années de 1927 à 1946, et il résume la variété des problèmes qui en découle. Les connaissances acquises de ce fait peuvent être mises à profit pour les installations de câbles futures. L'ouvrage se divise en cinq groupes de défauts, soit les défauts de fabrication, les défauts de montage, les endommagements mécaniques, la corrosion, ainsi que les dommages causés par la foudre et les courants forts. En outre, il traite certains cas spéciaux et contient des recommandations utiles pour prévenir ou éviter les défauts et les endommagements signalés. En plus des questions purement techniques, des questions d'ordre économique sont également touchées.

Le rapide développement du réseau des câbles téléphoniques suisses et, partant, l'augmentation du nombre des dérangements dont les installations de câbles sont affectées, ont conduit à la conviction qu'une statistique des causes de ces dérangements pourrait être d'une certaine utilité en vue de les combattre et pour approfondir l'étude de nouvelles méthodes de construction. Sur la base de ces considérations, l'Administration des télégraphes et des téléphones a donné, en 1926, des premières instructions pour que tous les dommages survenus aux câbles soient signalés à l'un de ses services centralisés. Aux fins de faciliter l'envoi systématique des rapports y relatifs, les offices de construction avaient, à cette époque, à leur disposition une formule spéciale qui, entre temps, a subi dans plusieurs rééditions des modifications telles que les fonctionnaires des services des câbles ne peuvent plus omettre de signaler certains détails importants dans leurs rapports. D'après le texte imprimé de cette formule, le rapport doit nécessairement contenir les indications suivantes: genre de câble (câble interurbain ou d'abonnés), désignation de la section ou du réseau, nombre des conducteurs, fournisseur du câble, année de pose, dates de la constatation du dérangement et de son élimination, nom de l'agent chargé de la levée du dérangement, désignation précise des lieux, genre de protection (canalisation en tuyaux, caniveaux zorès, câble armé sans canal protecteur), caractéristique du dommage, ses causes, les dispositions prises pour la levée du dérangement et pour éviter qu'il ne se reproduise, résultat de l'essai de pression et de la mesure de l'isolement après la levée du dérangement, désignation des personnes éventuellement responsables du dommage, montant des frais de réparation. En ce qui concerne les câbles corrodés, on doit indiquer leur état, le genre de canal protecteur, l'état du terrain (humidité, limon, nature du sol, eaux d'égout, purin, etc.); le cas échéant, on enverra des bouts de câbles et des échantillons de terre qui seront examinés

Diese Unterlagen ermöglichen es, die Kabelfehler zahlenmässig zu erfassen und das Ergebnis mit der Entwicklung des Kabelnetzes in Beziehung zu bringen, um damit die Schadenhäufigkeit zu ermitteln. Daraus lassen sich dann Schlüsse ziehen, welche Massnahmen die Verhinderung weiterer Schäden ermöglichen. Dies ist letzten Endes der Hauptzweck der Statistik, wie auch der vorliegenden und früheren Veröffentlichungen<sup>1)</sup>. Es besteht die Absicht, die Beobachtungen und Erfahrungen künftig nach kürzeren Zeitabschnitten zu veröffentlichen.

Während in den ersten zehn Jahren unserer Kabelfehlerstatistik durchschnittlich jeden zweiten Tag irgendein Fehler festzustellen war, ist im zweiten Dezennium im Mittel alle 36 Stunden und im Jahre 1946 sogar alle 24 Stunden ein Fehler aufgetreten.

Man könnte nun versucht sein, diese Fehleranfälligkeit als ein ungünstiges Kriterium für den Zustand des schweizerischen Kabelnetzes zu werten. Indessen sind zwei wesentliche Tatsachen mit zu berücksichtigen: Die Zahl der Fehler steigt mit der Entwicklung des Netzes, dessen Ausdehnung, nach der Kabellänge gemessen, innerhalb von zwanzig Jahren um 427 % zugenommen hat (Bestand Ende 1926 mit 100 % angenommen). Zweitens sind die Kabel, wie alles von Menschenhand Geschaffene, unaufhaltbaren Alters- und Zerfallserscheinungen unterworfen, die um so rascher wirksam werden, als ihr Auftreten nicht rechtzeitig festzustellen ist, da die Erdkabel nur mittelbar beobachtet werden können.

Die Wirkung verkehrstörender Fehler kann recht verschieden sein, je nachdem es sich um kleine oder grosse Teilnehmerkabel oder gar um wichtige, mit starkem Verkehr belastete Fernkabel handelt. Im einen Falle kann eine Leitung noch betriebsfähig und die Abnahme des Isolationswertes so gering sein, dass der Fehlerort kaum einzugrenzen ist. Umgekehrt kann ein Unwetter, eine Felssprengung, ja sogar ein Pickelhieb ungeahnte Verkehrsunterbrechungen zur Folge haben. Um zu vermeiden, dass in Schadenfällen ganze Landesteile vom Verkehr mit der Umwelt abgeschnitten werden, ist bei der Auslegung weiterer Kabel nach Möglichkeit auf die Benützung neuer Trassen zu achten. Die Verkehrssicherheit wird dadurch erhöht.

Erwähnt sei, dass nicht alle registrierten Fehler zu Verkehrsstörungen führten, so zum Beispiel die Fabrikationsmängel, die sich bereits während der Kabellegung feststellen liessen, oder Schäden, die, unmittelbar nachdem sie verursacht wurden, aufgedeckt und sofort behoben werden konnten.

Die vorliegende Arbeit bezweckt, die während zwanzig Jahren gemachten Beobachtungen in nützlicher Weise auszuwerten, das Verständnis für ein planmässiges, umsichtiges Projektieren von Kabel-

netzen in unseren Laboratorien. Lorsqu'il s'agit de câbles endommagés par la foudre, on doit mentionner la distance entre le lieu de dommage et l'armoire à protections, ainsi que la résistance de la conduite de terre de la construction de transition.

Toutes ces indications permettent de dénombrer les défauts de câbles et d'établir des comparaisons avec le développement du réseau, afin de pouvoir juger de la fréquence des dommages et d'en tirer des conclusions pour empêcher dans la mesure du possible que les mêmes dommages ne se répètent, ce qui, en fin de compte, est le but principal de la statistique, du présent ouvrage et de publications antérieures<sup>1)</sup>.

Il est prévu de publier dorénavant plus souvent les observations et expériences faites dans ce domaine.

Tandis que, pendant les premières dix années de la statistique, un défaut de câble se produisait en moyenne tous les deux jours, la fréquence était d'un défaut par 36 heures dans les dix prochaines années; en 1946 la fréquence augmenta même à un défaut par 24 heures.

On pourrait en déduire que l'état du réseau des câbles suisses laisse à désirer. Cependant, on doit tenir compte de deux particularités essentielles. Le nombre des défauts croît en proportion du développement du réseau, dont l'étendue a augmenté de 427 % en 20 ans, en admettant 100% à fin 1926. D'autre part, les câbles sont sujets, comme toutes les choses créées par la main de l'homme, aux phénomènes de vieillissement et de désagrégation qui, pour les câbles, se manifestent d'autant plus vite et sont d'autant plus prononcés qu'on ne peut observer et ralentir leur étendue qu'indirectement.

L'effet des suites résultant des défauts de câbles au point de vue du trafic peut beaucoup varier selon qu'il s'agit de petits ou de gros câbles d'abonnés, ou même de câbles interurbains importants à fort trafic. Dans un cas déterminé, l'exploitation de la ligne en cause ne sera pas interrompue, et la diminution des valeurs d'isolement sera si faible qu'on n'arrivera que difficilement à localiser le lieu du défaut. En sens inverse, le mauvais temps, l'explosion de mines et même un simple coup de pioche peuvent provoquer des interruptions désastreuses du trafic. Pour empêcher que, lors de dommages de ce genre, le trafic téléphonique de certaines régions ne soit complètement coupé, on doit choisir si possible d'autres tracés pour la pose de nouveaux câbles. Les mesures de ce genre augmentent la sécurité d'exploitation.

Il nous reste à mentionner que les défauts enregistrés n'ont pas tous provoqué des dérangements du trafic, tels p. ex. les défauts de fabrication que l'on détermine déjà avant la pose des câbles, ainsi que les dommages que l'on découvre et répare immédiatement après leur apparition.

<sup>1)</sup> R. Gertsch. Kabelfehler und ihre Ursachen. Techn. Mitt." PTT 1930, Nr. 1, S. 12...19.

R. Gertsch. Kabelfehler und ihre Ursachen. Techn. Mitt." PTT 1934, Nr. 1, S. 1...9.

R. Gertsch. Zehn Jahre Kabelfehlerstatistik. Techn. Mitt." PTT 1937, Nr. 6, S. 201...216.

<sup>1)</sup> Bulletin technique PTT, année 1930, fasc. 1, pages 12...19, et année 1934, fasc. 1, pages 1...9, «Les défauts des câbles et leurs causes», année 1937, fasc. 6, pages 201...216, «Dix ans de statistique des défauts de câbles», les trois articles de R. Gertsch.

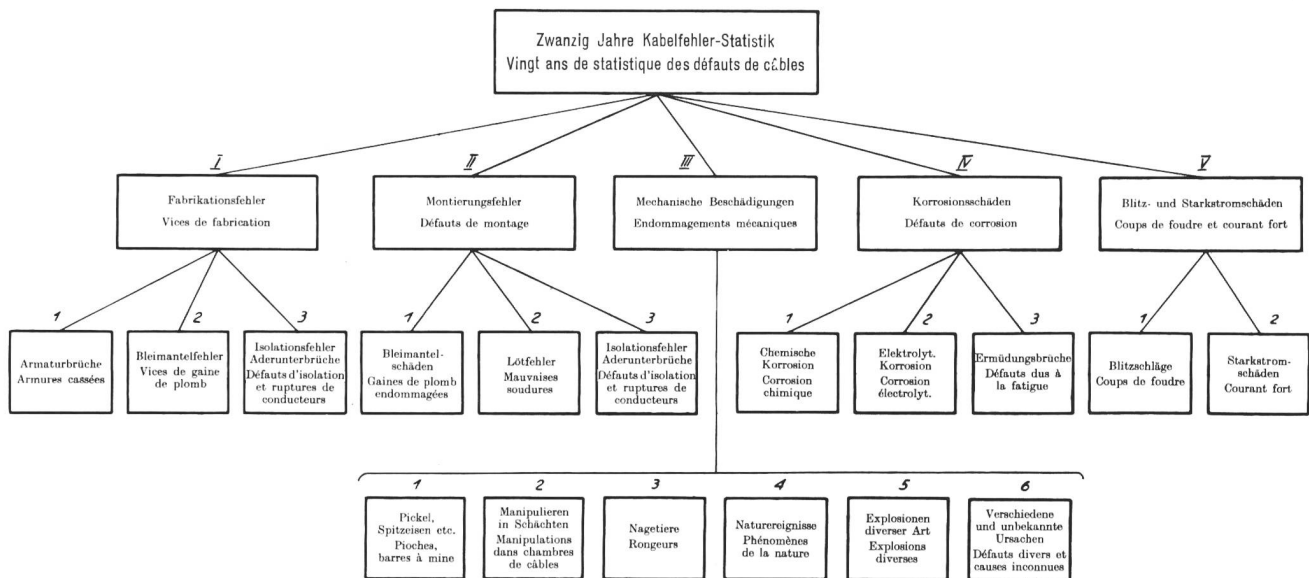


Fig. 1. Gruppierung der Kabelfehler nach ihren Ursachen — Classification des défauts de câbles selon les causes

anlagen zu vertiefen und das Studium von Schutzmassnahmen zu erleichtern. Wir bemerken im voraus, dass die Fabrikation, das Legen und das Spleissen von Kabeln in hohem Masse Vertrauenssache ist, die sich nicht ungestraft missachten lässt.

Um ein einigermaßen klares Bild vom zahlenmäßigen Verhältnis der Kabelschäden zur Netzentwicklung zu erhalten, ist es unumgänglich, die Fehlerursachen gruppenweise zu untersuchen. Die Wertung dieser Zahlen ist leider nur relativ möglich, weil die Alterung der Kabel, die Entwicklung des Netzes und andere Faktoren nur schwer im richtigen Verhältnis eingesetzt werden können, um als Maßstab für die Zunahme der Kabelschäden zu gelten. Die graphische Übersicht in Fig. 1 zeigt die Klassierung der Fehlerursachen, wie sie für unsere Betrachtungen wegleitend ist.

Die Tabelle I gibt eine Gesamtübersicht der 4074 Kabelfehler, die im Zeitraum von zwanzig Jahren auftraten. Daran sind die Teilnehmerkabel mit 3134, die Fern- und Bezirkskabel mit 940 Fehlern beteiligt. Der vergleichsweise Anteil der verschiedenen Ursachenkategorien, gemessen an der Gesamtzahl der Fehler, kommt im Kurvenbild der Figur 2 augenfällig zum Ausdruck.

Aus der Fig. 2 sind sowohl die prozentualen Anteile der verschiedenen Fehlergruppen an den Gesamtzahlen der Jahre 1927...1936 als auch diejenigen von 1927...1946 ersichtlich. Die während zwanzig Jahren auf diese Anteile bezogenen prozentualen Verbesserungen in den Gruppen I, II, III und V gehen, gegenüber den ersten zehn Jahren, ausnahmslos zu Lasten der Gruppe V, Korrosionsfehler, deren Anteil von 6,6% im Jahre 1936 auf 19,6% im Jahre 1946 stieg. Neben der obersten Zuwachskurve, die, ausser den Schäden in der Gruppe V, gleichzeitig die gesamte Fehlerzahl angibt, sind die Entwicklungskurven der

Le présent exposé a pour but de mettre vingt ans d'expérience à profit, de stimuler la compréhension pour l'établissement méthodique et circonspect des projets d'installations de câbles et de faciliter l'étude des mesures de sécurité. Nous faisons encore remarquer que la fabrication et la pose des câbles, de même que les travaux d'épissure sont, dans une grande mesure, affaire de confiance.

Si l'on veut, par des chiffres, se rendre compte du rapport existant entre les dommages causés aux câbles et le développement du réseau, on doit procéder à la classification des défauts par groupes. L'appréciation de ces chiffres ne peut être que relative, car le vieillissement des câbles, le développement du réseau et d'autres facteurs encore ne peuvent être mis que difficilement en relation avec l'augmentation des défauts des câbles.

Le graphique représenté à la figure 1 montre la classification des causes des défauts qui est à la base des considérations qui suivent.

Le tableau I est un aperçu des 4074 défauts de câbles qui se sont produits dans l'espace de 20 ans, et dont 3134 concernent des câbles d'abonnés et 940 des câbles interurbains et ruraux. La part de chaque catégorie des causes ressort du graphique représenté à la figure 2.

On y voit les parts des différents groupes de défauts pour les chiffres totaux de 1927 à 1936 ainsi que celles des années de 1927 à 1946. En outre, on constate des améliorations dans les groupes I, II, III et V pour l'époque de 20 ans comparativement à celle de 10 ans, mais aussi une aggravation dans le groupe IV, «défauts dus à la corrosion», dont la part de 6,6% en 1936 monta à 19,6% en 1946. En plus de la courbe supérieure, qui, outre les dommages du groupe V, donne également le nombre total des défauts, la figure indique les courbes de développement de la longueur

Tabelle I Gesamtübersicht der Kabelfehler von 1927 bis 1946 — Aperçu général des défauts de câbles de 1927 à 1946

Tableau I

Fehlerkategorie Catégorie des défauts		1927	1928	1929	1930	1931	1932	1933	1934	1935	1936	1937	1938	1939	1940	1941	1942	1943	1944	1945	1946	Total
I	Fabrikationsfehler Défauts de fabrication	29	18	14	19	43	30	39	52	27	26	15	15	11	15	14	11	22	5	23	10	438
II	Montierungsfehler Défauts de montage	32	16	31	24	30	11	15	23	19	18	15	21	18	21	20	17	21	39	50	46	487
III 1	Pickel, Spitzseisen, Abbauhämmer usw. Picoches, barres à mine, marteaux pneumatiques, etc.	37	44	84	54	75	55	50	64	52	36	40	47	47	37	32	42	48	52	70	68	1034
2	Manipulieren in Schächten Manipulations dans les chambres de câbles	9	9	6	12	12	7	6	8	16	7	7	6	15	10	4	18	12	28	44	33	269
3	Mäuse und Ratten Souris et rats	3	3	2	1	7	3	7	9	17	17	15	6	11	12	20	22	28	29	21	16	249
4	Naturereignisse (Wildwasser, Erdbeben usw.) Phénomènes de la nature (torrents et glissements de terre, etc.)	6	1	2	4	7	3	8	28	4	5	7	3	7	8	11	15	7	29	10	13	178
5	Explosionen (Geschosse, Sprengungen usw.) Explosions (projectiles, mines, etc.)	2	1	2	0	2	0	7	2	0	3	2	1	4	4	9	7	3	11	4	2	66
6	Anderere und unbekannte Ursachen Causes diverses et inconnues	7	6	15	3	9	15	6	4	5	8	7	3	3	6	6	8	8	18	29	35	201
	Total III 1—6	64	64	111	74	112	83	84	115	94	76	78	66	87	77	82	112	106	167	178	167	1997
IV 1	Chemische Korrosion Corrosion chimique	5	1	6	0	3	5	5	5	5	3	7	8	18	23	17	27	34	51	79	70	372
2	Elektrolytische Korrosion Corrosion électrolytique	5	4	3	3	2	2	2	2	5	2	10	6	9	12	17	15	17	22	34	24	196
3	Ermüdungsbrüche und Fehler unbestimmter Ursachen Défauts dus à la fatigue et d'origine incertaine	0	1	0	4	3	1	6	11	8	8	14	23	16	16	18	13	20	23	20	23	228
	Total IV 1—3	10	6	9	7	8	8	13	18	18	13	31	37	43	51	52	55	71	96	133	117	796
V 1	Blitzschläge Coups de foudre	6	18	13	11	9	6	7	22	11	9	17	11	14	20	7	20	24	28	20	29	302
2	Starkstromschäden Défauts causés par le courant fort	4	5	5	6	3	0	3	3	3	1	0	1	3	2	1	1	4	5	2	2	54
	Total V 1—2	10	23	18	17	12	6	10	25	14	10	17	12	17	22	8	21	28	33	22	31	356
	Gesamttotal Total général	145	127	183	141	205	138	161	233	172	143	156	151	176	186	176	216	248	340	406	371	4074

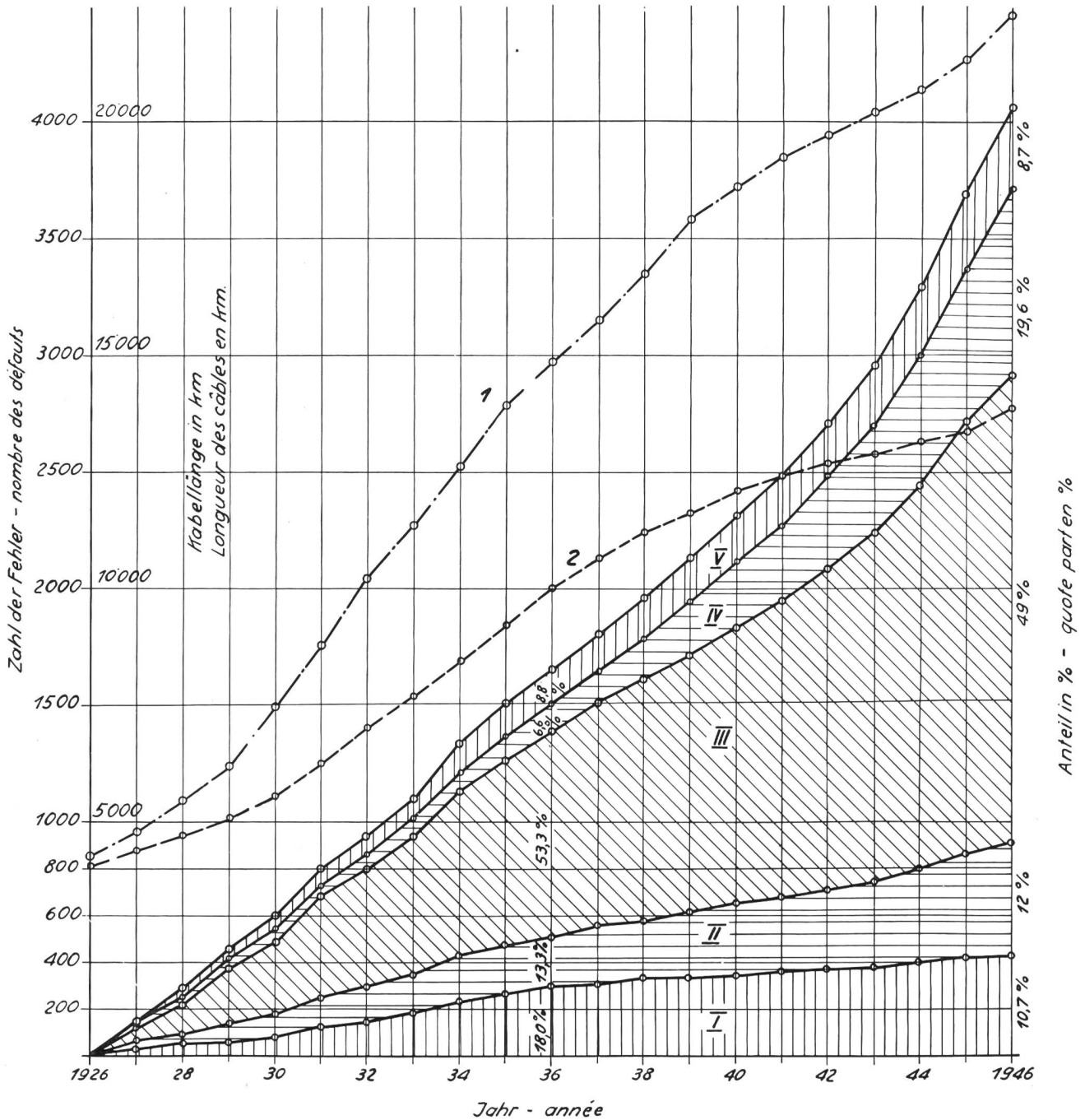


Fig. 2. Gesamtübersicht über die Kabelfehler — Aperçu général des défauts de câble

- I. Fabrikationsfehler — Vices de fabrication
- II. Montierungsfehler — Défauts de montage
- III. Fehler durch mechanische Einwirkungen — Défauts causés par des effets mécaniques
- IV. Chemische und elektrolytische Korrosion und Ermüdungsbrüche — Corrosion chimique et électrolytique et due à la fatigue

- V. Blitzschläge und Starkstromschäden — Coups de foudre et courant fort

- 1 - - - - Kabellänge } Teilnehmer-, Fern- und  
Longueur des câbles } Bezirkskabel
- 2 - - - - Trasselänge } Câbles d'abonnés,  
Longueur des tracés } interurbains et ruraux

Trasselänge und der Kabellänge als Kriterien für die Beurteilung der Schadenhäufigkeit beigefügt. Da vor dem Jahre 1927 keine Fehlerstatistik geführt wurde, lässt sich über die prozentuale Zunahme der Kabelfehler einerseits und die Zunahme der Trassen- oder Kabellängen andererseits kein stichhaltiger Vergleich anstellen. Immerhin zeigt der Verlauf der Trassen-

des tracés et de la longueur des câbles, qui sont le critérium de la fréquence des dommages. Vu qu'aucune statistique n'a été faite avant l'année 1927, on ne peut établir une comparaison valable relative à l'augmentation en pour-cents des défauts de câbles, d'une part, et à l'accroissement des longueurs de tracé et de câbles, d'autre part. L'aspect des courbes

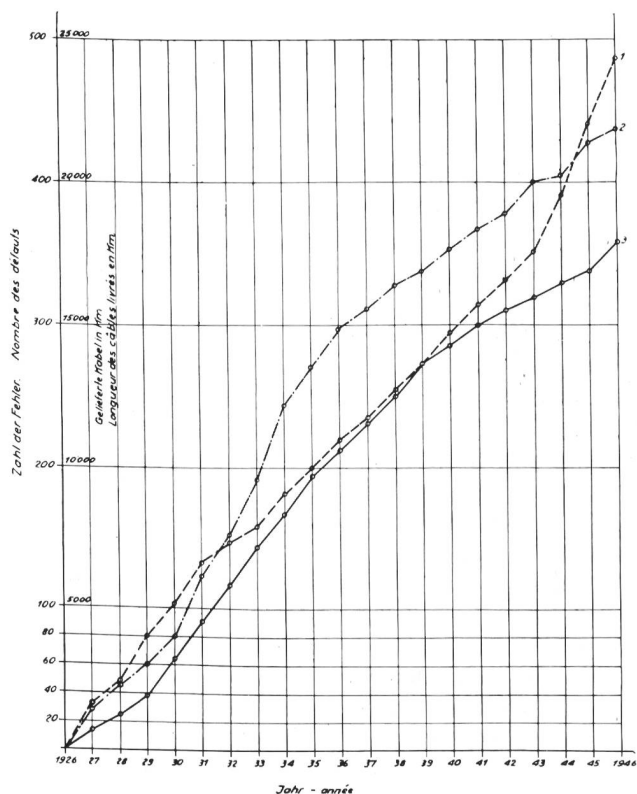


Fig. 3. Zahl der Fabrikations- und Montierungsfehler im Verhältnis zu den gelieferten Kabellängen  
Nombre des défauts de fabrication et de montage en rapport avec les longueurs des câbles livrés

- · — · — Zahl der Fabrikationsfehler  
Nombre des vices de fabrication
- - - - - Zahl der Montierungsfehler  
Nombre des défauts de montage
- — — — — Länge der gelieferten Kabel in km  
Longueur des câbles livrés en km

und Kabellängenkurven, die allerdings einem willkürlichen Maßstabe entsprechen, dass die Zahl der Fehler keineswegs in beängstigendem Masse zunimmt.

### I. Fabrikationsfehler

Man muss berücksichtigen, dass, ausser Fabrikationsmängeln, die bereits bei der Auslegung der Kabel festgestellt werden, immer wieder Fehler an jenen Kabeln auftreten, deren fünfjährige Garantiefrist abgelaufen ist und die zum Teil schon ein hohes Alter aufweisen. Trotzdem nimmt die Kurve in Fig. 3 einen recht erfreulichen Verlauf. Es sind im Zeitraume von 1927...1946 im ganzen 438 Fabrikationsfehler registriert worden, wovon 215 bei der Auslegung der Kabel und 223 während des Betriebes festgestellt wurden. Darunter befinden sich 44 Defekte, die den Bereich von Pupinspulen und deren Anschlusskabel betreffen. Es beziehen sich 213 Fehler auf Teilnehmerkabel und 225 auf Fern- und Bezirkskabel. Die Kurven zeigen, dass von 1927...1936 im ganzen 10 646 km neue Kabel geliefert wurden. Im gleichen Zeitraume registrierten wir 297 Fehler. Demgegenüber weist die Statistik von 1937...1946 im gesamten 7540 km neue

des tracés et des longueurs de câbles, établies il est vrai à une échelle arbitraire, montre toutefois que le nombre des défauts n'augmente pas dans une mesure inquiétante.

### I. Défauts de fabrication

A part les défauts de fabrication que l'on peut déterminer déjà au moment de la pose des câbles, on en constate toujours sur des câbles dont le délai de garantie de 5 ans est périmé et qui, souvent, accusent même un âge avancé. Néanmoins, la courbe représentée à la figure 4a un aspect plutôt réjouissant.

De 1927 à 1946, 438 défauts de fabrication ont été enregistrés, dont 215 pendant les travaux de pose et 223 au cours de l'exploitation des câbles. 44 de ces défauts étaient situés dans la zone immédiate des bobines Pupin et de leurs câbles de raccordement, 213 défauts concernent des câbles d'abonnés et 225 des câbles interurbains et des câbles ruraux. Les courbes montrent que, durant la période de 1927 à 1936, 10 646 km de nouveaux câbles ont été livrés. Pendant cette époque, nous avons noté 297 défauts. A titre comparatif, la statistique de 1937 à 1946 accuse au total 7540 km de nouveaux câbles et 141 défauts. Ainsi, la fréquence des défauts par rapport à la longueur des câbles a diminué de 34%. La figure 4 indique les chiffres annuels des défauts.

Sur le nombre des défauts découverts après la mise en service des câbles, 77 se sont produits pendant la période de garantie de 5 ans et 146 seulement plus tard. Le nombre total de 438 défauts comporte 13 brisures de fils d'armure, 256 défauts de gaines de plomb, 82 défauts d'isolation et 87 ruptures et mélanges de conducteurs. Il arrive rarement que les fils méplats d'armure de câbles destinés à être tirés dans des canalisations en tuyaux se rompent. Du fait de la mauvaise qualité de la matière pendant les années de guerre, ce genre de défaut est apparu un peu plus fréquemment ces dernières années. Il s'agit le plus souvent de soudures défectueuses. Les défauts de gaine de plomb accusent la plus grande fréquence. Leur cause provient de scories ou d'autres impuretés qui ont pénétré dans la masse de plomb et s'y trouvent incrustées. D'autre part, pendant l'opération de pression, où le plomb arrivait de deux côtés pour former la gaine, les sutures longitudinales accusaient des points faibles du fait d'une température insuffisante du plomb ou d'imperfections de la presse. Au début, les fissures et les trous sont souvent

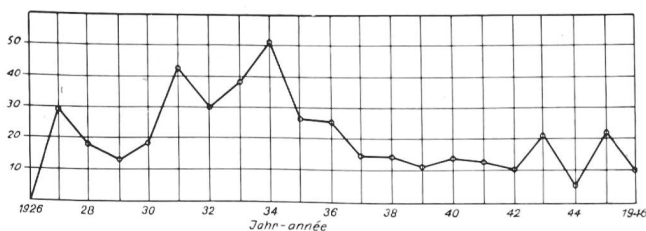


Fig. 4. Zahl der Fabrikationsfehler  
Nombre des vices de fabrication

Kabel und 141 Fehler aus. Gemessen an der Kabellänge ging somit die Fehlerhäufigkeit um 34% zurück. In Fig. 4 sind die jährlichen Fehlerzahlen dargestellt.

Von den nach der Inbetriebnahme der Kabel ermittelten Mängeln sind 77 innerhalb der Garantiefrist von fünf Jahren und 146 erst später in Erscheinung getreten. Sämtliche 438 Fehler lassen sich unterteilen in 13 Armaturdrahtbrüche, 256 Bleimanteldefekte, 82 Isolationsfehler und 87 Aderunterbrüche und Verwicklungen. Armaturbrüche bei flachdraht-armierten Kabeln, die zum Einzug in Rohrleitungen bestimmt sind, kommen selten vor. Wegen des schlechten Materials während der Kriegsjahre ist diese Fehlerart in letzter Zeit häufiger aufgetreten. Es handelt sich meistens um schlechte Schweißstellen. Die Mehrzahl der Fehler bilden die Bleimanteldefekte. Ihre Ursache liegt darin, dass Bleischlacken und andere Unreinigkeiten in die Bleimasse gelangen und in den Bleimantel eingepresst werden, oder dass sich beim Pressen der Bleimäntel, da wo das Blei beim Pressvorgang von zwei Seiten her zusammenfließt und sich zum Mantel vereinigt, wegen unrichtiger Temperatur und infolge der Unvollkommenheit der Bleipressen oft schwache Längsnähte bilden. Risse und Löcher sind anfänglich oft mit erstarrtem Asphalt gefüllt, so dass selbst die Druckprobe die Fehler nicht immer aufzudecken vermag. Erst nachdem die Papierbänder und die Jutehülle vom Wasser ausgelaugt sind, löst sich auch der Asphalt in den Rissen und Löchern der Bleimäntel, namentlich beim Bewegen der Kabel, und gibt der Feuchtigkeit den Weg in das Innere der Kabel frei.

Um Defekte soweit als möglich schon vor der Auslegung der Kabel feststellen zu können, werden seit dem Jahre 1931 sämtliche Kabel unter innerem atmosphärischem Druck geliefert. Die Kontrolle, ob der Druck noch vorhanden ist, wird auf den Bestimmungsbahnstationen sowie nach der Auslegung der Kabel durch das Öffnen der aufgelöteten Ventile und das Ablesen des Druckes an den aufgesetzten Manometern vorgenommen. Werden Fehler während der Kabellegung festgestellt, so wird wie folgt vorgegangen: Mit Armaturdrahtbrüchen behaftete Kabel, die in Rohrleitungen einzuziehen sind, müssen ausnahmslos an den Lieferanten zurückgesandt und mit neuen Armaturen versehen werden. Diese Massnahme wird dem Leser ohne weiteres verständlich, wenn er sich vorstellt, dass beim Einzug der defekten Kabel oder beim Einziehen anderer Kabel die gebrochenen Armaturdrähte sich zu Knäueln stauen und auf diese Weise gefährliche Hindernisse für weitere Kabeleinzüge bilden würden. Bleimäntel, die geringe Schlackenlöcher aufweisen und die als Einzelercheinungen zu bewerten sind, werden ausnahmsweise durch Verlöten auf der Baustelle geflickt, wenn ihre Rücksendung an die Fabrik zu Unzukömmlichkeiten im Baubetrieb führen würde. Kabel mit Längsrissen im Blei, die gewöhnlich auf ausgedehnte schwache Längsnähte schliessen lassen, sowie Kabel mit Aderunter-

bouchés d'asphalte durci, ce qui empêche de découvrir ces défauts au cours de l'essai de pression. Ce n'est que lorsque les rubans de papier et l'enveloppe de jute ont été délavés par l'eau que l'asphalte se détache des fissures et des trous de la gaine de plomb — surtout lorsque les câbles sont bougés — et donne, ainsi, libre passage à l'humidité à l'intérieur du câble.

En vue de pouvoir déterminer les défauts autant que possible déjà avant la pose des câbles, on exigea dès l'année 1931 que tous les câbles soient livrés sous pression. A leur arrivée aux gares de destination, comme aussi après leur pose, la pression est contrôlée à l'aide de manomètres soudés sur la gaine. Lorsque des défauts de câbles sont constatés au cours des travaux de pose, on procède de la manière suivante:

Si les fils d'armure des câbles destinés à être tirés dans des conduites en tuyaux accusent des brisures, les câbles sont toujours retournés au fournisseur qui doit les munir d'une nouvelle armure. Les fils brisés pourraient, lors du tirage du câble défectueux ou le tirage d'autres câbles, former des torches et empêcher l'introduction de futurs câbles dans la conduite. Les gaines affectées de petits trous dus à des scories sont réparées exceptionnellement sur les lieux au moyen d'une soudure, si leur renvoi à la fabrique devait causer des perturbations dans l'avancement des travaux de construction. Les câbles dont la gaine de plomb accuse des fissures longitudinales provenant généralement de mauvaises sutures doivent être munis d'une nouvelle gaine, et les câbles dont certains conducteurs sont interrompus ou dont l'isolation laisse à désirer doivent être remplacés.

Grâce aux améliorations apportées aux presses à plomb par les fabricants de câbles et à une surveillance plus sévère des opérations, le nombre de ces défauts a sensiblement diminué ces dernières années. Lorsque les fabriques disposeront de presses à fonctionnement continu, on pourra espérer que les défauts de gaines de plomb seront exceptionnels.

## II. Défauts de montage

Pour la confection des câbles dont l'état, après leur mise en service, est soustrait au contrôle visuel et que l'on ne pourrait donc vérifier qu'à l'aide du courant électrique, il importe que des matières de toute première qualité soient utilisées et que la fabrication même fasse l'objet de soins minutieux. La confection des épissures et le montage des manchons de plomb sont tout aussi importants. Ces travaux dont la qualité ne peut être contrôlée qu'imparfaitement après la mise en service des câbles ne doivent être confiés qu'à des monteurs sûrs et consciencieux. Par conséquent, l'Administration des téléphones s'est de tout temps efforcée de former des épisseurs absolument qualifiés. C'est dans ce but qu'elle s'en est tenue rigoureusement au principe de ne permettre qu'à des artisans ayant fait un apprentissage dans toutes les règles de devenir des épisseurs indépen-

brüchen und Isolationsfehlern müssen in der Fabrik mit neuen Bleimänteln umpresst oder ersetzt werden.

Die Zahl dieser Mängel hat dank den technischen Verbesserungen an den Bleipressen und infolge strengerer Überwachung des Fabrikationsganges in den letzten Jahren merklich abgenommen. Nach der Inbetriebnahme neuer, kontinuierlich arbeitender Bleipressen ist zu erwarten, dass die Bleimantelschäden zur Seltenheit werden.

## II. Montierungsfehler

Für Erdkabel, deren Zustand nach der Inbetriebsetzung der Leitungen nur noch auf elektrischem Wege beobachtet werden kann, sind erstklassiges Material und sorgfältigste Anfertigung unbedingtes Erfordernis. Ebenso wichtig ist das Verbinden der einzelnen Kabellängen, das heisst das Spleissen, das Anbringen und Verlöten der Bleimuffen. Die Ausführung dieser Arbeiten, deren Güte nach der Inbetriebnahme der Kabel nur noch in beschränktem Masse kontrollierbar ist, darf nur zuverlässigen, gewissenhaften Leuten anvertraut werden. Die Telefonverwaltung war daher von jeher bestrebt, erstklassige Spleisser auszubilden. Dafür zeugt der von ihr hochgehaltene Grundsatz, dass nur solche Leute selbständige Spleisser werden können, die eine handwerkliche Berufslehre absolviert haben. In letzter Zeit wurden die Spleisserkurse zwecks einheitlicher, sorgfältiger Ausbildung der Kandidaten sogar zentralisiert durchgeführt.

Ein Rückblick auf die im Zeitraume von zwanzig Jahren wegen mangelhaft ausgeführten Spleissarbeiten aufgetretenen Störungen vermittelt ein Bild von der Arbeitsqualität. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Ausbildung der Spleisser nicht zu allen Zeiten so hoch stand wie heute, dass das Material und die Werkzeuge im Laufe der Jahrzehnte besser wurden und dass ferner auch die Montierungsmethoden (sogenannte Naßspleissung) usw. eine Wandlung erfahren haben.

Das Gesamtbild der Montierungsfehler und deren zahlenmässige Entwicklung sind aus der Tabelle I und den Figuren 2, 3 und 5 ersichtlich. Wir unterteilen die Fehler, die auf Montierungsmängel zurückzuführen sind, in drei Kategorien:

	Zahl der Fehler
1. Bleimantelbeschädigungen .....	155
2. Lötfehler .....	178
3. Isolationsfehler, Verwicklungen, Aderunterbrüche .....	154
im gesamt	487

Davon entfallen 381 Fehler auf Teilnehmerkabel und 106 auf Fern- und Bezirkskabel. Die *Beschädigungen an Bleimänteln und Muffen* sind zum Teil auf unsorgfältiges Auslegen der Kabel, unzuweckmässiges Montieren der Zoresschutzseisen und auf mangelhafte Lagerung von Muffen und Kabeln zurückzuführen, wodurch Knickstellen, Risse, Würgstellen und Quet-

dants. Ces derniers temps, l'Administration a centralisé les cours d'épisseurs en vue de donner aux candidats une instruction uniforme et soignée.

Un coup d'œil rétrospectif sur les dérangements survenus dans l'espace de 20 ans ensuite de travaux d'épissure mal exécutés illustre la qualité du travail. On doit naturellement tenir compte de ce que l'instruction des épisseurs n'a pas été de tout temps ce qu'elle est aujourd'hui, que le matériel et l'outillage ont été sensiblement améliorés et que les méthodes de montage ont aussi subi des modifications.

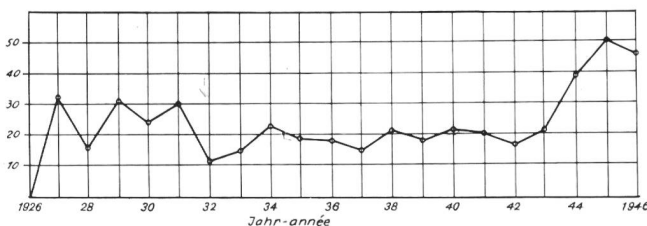


Fig. 5. Zahl der Montierungsfehler  
Nombre des défauts de montage

L'aspect total des défauts de montage et leur évolution ressortent des figures 2, 3 et 5. Les défauts provenant de montages défectueux sont répartis en trois catégories, soit:

	Nombre des défauts
1. Endommagements de gaines de plomb	155
2. Défauts de soudure. . . . .	178
3. Défauts d'isolement, mélanges, interruptions de conducteurs. . . . .	154
Au total	487

De ces défauts, 381 concernent des câbles d'abonnés et 106 des câbles interurbains ou des câbles ruraux. Les *endommagements de gaines de plomb et de manchons* sont dus en partie à des négligences au cours des travaux de pose des câbles, au montage défectueux des fers zorès, au placement irrationnel des manchons et des câbles, ce qui provoqua des plis, des fissures, des étranglements et des écrasements. D'autres dommages furent causés par des couteaux, des mèches à pointe, des pinces, des clous de souliers, des scies, des lampes à souder, ainsi qu'au cours du tirage des câbles dans des conduites en tuyaux et de leur introduction dans les presse-étoupe des armoires à protections et de distribution. Dans 114 cas de ce genre, où l'on connaissait l'année de pose, il s'est passé en moyenne 11 ans jusqu'à ce qu'ils aient causé des dérangements du service d'exploitation.

Les espaces de temps entre la pose des câbles et l'apparition du dérangement sont les suivants:

Nombre de défauts	Nombre d'années jusqu'à l'apparition des dérangements
15	0
22	(dans l'année de pose)
20	1 à 5
37	6 à 10
16	11 à 20
4	21 à 30
	31 à 40

schungen entstanden. Sodann wurden durch Messer, Spitzeisen, Zangen, Schuhnägel, Sägen, Lötlampen, sowie beim Einziehen der Kabel in Rohrleitungen und beim Einführen in die Stopfbüchsen von Sicherungs- und Kabelverteilkasten eine Anzahl Schäden verursacht. In 114 Schadenfällen dieser Art, bei denen das Datum der Kabellegung bekannt war, sind bis zum Auftreten der Störungen durchschnittlich 11 Jahre verstrichen.

Die Dauer vom Zeitpunkt der Kabellegung bis zum Auftreten der Störungen betrug:

Zahl der Fehler	Zahl der Jahre bis zum Auftreten der Störung
15	0 (im gleichen Jahre)
22	1... 5
20	6...10
37	11...20
16	21...30
4	31...40

Bei den *Lötfehlern* handelt es sich fast ausnahmslos um mangelhafte Verlötnungen der Muffen mit den Bleimänteln. Bei einer kleineren Zahl waren geflickte Bleimäntel ungenügend verlötet. Einige Fälle betreffen schlecht zugelötete Löcher in Bleimänteln, die zur Vornahme von Druckproben gedient hatten. In 150 der in den vorerwähnten Zeitabständen erfassten Fällen konnte, vom Datum des Verlötnens bis zum Zeitpunkte des Auftretens der Störung, eine Dauer von durchschnittlich zehn Jahren ermittelt werden. Die nähere Ausscheidung nach Karenzzeiten beträgt:

Zahl der Fehler	Zahl der Jahre bis zum Auftreten der Störungen
14	0 (im gleichen Jahre)
54	1... 5
21	6...10
36	11...20
17	21...30
8	31...40

Es waren nicht alle Störungsursachen von Anfang an vorhanden, doch bei mangelhafter Montierung der Muffen genügte in vielen Fällen die geringste Bewegung, Erschütterung oder Terrainsenkung, um in den schwachen Lötstellen Risse hervorzurufen.

Sowohl bei den Bleimantel- und Muffenbeschädigungen als auch bei den Lötfehlern machten sich mit der Zeit durch die in das Kabelinnere eindringende Feuchtigkeit Isolationsstörungen bemerkbar, deren Eingrenzung dann zur Ermittlung der Fehlerursachen führte.

Auf Grund des Verbrauches von Bleimuffen und unter Hinzurechnung eines gewissen Prozentsatzes für die während des Betriebes für Umspleissungen wieder geöffneten Muffen lässt sich berechnen, dass innerhalb von zwanzig Jahren rund 120 000 Spleissungen ausgeführt wurden. Die erwähnten 178 Lötfehler machen somit 1,5‰ aus, oder, anders ausgedrückt, auf rund 700 Spleissungen fällt ein Lötfehler.

Dans les cas de *défauts de soudure*, il s'agit presque toujours d'une mauvaise exécution de la soudure entre les manchons et la gaine de plomb. Dans un petit nombre de cas, des gaines de plomb réparées étaient insuffisamment soudées, et dans d'autres cas les trous aménagés pour les essais de pression étaient mal bouchés par la soudure. Dans 150 cas considérés, le temps moyen écoulé depuis le moment de la confection de la soudure jusqu'à celui de la constatation du dérangement était de 10 ans. En voici la spécification détaillée:

Nombre de défauts	Nombre d'années
14	0 (dans l'année de pose)
54	1 à 5
21	6 à 10
36	11 à 20
17	21 à 30
8	31 à 40

Toutes les causes de dérangement n'existaient pas dès le début. Mais dans de nombreux cas de montage défectueux des manchons, il suffisait d'un léger mouvement, d'une secousse ou d'un affaissement de terrain pour provoquer des fissures aux points de soudure faibles.

Non seulement lors d'endommagements de gaines de plomb et de manchons, mais aussi en cas de soudures défectueuses, des défauts d'isolement se sont produits du fait de la pénétration d'humidité à l'intérieur des câbles; la localisation des défauts fut ensuite un indice pour en déterminer les causes.

En prenant le nombre total des manchons utilisés et en y ajoutant un certain pour-cent que l'on a dû ouvrir au cours de l'exploitation pour procéder à des modifications de connexions, on obtient le chiffre approximatif de 120 000 épissures exécutées dans l'espace de 20 ans. Les 178 défauts de soudure ne représentent que le 1,5‰; en d'autres termes: on compte un défaut de soudure par 700 épissures. Si l'on tient également compte des conditions souvent défavorables des lieux ainsi que du mauvais temps, ces chiffres prouvent que nos épisseurs ont fourni du bon travail.

Les 154 cas de *défauts d'isolation, de mélanges et d'interruptions de conducteurs* sont dus à différentes causes. 65 défauts proviennent d'un montage défectueux d'armoires à protections ou de distribution insuffisamment imprégnées de masse isolante, qui contenaient des mélanges entre les conducteurs ou accusaient des contacts entre les conducteurs et le massif des armoires. D'autre part, un certain nombre de défauts ont été découverts dans des épissures sous forme de conducteurs nus, de tubes de papier déplacés, de mélanges de conducteurs dans des faisceaux trop serrés et d'erreurs de connexion. Ces défauts ont été découverts dans les espaces de temps suivants après le montage des installations en cause:

Wenn man noch die oft ungünstigen örtlichen Umstände und die schlechten Witterungsverhältnisse berücksichtigt, so sind diese Zahlen ein stichhaltiger Beweis für die gute Arbeit unserer Spleisser.

Die 154 Isolationsfehler, Verwicklungen und Aderunterbrüche sind auf verschiedene Ursachen zurückzuführen. Davon gehen 65 Fehler zu Lasten einer mangelhaften Montierung von Sicherungs- oder Verteilkasten, die ungenügend ausgegossen wurden, die verwickelte Adern enthielten oder Berührungen von Adern mit dem Verteilkasten aufwiesen. Ferner konnte in Spleissungen eine Anzahl Fehler durch blanke Adern, durch verschobene Papierröhrchen verursacht, Aderverwicklungen in zu fest eingebundenen Aderbündeln und in Aderunterbrüchen sowie verspleissten Adern ermittelt werden. Die Fehler sind innerhalb folgender Zeiträume entdeckt worden:

Zahl der Fehler	Zahl der Jahre bis zum Auftreten der Störung
7	0 (im gleichen Jahre)
34	1... 5
11	6...10
49	11...20
33	21...30
4	31...40
4	41...50

Die durchschnittliche Dauer vom Zeitpunkte der Montierung bis zum Auftreten des Fehlers bzw. zum Erkennen desselben betrug 13 Jahre.

Wir haben die drei Fehlergruppen mit Absicht etwas ausführlicher behandelt, um zu zeigen, wie lange es dauern kann, bis Montierungsmängel zu Störungen führen. Die Feststellungen mögen den bauleitenden Beamten und dem Spleisserpersonal klar vor Augen führen, wie wichtig es ist, dass die Spleissarbeiten nur zuverlässigen, tüchtigen Fachleuten anvertraut werden.

### III. Mechanische Beschädigungen

Der Anteil der auf mechanische Beschädigungen zurückzuführenden Fehler ist aus der Figur 2 ersichtlich. Die verschiedenen Ursachengruppen sollen im folgenden einzeln näher untersucht werden.

1. Mit Pickeln, Spitzeisen, Abbauhämmern, Baggern usw. wurden im gesamten 1034 Schäden verursacht. Die jährlich angerichteten Beschädigungen sind in Fig. 6 gezeigt und ergeben in Zahlen ausgedrückt folgendes:

Beschädigt durch	Zahl der Schäden
Pickel.....	435
Spitzeisen (Sondiereisen, Pfähle usw.).....	276
Abbauhämmer.....	108
Bagger.....	19
Meissel, Hämmer, Nägel, Walzen, Fahrzeuge, Feldgeräte usw. ....	196

Die grosse Zahl der Pickelhiebe ist dadurch zu erklären, dass der Pickel, neben der Schaufel, wohl

Nombre de défauts	Nombre d'années (dans l'année de pose)
7	0
34	1 à 5
11	6 à 10
49	11 à 20
33	21 à 30
4	31 à 40
4	41 à 50

Le temps moyen entre l'année du montage et celle de la constatation du défaut est de 13 ans.

Dans les trois groupes de défauts ci-haut, nous avons intentionnellement souligné le temps qu'il faut jusqu'à ce qu'un montage défectueux provoque des dérangements. Ces constatations et les nombres de défauts montrent clairement qu'il importe que les travaux d'épissure ne soient confiés qu'à des monteurs capables et de toute confiance.

### III. Dommages dus à des causes mécaniques

La part des défauts dus à des causes mécaniques ressort de la figure 2. Chaque groupe de causes fait, ci-après, l'objet d'un examen spécial.

1. 1034 dommages ont été causés par des pioches, des mèches à pointe, des marteaux pneumatiques, des pelles mécaniques, etc. Les nombres annuels des dommages ressortent de la figure 6. L'accroissement

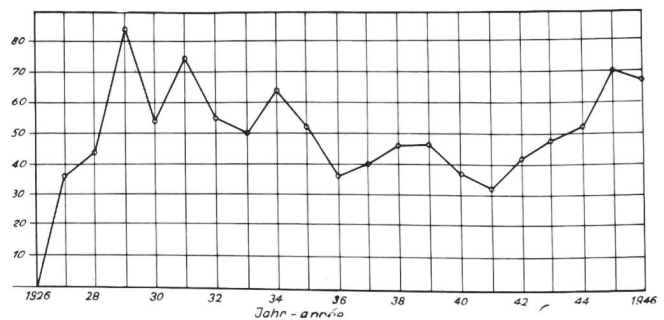


Fig. 6. Durch Pickel, Spitzeisen, Abbauhämmer usw. verursachte Fehler  
Défauts causés par des coups de pioche, barres à mine, marteaux pneumatiques, etc.

considérable qu'accusent les années 1945 et 1946 est certainement le résultat de la forte reprise des travaux de construction.

Dommages causés par	Nombre de dommages
des pioches . . . . .	435
des mèches à pointe (barres de sondage, piquets) . . . . .	276
des marteaux pneumatiques . . . . .	108
des pelles mécaniques . . . . .	19
des ciseaux, marteaux, clous, rouleaux compresseurs, véhicules, machines agricoles	196

Le grand nombre de coups de pioches s'explique par le fait que la pioche est, à côté de la pelle, probablement l'outil le plus employé pour les travaux de terrassement. Dans 92 cas, des caniveaux protecteurs en ciment, ou constitués par des plots de ciment

das meistgebrauchte Werkzeug zur Ausführung von Erdarbeiten ist. Eigentümlicherweise lässt sich an Hand der Fehlermeldungen nicht in einem einzigen Falle mit Sicherheit nachweisen, dass Zoreskanäle durch Pickelhiebe durchschlagen worden wären. Dagegen wurden in 92 Fällen Zementkanäle, Deck- und Ziegelsteine, die als Kabelschutz dienten, samt den Kabeln beschädigt. In 43 weiteren Fällen haben gusseiserne Bogenstücke und T-Stücke zu Zoreskanälen den Pickelhieben nicht standgehalten. Sodann sind 51 armierte Kabel (deren Armatur meistens aus zwei Eisenbändern von 0,5, 0,8 oder 1,0 mm Dicke bestand), die aber keinen weiteren Schutz aufwiesen, durch Pickelhiebe getroffen und beschädigt worden. Während die Zoreskanäle normalerweise eine Überdeckung von 50 cm haben, ist für die armierten Kabel eine Grabentiefe von 70...80 cm vorgeschrieben. Es ist anzunehmen — und in einzelnen Fällen auch nachgewiesen —, dass die vorgeschriebene Grabentiefe nicht überall eingehalten wurde, obschon es sich bei den beschädigten Kabeln zur Hauptsache um solche handelt, die nach dem Jahre 1939, das heisst seit der allgemeinen Verwendung von bandarmierten Kabeln, ausgelegt wurden, für welche die grössere Grabentiefe ausdrücklich vorgeschrieben ist. Ausser diesen Schäden durch Pickelhiebe wurden durch Spitzseisen und Pfähle in 143 Fällen Zoreskanäle durchschlagen und die darinliegenden Kabel beschädigt. Ferner sind bei Arbeiten mit Spitzseisen, Abbauhämmern, Baggern und Feldbaugeräten 18 armierte Kabel, die mit keinem weiteren Schutz versehen waren, getroffen und beschädigt worden. Von den 69 armierten Kabeln, die durch Pickelhiebe, Spitzseisen usw. beschädigt wurden, kamen deren 15 in den Jahren 1900 bis 1936 und 54 zwischen 1937 und 1946 in Betrieb. Überdies sind in den Kabelschächten und an anderen Stellen, wo nichtarmierte Kabel ohne weiteren Kanalschutz liegen, 115 Schadenfälle durch Werkzeuge verschiedener Art verursacht worden.

Der kritische Leser wird nun sogleich die Frage stellen, weshalb denn eisenbandarmierte Kabel verwendet werden, wenn doch in den letzten zehn Jahren bereits 51 Schadenfälle zu verzeichnen waren, die bei der Verwendung von Zoreskanälen wahrscheinlich hätten vermieden werden können. Der Beantwortung der Frage sei vorausgeschickt, dass auch Kabelanlagen nicht für die Ewigkeit gebaut werden können. Sowohl die Zoreskanäle als auch die Bandarmaturen haben eine zeitlich beschränkte Schutzwirkung, die davon abhängt, in welcher Bodenart sich ein Kabel befindet. Sie kann verhältnismässig kurz sein oder viele Jahrzehnte dauern. Früher oder später ist aber ein Ersatz unumgänglich, sei es infolge eines natürlichen und unaufhaltbaren Zerfalls der Anlage oder der technisch notwendigen Erneuerungen wegen. Unsere Berechnungen können deshalb nur den Wert einer Annäherung haben, denn wir können die voraussichtliche Lebensdauer der Kabelanlagen nur schätzungsweise ermitteln.

ou des briques, ont été endommagés en même temps que les câbles. Dans 43 autres cas, les coudes et les pièces à T en fonte des canalisations en fers zorès n'ont pas résisté aux coups de pioches. En outre, 51 câbles armés de 2 couches de feuillard de 0,5, 0,8 ou 1,0 mm d'épaisseur et qui n'accusaient pas d'autre protection furent atteints par des pioches et endommagés. Tandis que les caniveaux zorès sont normalement posés avec un recouvrement de 50 cm, on exigeait pour les câbles armés une profondeur de 70 à 80 cm. On peut admettre — et dans certains cas on a pu prouver — que cette profondeur n'a pas toujours été observée, malgré qu'il s'agissait surtout de câbles posés après l'année 1939, donc depuis qu'on eut prescrit l'emploi d'armures feuillard et qu'on exigea expressément une plus grande profondeur pour ces câbles. En plus de ces dommages, des caniveaux zorès furent percés dans 143 cas par des barres de sondage et des piquets qui endommagèrent également les câbles. En outre, 18 câbles armés posés sans autre protection ont subi des dommages lors de travaux effectués avec des barres, des marteaux pneumatiques, des pelles mécaniques et des machines agricoles. Des 69 câbles armés qui furent endommagés par des pioches, des barres de sondage, etc., 15 ont été mis en exploitation dans les années de 1900 à 1936 et 54 de 1937 à 1946. Dans des chambres souterraines et à des endroits où des câbles non armés n'étaient pas protégés par un canal, 115 dommages ont été causés par toutes sortes d'outils.

Le lecteur avisé doit se demander pour quelles raisons l'on continue à utiliser des câbles armés de feuillard, du moment que 51 dommages se sont produits dans le courant des 10 dernières années, et que l'on aurait probablement pu éviter si on les avait protégés au moyen de caniveaux en fers zorès. Avant de répondre à cette question, nous devons tout d'abord faire remarquer que les installations de câbles ne peuvent, elles non plus, être construites pour l'éternité! L'effet protecteur est limité aussi bien pour le canal zorès que pour l'armure de feuillard. Leur durée dépend du sol dans lequel on les place; elle peut être relativement courte ou atteindre des dizaines d'années. Tôt ou tard, leur remplacement s'impose du fait de l'usure naturelle que l'on ne peut entraver, ou pour cause d'innovations techniques. En conséquence, nos calculs ne peuvent être qu'approximatifs, vu que nous ne sommes pas à même de déterminer exactement la durée des installations de câbles.

L'effectif de câbles armés de feuillard et non pourvus d'autre protection mécanique fut à fin 1946 de 996 km de câbles d'abonnés et de 538 km de câbles interurbains et ruraux, au total 1534 km. Les longueurs détaillées de ces câbles à différents nombres de conducteurs n'étant pas connues, les frais moyens de l'armure ne peuvent être déterminés que par la moyenne arithmétique des prix des câbles de 5 à 100 paires de conducteurs; en ce faisant, nous ne

Der Bestand an eisenbandarmierten Kabeln, die ohne weiteren mechanischen Schutz verlegt werden, betrug Ende 1946 996 km für Teilnehmer- und 538 km für Fern- und Bezirkskabel, zusammen also 1534 km. Da die einzelnen Längen dieser verschiedenpaarigen Kabel nicht bekannt sind, lässt sich ein Durchschnitt der Armatorkosten nur durch das arithmetische Mittel der Preise sämtlicher Kabel von 5...100 Aderpaaren berechnen, wobei wir in der folgenden Zusammenstellung nur Teilnehmerkabel mit 0,8-mm-Adern berücksichtigen wollen. Setzen wir diesen Preisen zum Vergleich die Preise für Zoresisen Nr. 4 gegenüber, wie sie in den betreffenden Zeitabschnitten bezahlt wurden, so erhalten wir in bezug auf die Materialkosten folgendes Bild:

Jahr	Durchschnittliche Kosten der Bandarmatur je Meter Fr.	Kosten eines Zoreskanals Nr. 4 mit Briden je Meter Fr.
1940	1.15	4.30
1941	1.15	5.30
1942	1.15	5.30
1943	1.80	5.30
1944	1.80	5.30
1945	2.00	5.30
1946	2.00	5.90
Durchschnitt	1.60	5.30

Die Preisdifferenz beträgt somit Fr. 3.70, was für die Verwendung eisenbandarmerter Kabel spricht. Der Durchschnitt von Fr. 1.60 entspricht ungefähr dem Armaturreis eines 40paarigen Kabels mit 0,8-mm-Adern, was ziemlich genau einer allgemeinen mittleren Preislage gleichkommt. Die Gesamtlänge der Kabel mit weniger als 40 Aderpaaren ist aber grösser als diejenige mit mehr als 40 Paaren, so dass die berechnete Preisdifferenz nicht als übersetzt gelten kann. Wir wollen uns aber vorsichtshalber nicht ohne weiteres auf eine Preisdifferenz von Fr. 3.70 festlegen. Bei Fern- und Bezirkskabeln mit 24...104 Aderpaaren beträgt der Preisunterschied im Mittel ungefähr Fr. 3.— je Meter. Die Verwendung armierter Kabel wird dadurch verteuert, dass die um 20 cm grössere Grabentiefe einen Mehraufwand bedingt. Demgegenüber sind beim Zoreskanal noch die Transportkosten auf die Verwendungsstelle, das Auslegen und Montieren des Kanals und der Bogenstücke für die Winkelpunkte sowie das Nivellieren der Grabensohle (einschliesslich Felssprengungen) mit in die Rechnung zu stellen. Man darf mit ruhigem Gewissen sagen, dass die zusätzlichen Kosten für die Auslegung armierter Kabel jedenfalls nicht höher zu stehen kommen als diejenigen für Zoreskanäle, so dass die Preisdifferenz (armiertes Kabel/nichtarmiertes Kabel mit Zoreskanal) von Fr. 3.70 als Norm angesehen werden kann und für die Verwendung armierter Kabel spricht. Je kleiner nun ein Kabel gewählt wird, um so grösser ist die Preisdifferenz, oder umgekehrt, je grösser ein Kabel ist, um so kleiner ist der Preisunterschied. Werden zwei und mehr Kabel in einen Zoreskanal gelegt, so

prenten en considération que des câbles d'abonnés à conducteurs de 0,8 mm de diamètre. Si, à titre de comparaison, nous inscrivons les prix des fers zorès n° 4 qui étaient en vigueur aux différentes époques, nous obtenons le tableau suivant des prix de matériel:

Année	Coût moyen d'un mètre d'armure en feuillard	Coût d'un mètre de canal zorès n° 4 avec les brides
	Fr.	Fr.
1940	1.15	4.30
1941	1.15	5.30
1942	1.15	5.30
1943	1.80	5.30
1944	1.80	5.30
1945	2.00	5.30
1946	2.00	5.90
Moyenne	1.60	5.30

La différence est de 3 fr. 70 en faveur de l'emploi de câbles armés de feuillard. La moyenne de 1 fr. 60 correspond environ au prix de l'armure d'un câble à 40 paires de conducteurs de 0,8 mm de diamètre, ce qui représente assez exactement le juste milieu. La longueur totale des câbles à moins de 40×2 conducteurs est quelque peu plus grande que celle des câbles accusant un plus grand nombre de paires, de sorte que la différence de prix n'est pas considérable. Nous estimons toutefois que nous ne devons pas nous obstiner à admettre la différence de 3 fr. 70. En ce qui concerne les câbles interurbains et les câbles ruraux de 24 à 104 paires de conducteurs, la différence par mètre est environ de 3 fr. en moyenne. Dans le système de pose de câbles armés, un renchérissement des installations est provoqué par une augmentation de 20 cm de la profondeur des fouilles. Mais dans les canalisations en fers zorès, il faut ajouter les frais de transport du matériel de la canalisation à pied d'œuvre, la pose et le montage du canal, les coudes à intercaler aux angles et le nivellement du fond de la fouille (y compris l'extraction de roc au moyen d'explosifs). On peut très bien affirmer que les frais additionnels entrant en ligne de compte pour les câbles armés ne sont pas supérieurs à ceux d'une canalisation en fers zorès, de sorte que la différence de 3 fr. 70 résultant de la comparaison entre les frais de la pose de câbles armés et ceux de câbles non armés protégés par un canal en fers zorès peut être considérée comme normale et milite en faveur de l'emploi de câbles armés. Plus le câble est petit, plus la différence de prix est grande et, en sens inverse, plus le câble est gros, plus la différence de prix diminue. Si l'on pose deux câbles ou plus dans un canal formé de fers zorès, la différence entre les armures et un canal protecteur devient encore plus minime et peut même atteindre zéro. Mais ces cas sont l'exception. L'argument que les caniveaux zorès peuvent servir, plus tard, au tirage d'autres câbles a peu d'importance si l'on compare le rapport de la longueur totale des câbles avec les sections ne comportant qu'un seul câble. La question de savoir si l'on doit

wird die Preisdifferenz zwischen Armatur und Zoreskanal kleiner und kann unter Umständen Null werden. Diese Fälle bilden aber die Ausnahme. Ebenso fällt das Argument, dass Zoreskanäle später für den Einzug weiterer Kabel dienen können, nicht ins Gewicht, wenn man das Verhältnis der gesamten Kabellänge mit jenen Strecken vergleicht, in denen nur ein Kabel ausgelegt wird. Die Frage, ob armierte Kabel oder nichtarmierte Kabel in Zoreskanälen auszulegen sind, ist in erster Linie, entsprechend den bestehenden Vorschriften, vom bautechnischen und zweitens vom finanziellen Gesichtspunkte aus zu beurteilen. Grundsätzlich sollen eisenbandarmierte Kabel nur ausserhalb bewohnter Gebiete, das heisst überall dort verwendet werden, wo eine geringe Beschädigungsgefahr besteht. Zuungunsten der armierten Kabel wiegt allerdings der Umstand, dass das spätere Auslegen weiterer Kabel im gleichen Graben nicht zu empfehlen ist, da die Gefahr der Beschädigung für das bereits verlegte Kabel zu gross ist. Das Ausheben neuer Gräben in einem seitlichen Abstände bis zu einem Meter ist ratsam, zumal dies nicht die Entrichtung neuer Durchleitungsgebühren bedingt; ausserdem wird die Betriebssicherheit erhöht.

Ein weiterer wichtiger Faktor zugunsten armierter Kabel liegt darin, dass nichtarmierte Kabel in Zoreskanälen unter gewissen Voraussetzungen sehr korrosionsanfällig sind. Darüber wird im Abschnitt IV eingehend berichtet. Dieser Nachteil wirkt sich bei armierten Kabeln in weit geringerem Masse aus. Auch ist die Beschädigung armierter Kabel durch Nagetiere nicht zu befürchten, wie dies bei nichtarmierten, in Zoreskanälen untergebrachten Kabeln der Fall ist. Hierüber wird im folgenden noch zu sprechen sein.

Nach diesem Abwägen der Vor- und Nachteile der beiden Systeme — bandarmierte Kabel oder nichtarmierte Kabel in Zoreskanälen — bleiben uns noch die finanziellen Auswirkungen der beiden Systeme zu untersuchen.

Der aus über zweitausend Reparatur-Kostenrechnungen ermittelte Durchschnitt für jeden Kabelschaden beträgt 400 Franken. Somit haben die durch Pickelhiebe an bandarmierten Kabeln verursachten 51 Schäden eine Auslage von ungefähr 20 000 Franken verursacht. Die durch Spitzseisen, Abbauhämmer usw. beschädigten Kabel dürfen wir in diesem Zusammenhang vernachlässigen, weil diese auch in Zoreskanälen vor solchen Schäden nicht geschützt sind. Machen wir sicherheitshalber auf der Preisdifferenz von Fr. 3.70 für Teilnehmerkabel und Fr. 3.— für Fern- und Bezirkskabel noch einen Abstrich von rund 25%, so können wir mit einem Betrag von nur Fr. 2.60 für den Meter Kabellänge rechnen. Durch die Verwendung der bis Ende 1946 ausgelegten 1 534 000 m eisenbandarmierter Kabel resultiert somit eine Ersparnis von rund vier Millionen Franken. Diese Feststellung erspart uns jeden weiteren Kommentar.

Weitaus die Mehrzahl der mechanischen Beschädigungen ist darauf zurückzuführen, dass Grabarbei-

procéder à la pose de câbles armés ou de câbles non armés protégés par des fers zorès doit être tranchée d'abord en raison des prescriptions techniques de construction, puis aussi du point de vue financier. En principe, les câbles armés de feuillard ne doivent être employés qu'en dehors des régions habitées, c'est-à-dire là où le danger d'endommagement est minime.

Un désavantage des câbles armés consiste en ce qu'il n'est pas prudent de poser, plus tard, d'autres câbles dans les mêmes fouilles à cause des risques d'endommagement du premier câble. Le creusage de nouvelles fouilles à une distance latérale du premier câble jusqu'à 1 m n'implique pas le paiement de nouvelles indemnités pour droits de passage; en ce faisant, on augmente d'ailleurs la sécurité d'exploitation de l'installation.

L'emploi de câbles armés est aussi recommandé pour la raison suivante: ces câbles ne sont pas soumis aux effets de la corrosion dans la même mesure que les câbles non armés placés dans les caniveaux zorès. Nous reprendrons ce sujet au chapitre IV. On ne doit pas craindre non plus que les câbles armés soient endommagés par des rongeurs, comme cela arrive si souvent aux câbles non armés posés dans des canalisations constituées par des fers zorès. Ce dernier cas fera l'objet de considérations spéciales.

Après avoir considéré les avantages et les désavantages des deux systèmes — «câbles armés de feuillard» et «câbles non armés protégés par des caniveaux zorès» — il nous reste à examiner les effets des deux systèmes du point de vue des finances.

La moyenne de plus de deux mille comptes pour réparations est de 400 fr. par dommage. Ainsi, les 51 dommages aux câbles armés de feuillard dus à des coups de pioches ont coûté environ 20 000 fr. Nous pouvons faire abstraction des câbles endommagés par des barres à pointe, des marteaux pneumatiques, etc., vu que les câbles placés dans des caniveaux en fers zorès ne sont pas protégés non plus contre ce genre de dommages. Pour plus de sûreté, nous voulons faire encore une réduction moyenne de 25% sur les différences de prix de 3 fr. 70 pour les câbles d'abonnés et de 3 fr. pour les câbles interurbains et ruraux et ne compter qu'avec le montant de 2 fr. 60 par mètre de longueur de câble. Il résulte ainsi de l'emploi de 1 534 000 m de câbles armés de feuillard jusqu'à fin 1946 une économie de 4 millions de francs en chiffre rond. Cette constatation se passe de commentaire.

La grande majorité des dommages d'ordre mécanique est due au fait que des travaux de fouilles furent exécutés à proximité immédiate de nos câbles pour des conduites de gaz, des conduites d'eau, des lignes électriques, des transformations de routes, drainages, etc., sans que les plans de situation aient été consultés auprès des autorités cantonales et communales ou auprès des directions des téléphones compétentes. Pour une partie de ces dom-

ten für Gas-, Wasser- und elektrische Leitungen, Strassenbau, Drainagen usw. in unmittelbarer Nähe unserer Kabelanlagen ausgeführt wurden, ohne dass vorgängig die Situationspläne bei den kantonalen oder Gemeindebehörden oder bei der zuständigen Telephondirektion eingesehen worden sind. Für einen Teil dieser Beschädigungen hatten die verantwortlichen Verursacher des Schadens — meistens kamen Tiefbauunternehmungen in Betracht — oder deren Haftpflichtversicherung für die Reparaturkosten und einen angemessenen Betrag für die Kabelentwertung aufzukommen; eine grössere Zahl von Schäden ist jedoch erst nach Jahren erkannt worden, so dass die Kosten der Fehlerhebung, mangels stichhaltiger Beweise für die Ermittlung der Urheber der Schäden, von der Telephonverwaltung selbst getragen werden mussten.

In 18 Fällen haben Pächter, Knechte oder Angestellte von Grundeigentümern, durch deren Grundstücke Kabel führen, die Schäden beim Ausführen von Grabarbeiten für Wasserleitungen, Drainagen u. a. m. verursacht. Da die Situationspläne der Kabel den Grundeigentümern normalerweise nicht abgegeben werden, die Anlagen in vielen Fällen im Grundbuch nicht eingetragen sind und zudem noch Handänderungen stattfanden, war es im allgemeinen nicht angängig, die Verantwortlichen zur Bezahlung der Reparaturkosten heranzuziehen. Böswillige Beschädigung war in keinem Falle nachzuweisen. Schadenersatzforderungen geltend zu machen liegt in diesen Fällen nicht im Interesse der Telephonverwaltung, weil diese das Einholen von Durchleitungsbewilligungen ganz allgemein erschweren würden. Dem verhältnismässig geringen Schaden von ungefähr Fr. 7000 steht der Vorteil gegenüber, dass die mit teuren Belägen versehenen Strassen gemieden werden können. Die Kabel können über kürzere Trassen querfeldein geführt werden, wodurch im Laufe der Jahre beachtenswerte Einsparungen gemacht werden können. Selbstverständlich ist es gegeben, den für die Schäden Verantwortlichen die Folgen ihres Handelns eindringlich vor Augen zu führen und ihnen nahezu legen, sich vor der Ausführung künftiger Grabarbeiten durch die zuständige Telephondirektion über den Trasseverlauf unterrichten zu lassen. Es gibt indessen gelegentlich krasse Fälle, in denen auf eine Schadenersatzforderung nicht verzichtet werden kann. So hatte zum Beispiel der Eigentümer eines Grundstückes, der beim Abgraben einer Böschung zur Erstellung einer Gartenmauer ein bandarmiertes Kabel auf einer Strecke von 26 Metern mit nicht weniger als 26 Pickelhieben erdrosselte, für den Schaden von rund 600 Franken aufzukommen.

Durch Pflüge sind an nicht durch einen Kanal geschützten eisenbandarmierten Kabeln zwei Schäden angerichtet worden. Dass auch Holzpfähle sich dazu eignen, starke mechanische Schutzvorrichtungen illusorisch zu machen, das zeigen die folgenden zwei Beispiele: Ein über Privatland geführtes Kabel war

images, les auteurs responsables (dans la majorité des cas des entreprises du génie civil) ou leurs assurances ont payé les frais de réparation ainsi qu'un certain montant pour moins-value. Par contre, une quantité de dommages n'ont été découverts qu'après un certain nombre d'années, et les frais de réparation ont dû être supportés par l'Administration des téléphones même, des preuves valables pour la découverte des auteurs ayant généralement fait défaut.

Dans 18 cas, ce sont des fermiers, des domestiques et des employés de propriétaires fonciers dont le terrain avait été mis à contribution pour la pose de nos câbles qui avaient endommagé ceux-ci au cours de travaux de fouilles exécutés pour la pose de conduites d'eau, de drainages, etc. Comme les plans de situation des câbles n'avaient pas été remis aux propriétaires, et vu que, dans de nombreux cas, les installations en cause n'avaient pas été inscrites au registre foncier et, qu'en outre, des mutations avaient eu lieu entre temps, il n'était en général pas indiqué de faire payer les frais de réparation par les personnes responsables. Dans aucun de ces cas, la malveillance ne fut prouvée. L'Administration doit faire acte de prudence en exigeant, dans de tels cas, le remboursement des frais de réparation, car elle risquerait d'avoir par la suite des difficultés pour l'obtention de droits de passage. Le dommage relativement minime de 7000 fr. est plus que compensé par le raccourcissement des tracés en dehors des routes à chaussée coûteuse. Il va sans dire qu'on doit signaler aux personnes responsables les suites dues à leurs actes irréfléchis et leur recommander de s'informer auprès de la direction des téléphones compétente, lors de travaux de terrassement futurs, sur la position exacte des câbles empruntant leur propriété. Il y a des cas extrêmes où l'on ne peut renoncer aux demandes d'indemnité. Un exemple de ce genre est celui d'un propriétaire qui, en procédant à des fouilles dans une pente pour y construire un mur de jardin, a, sur un parcours de 26 mètres, endommagé un câble armé en 26 endroits au moyen d'une pioche; le dommage à payer atteignit environ le montant de 600 fr.

Deux endommagements de câbles armés non protégés par un canal furent causés par des charrues. Les deux cas suivants montrent que des piquets de bois peuvent très bien rendre illusoire de bonnes protections mécaniques. Un câble passant dans un terrain privé était protégé à un point d'épissure par une dalle de béton légèrement armée, d'une épaisseur de 4 cm. A l'occasion de travaux de réparation à un enclos, un piquet de bois fut enfoncé à travers la dalle, et sa pointe traversa également la gaine de plomb du câble. Dans le second cas, trois vieux câbles à 27 conducteurs se trouvaient placés dans un canal en fer zorès n° 8. Comme on le voit à la figure 7, le couvercle du canal, les trois câbles et la partie de fond du canal furent percés; dans le trou se trouvait plantée la pointe cassée du piquet de bois dur. Il est probable que le trou avait été percé au moyen d'une

an einer Spleißstelle in einem Schachte durch eine 4 cm dicke, leicht armierte Betonplatte geschützt. Bei Reparaturarbeiten an einem Holzzaun wurde ein Holzpfehl durch die Betonplatte hindurchgetrieben und mit dessen Spitze auch der Bleimantel des Kabels durchstossen. In einem andern Falle lagen in einem Zoreskanal, Profil Nr. 8, drei alte Kabel zu  $27 \times 1$  Ader. Wie Figur 7 zeigt, waren der Deckel des Zoreskanals, die drei Kabel und das Bodenstück des Kanals durchbohrt, und in dem durchgehenden Loch steckte die abgebrochene Spitze eines Holzpflöckes. Vermutlich wurde das Loch mit einem Sondiereisen gemacht, worauf der Holzpfehl zu irgendwelchen Zwecken (Richtpfehl, Markierung usw.) nachgetrieben wurde.

Gelegentlich werden Luftkabel von fallenden Bäumen zerrissen, sei es als Folge eines Sturmes oder weil Waldarbeiter beim Holzfällen es an genügenden Vorsichtsmaßnahmen fehlen liessen. Ab und zu verursachen Strassenwalzen Quetschungen von Kabelkanälen und Kabeln, oder Automobile rammen Kabelstangen und beschädigen dadurch die angeschlossenen Kabel.

Wie lange gewisse Schäden unerkannt verborgen bleiben können, das geht aus folgenden Fällen hervor: Im Jahre 1913 wurde bei Planierungsarbeiten für eine Strassenpflasterung ein Holzpfehl zwischen der Armatur und dem Bleimantel eines Kabels hindurchgetrieben (Fig. 8). Trotz der entstandenen starken Quetschung des Bleimantels sind bis zur Auswechslung des Kabels im Jahre 1932 merkwürdigerweise keine Störungen aufgetreten. Beim Bau einer Wasserleitung im Tessin wurde im Jahre 1934 das 162paarige Gotthardkabel durch einen Pickelhiebs beschädigt. Der ebenso unvorsichtige wie über die Folgen des Pickelhiebes ahnungslose Arbeiter verstopfte das Loch im Bleimantel mit zusammengeknülltem Papier. Drei Monate lang blieb der Schaden unbemerkt, weil das Kabel in trockener Erde lag. Infolge starker Regenfälle führte der Zoreskanal eines Tages Wasser, das durch das Loch ins Kabel eindrang und dieses auf 20 Meter Länge vollständig durchnässte. Die Reparaturkosten und der erlittene Gesprächsausfall betragen rund 6000 Franken. Wäre die Kabelbeschädigung sofort gemeldet worden, so hätten die Reparaturkosten kaum einige Prozente des vorgenannten Betrages ausgemacht.

Aus Furcht vor Massregelungen versuchen Bauarbeiter immer wieder, verursachte Kabelschäden zu verheimlichen und die Schadenstellen irgendwie zu verstopfen. Solange keine Feuchtigkeit eindringt, bleiben solche Fehler unerkannt. Sobald aber infolge Regenwetter oder sonst durch Eindringen von Wasser Störungen auftreten, ergeben sich langwierige Fehlerengrenzungen und -hebungen und ernste finanzielle Folgen, die den für den Schaden Verantwortlichen oder dessen Versicherung hart treffen. Die Bauarbeiter sollten daher von den leitenden Organen in ihrem eigenen Interesse stets darauf aufmerksam gemacht

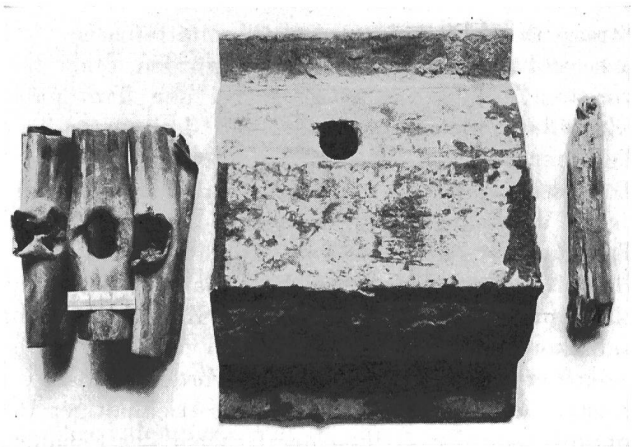


Fig. 7. Durch Spitzseisen und Holzpfehl beschädigte Kabel in einem Zoreskanal, Profil Nr. 8  
Câbles logés dans un canal zorès du profil n° 8, endommagés par une barre à mine et un piquet de bois

barre de fer et que le piquet y avait ensuite été placé dans un but quelconque (jalon d'alignement ou de marquage, etc.).

Il arrive que des câbles aériens soient déchirés par la chute d'arbres abattus par la tempête ou par des bûcherons qui n'avaient pas pris toutes les précautions requises.

Les rouleaux compresseurs peuvent écraser les canalisations et les câbles, et des automobiles heurtent de temps à autre des poteaux-colonnes et endommagent ainsi les câbles de raccordement.

Les cas suivants montrent que certains dommages restent très longtemps cachés. En 1913, à l'occasion de travaux d'aplanissement d'une route que l'on voulait revêtir d'un pavage, un piquet fut enfoncé, comme on le voit à la figure 8, entre l'armure et la gaine de plomb d'un câble. Malgré l'écrasement très prononcé de la gaine de plomb, il ne s'était pas produit de dérangement jusqu'au moment du remplacement de ce câble en 1932. Au cours de travaux de pose d'une conduite d'eau au Tessin, en 1924, le câble du Gothard à 162 paires

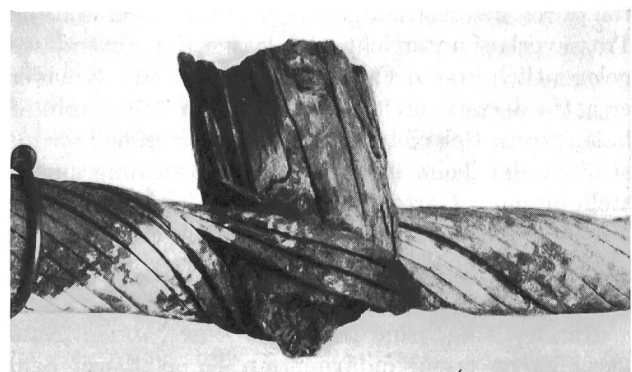


Fig. 8. Durch einen Holzpfehl gequetschter Bleimantel. Der Pfehl wurde zwischen Armatur und Bleimantel getrieben  
Gaine de plomb écrasée par un piquet de bois enfoncé entre l'armure et la gaine de plomb

werden, alle Beschädigungen oder auch nur vermuteten Schäden sofort zu melden.

### 2. Arbeiten in Kabelschächten

Das Ende 1946 in 1000 km Rohrleitung und 12 000 km Zores- und anderen Kanälen verlegte Kabelnetz der PTT-Verwaltung zählte ungefähr 60 000 Kabelschächte und war im Laufe der letzten zwei Jahrzehnte ungezählten Eingriffen unterworfen. Die Unterhaltsarbeiten, die Schachterweiterungen und -entwässerungen, das Auslegen und Einziehen neuer Kabel, das Umspleissen usw. bedingten zahllose Änderungen in der Führung der Kabel in den Schächten. Durch die Veränderungen der Lage, wie Verschieben, Umlegen, Abbiegen u. a. m., sind in den Kabelmänteln durch Risse, Knicke und dergleichen 269 im allgemeinen geringfügige Schäden entstanden, die in der Folge durch die eindringende Feuchtigkeit zu Betriebsstörungen führten.

Es steht ausser Zweifel, dass bei grösserer Sorgfalt und besserer Kenntnis des Materials eine erhebliche Zahl dieser Fehler hätte vermieden werden können. Es ist eine vornehme Aufgabe der Baudienstbeamten, bei dem ihnen unterstellten Personal dahin zu wirken, dass alle Arbeiten in den Schächten mit noch grösserer Sorgfalt ausgeführt werden. Dadurch lassen sich zahlreiche Betriebsstörungen und Kosten vermeiden.

### 3. Beschädigungen durch Nagetiere

Nicht zu unterschätzende Schädlinge sind die Nagetiere, wie Ratten und Mäuse, die ihre Zerstörungswut gelegentlich an Bleimänteln auszutoben pflegen. In Figur 9 ist der Umfang der Schadenfälle



Fig. 9. Graphische Darstellung der jährlich durch Nagetiere verursachten Schäden  
Graphique du nombre annuel des défauts causés par des rongeurs

dargestellt. Seitdem man Ende der zwanziger Jahre dazu überging, die Fern-, Bezirks- und Teilnehmerkabel nicht mehr vorwiegend den Strassen und Wegen entlang, sondern von Ort zu Ort auf kürzester Strecke durch Wies- und Ackerland zu verlegen, hat die Zahl der durch Mäuse und Ratten verursachten Schäden von Jahr zu Jahr zugenommen. Allerdings ist bei der Zunahme der Schadenfälle auch die seither eingetretene Erweiterung des Kabelnetzes zu berücksichtigen. Wenn der Umfang der Schäden in Anbetracht der starken Erweiterung des Netzes auch nicht als beängstigend bezeichnet werden muss, so ist dieser doch ein Fingerzeig dafür, dass beim Bau der Anlagen alles vorgekehrt werden muss, um den Zutritt von Nagetieren zu den Kabeln zu verhindern.

de conducteurs fut endommagé par un coup de pioche. L'ouvrier fautif, qui ne se doutait nullement des suites de sa maladresse, obtura le trou de la gaine de plomb avec un bouchon de papier. Trois mois durant, on ne s'aperçut pas de ce dommage, car le câble se trouvait à cet endroit dans un terrain sec. Un beau jour, à la suite de fortes averses, l'eau pénétra dans le canal en fers zorès et d'ici par le trou de la gaine de plomb dans le câble qui fut imprégné d'eau sur une longueur de 20 m. De ce fait, le câble fut complètement mis hors service. Les frais de réparation et les pertes pour conversations en moins atteignirent le montant d'environ 6000 fr. Si l'endommagement du câble avait été signalé sur-le-champ, les frais de réparation n'auraient été que de quelques pour-cent du montant ci-haut.

De peur d'être punis, les ouvriers dissimulent parfois les dommages qu'ils causent et bouchent, comme dans le cas ci-haut, d'une manière quelconque les parties endommagées. Aussi longtemps que l'humidité ne pénètre pas à l'intérieur des câbles endommagés, ces défauts ne se manifestent pas pendant un certain temps. Mais sitôt que des dérangements se produisent du fait de la pénétration d'eau à l'intérieur des câbles, il s'ensuit de longs et pénibles travaux de localisation des défauts et de réparation des câbles, causant des frais importants aux entreprises responsables ou à leurs assurances. C'est pourquoi les organes directeurs des travaux devraient toujours, dans leur propre intérêt, rendre les ouvriers attentifs à ce qu'ils doivent immédiatement signaler chaque endommagement, même s'ils ne sont que supposés.

### 2. Manipulations dans les chambres souterraines

Le réseau des câbles téléphoniques qui, à fin 1946, accusait environ 1000 km de canalisations en tuyaux, 12 000 km de canalisations en fers zorès et 60 000 chambres souterraines, a, au cours de deux décennies, été l'objet d'innombrables modifications. Les travaux d'entretien, les extensions et le drainage des chambres, la pose et le tirage de nouveaux câbles, les modifications d'épissures, etc., ont exigé un nombre infini de changements de position des câbles dans les chambres. Le déplacement des câbles, leurs recourbements et d'autres manipulations ont provoqué 269 dommages relativement peu importants dans la majorité des cas, sous forme de fissures, de plis, etc. qui, par la suite, ont provoqué des dérangements d'exploitation. Un travail plus soigné et une meilleure connaissance de la vulnérabilité des gaines de plomb permettent d'éviter un grand nombre de dommages de ce genre. Les fonctionnaires du service des lignes ont l'obligation de veiller à ce que les travaux à exécuter dans les chambres souterraines le soient avec toute la vigilance nécessaire. En ce faisant, on évite de nombreux dérangements d'exploitation dans l'intérêt de la sûreté et de la qualité du service téléphonique, ainsi que des frais importants.

Die in den letzten zwanzig Jahren durch Nagetiere angerichteten Schäden betragen immerhin 100 000 Franken.

Bei Stoßstellen von Zoreskanälen und den dazugehörigen Formstücken in Winkelpunkten genügen Öffnungen von 1,5 bis 2 cm, um den Mäusen das Eindringen in die Kanäle zu ermöglichen. Es konnte auch schon festgestellt werden, dass bei Öffnungen von nur 1 cm Breite, wo die Mäuse nicht durchzukommen vermochten, die Kabel von aussen her angeknagt wurden. In gewissen Fällen gelangen die Schädlinge durch die Kabelschächte in das Innere der Kanalisation, so zum Beispiel durch nicht betonierete Böden, beim Anschluss von Drainageleitungen oder durch Senklöcher, die nicht durch einen Rost oder ein Steinbett abgeschlossen sind. An bewohnten Orten bieten namentlich alte, zum Teil nicht einwandfrei gebaute Zoreskanalisationen den Nagern die Möglichkeit, aus unterirdischen Räumen, wie Kellern, Waschküchen usw., zu den Kabeln zu gelangen. Aber auch beim Übergang von Zoreskanälen zum Aufstiegskanal von Kabelstangen sind früher öfters Nager eingedrungen. Sowohl bei Hauseinführungen wie auch beim Anschluss von Kabelstangen werden die nötigen Vorkehrungen zum Abdichten der Öffnungen getroffen. Auf Grund der Erfahrungen sind dem Personal schon im Jahre 1931 — und in verschärfter Form im Jahre 1937 — Instruktionen für den Bau neuer und den Unterhalt bestehender Anlagen erteilt worden.

Mit verschiedenen Mitteln, wie dem Imprägnieren der Juteumwicklung mit widerlich riechenden Bitumen, oder durch das Einlegen von Giftweizen in die Kanäle usw., hat man versucht, die Nager abzuhalten oder unschädlich zu machen. Aber abgesehen davon, dass diese Mittel zeitlich nur beschränkt wirksam sind, ist ihre Verwendung auch für Menschen und Nutztiere unter Umständen nicht ungefährlich. Der beste und zuverlässigste Schutz gegen Nagetierschäden ist ohne Zweifel die Verwendung eisenbandarmierter Kabel oder dann die einwandfreie, dichte Montierung der Kanäle und Schächte.

Es dürfte die Leser interessieren, über einige besondere Schadenfälle Näheres zu erfahren. Im Jahre 1937 haben Ratten und Mäuse in Corgémont aus dem 3 mm dicken Bleimantel des Fernkabels 68 × 2 Corgémont—Delémont ein Loch von 19 cm Länge und 2 cm Breite herausgenagt. Die Figur 10 zeigt vier Abschnitte von zernagten Bleimänteln. In Figur 10a ist ein Stück des Bleimantels des Kabels Locarno—Tenero, 30 × 2, abgebildet, der im Keller der Zentrale Tenero zwischen einer roh verputzten Mauer und einer Blechverschalung von einem Nagetier angefressen wurde. Am Fernkabel Thun—Zweisimmen, 68 × 2, ist beim Spital Erlenbach zwischen dem Zoreskanal und einem Bogenstück eine Maus durch ein Loch vom Durchmesser eines Fingers in den Kanal eingedrungen und hat aus dem 3 mm dicken Bleimantel ein Loch von 15 cm<sup>2</sup> herausgenagt (Fig. 10b). Im Birs-

### 3. Dommages causés par des rongeurs

On doit malheureusement aussi tenir compte d'une certaine catégorie de destructeurs de câbles: les rats et les souris. La figure 9 montre dans quelle mesure ces rongeurs sont, chaque année, les auteurs de dommages aux câbles téléphoniques. A partir de 1920, c'est-à-dire depuis le moment où l'on commença à poser les câbles interurbains, les câbles ruraux et même les câbles d'abonnés non pas en majeure partie le long des routes et des chemins, mais sur un plus court trajet à travers les champs, le nombre des dommages causés par des rats et des souris augmenta chaque année. Cette augmentation est naturellement aussi fonction de l'extension du réseau des câbles. Si l'étendue des dommages n'est pas précisément alarmante, en regard de l'importante extension du réseau, elle signifie cependant qu'on ne doit rien négliger au cours des travaux de construction pour empêcher que les rongeurs n'aient accès aux câbles. Au point de vue financier, ces dommages sont relativement importants; au cours de 20 ans, ils se sont chiffrés à environ 100 000 fr. Aux points de jonction des fers zorès avec les pièces spécialement façonnées, placées aux angles de la canalisation, il suffit d'interstices de 1½ à 2 cm pour que de petites souris puissent s'introduire dans les caniveaux. On a même constaté que des câbles avaient été rongés depuis l'extérieur du caniveau lorsque l'interstice n'accusait que 1 cm de largeur et ne permettait donc pas aux souris de s'y introduire. Le cas s'est également produit que des rongeurs pénétraient à l'intérieur des canalisations par les fonds non bétonnés des chambres de câbles. Cette possibilité existe pour des profondeurs jusqu'à 1,5 m, ainsi que dans les chambres raccordées à des canalisations de drainage ou à des puits perdus non obturés par une grille ou un empierrement. Dans les endroits habités, les anciennes canalisations en fers zorès dont le montage laisse à désirer offrent aux rongeurs la possibilité d'arriver vers les câbles depuis les locaux souterrains tels que les caves, buanderies, etc. Mais aussi aux points de transition des caniveaux zorès et du canal d'ascension des poteaux-colonnes, il arriva que des rongeurs s'introduisirent jusqu'aux câbles. Aussi bien aux points d'introduction des maisons qu'aux poteaux-colonnes, les mesures nécessaires ont été prises pour obturer les orifices. Déjà en 1931, et de manière encore plus précise en 1937, des instructions relatives à l'établissement de nouvelles et à l'entretien d'anciennes installations ont été données, sur la base des expériences faites, au personnel de construction.

On essaya d'éloigner les rongeurs par différents moyens, tels que l'imprégnation de l'enveloppe de jute par du bitume à odeur répugnante, l'utilisation de grains de blé contenant du poison, etc. Toutefois ces moyens n'agissent que pendant un temps restreint, et leur emploi n'est, d'ailleurs, pas sans danger pour les personnes ni pour les animaux utiles. La meilleure protection et aussi la plus sûre contre les



Fig. 10. Durch Nagetiere verursachte Kabelschäden — Endommagements causés par des rongeurs

felderhaften in Basel hat ein Nager beim Sockel einer Telephonkabine in das Kabelschutzrohr einzudringen vermocht, wo er das 5paarige Kabel zur Hälfte zerstörte (Fig. 10c).

Infolge eines am Bezirkskabel Cham—Rotkreuz durch Nager verursachten Schadens wurde der Zoreskanal neben der Flickstelle des Kabels durch eine 28 mm dicke Einlage, bestehend aus einem sechsfach gefalteten Bleimantel, abgedichtet. Knapp ein halbes Jahr später trat unweit davon ein neuer Schaden auf. Die Dichtung aus Blei war vollständig durchnagt (Fig. 10d). Wie die Beobachtungen zeigen, eignen sich Glaswolle und ähnliche Materialien zum Abdichten besser als Blei. — Die rasch sinkende Isolation führte im Jahre 1945 zur vollständigen Ausserbetriebsetzung des Fernkabels  $62 \times 2$  Lugano—Locarno. Nach der Eingrenzung der Fehlerstelle förderte man als Missetäter ein Mäusepaar mit ihren Jungen zutage. Die Mäuse waren vermutlich ungefähr 9 m vom Fehlerort entfernt, wo ein bandarmiertes Kabel zum nichtarmierten Teile in einen ungenügend abgedichteten Zoreskanal übergang, in den Kanal eingedrungen. Die Schadenstelle bestand in einer 9 cm langen ausgenagten Öffnung im Bleimantel, wo infolge eines starken Regens Wasser in das Aderbündel eingedrungen war.

Es sind auch schon einaderige, mit einem Bleimantel ausgerüstete, sogenannte F-Kabel, die zur Verbindung der Sicherungskasten mit den oberirdischen Drähten dienen, unmittelbar beim Eingang

rongeurs consiste en un montage impeccable des canalisations et des chambres souterraines, n'offrant aucune possibilité d'accès aux rongeurs.

Nous pensons que le lecteur pourrait avoir un certain intérêt à connaître quelques cas caractéristiques d'endommagements de ce genre. En 1937 des rats ou des souris ont rongé à Corgémont un trou de 19 cm de long et de 2 cm de large dans la gaine de plomb de 3 mm d'épaisseur du câble interurbain  $68 \times 2$  Corgémont—Delémont. La figure 10 montre 4 coupures de gaines de plomb rongées. A la figure 10a, on voit un bout de la gaine de plomb du câble  $30 \times 2$  Locarno—Tenero qui, au sous-sol du central de Tenero, a été rongé par une souris entre le mur à crépi brut et la garniture en tôle. Près de l'hôpital d'Erlenbach, une souris s'est introduite à l'intérieur du canal par une ouverture d'un diamètre d'un doigt entre un fer zorès et une pièce coudée et a rongé un trou de  $15 \text{ cm}^2$  dans la gaine de plomb de 3 mm du câble  $64 \times 2$  Thoun—Zweisimmen (fig. 10b); en outre, le papier de deux conducteurs de cuivre avait disparu. Dans le port de Birsfelden près Bâle, un rongeur est parvenu à s'introduire dans le tube protecteur situé près du socle d'une cabine téléphonique, où il démolit à moitié le câble à 5 paires de conducteurs (fig. 10c).

A la suite d'un dommage causé au câble rural Cham—Rotkreuz par un rongeur, le canal en fers zorès fut obturé, près du lieu de réparation, au moyen d'un bourrelet d'une épaisseur de 28 mm constitué par

oder am Ausgang aus dem Schutzkanal angenagt worden. Im Kanal lagen im einen Falle noch die Überreste eines aus dürrerem Gras gebauten Nestes. Ob wir es hier ausschliesslich mit Mäusen zu tun hatten, ist fraglich. Mäuse und Ratten lassen sich in ihrem Nagedrang auch durch das Militärstrafgesetz nicht beeindrucken. So ist uns zum Beispiel ein Fall bekannt, wo während des Aktivdienstes in einer Militärtelephonzentrale die vertikal an einer Wand laufenden blanken Starkstromkabel von Mäusen oder Ratten zernagt wurden. Vermutlich hat der Geruch von Öl, das am Endverschluss vom Isolierpapier ausgeschwitzt wurde, die Nagetiere angelockt.

Schäden von Mäusen und Ratten sind indessen im Kabeldienst keine neuzeitliche Erscheinung, denn bereits vor hundert Jahren, kaum dass sich elektrische Kabel im Erdboden befanden, wurden Guttaperchaumhüllungen zernagt und Kabeladern freigelegt. Nach vereinzelt statistischen Aufzeichnungen sind bereits in den ersten zehn Jahren dieses Jahrhunderts im schweizerischen Telegraphen- und Telephonkabelnetz ein rundes Dutzend Mäuse- und Rattenschäden vorgekommen.

Die Frage, in welchen Landesteilen die gefräßigen Nager am häufigsten zu finden sind, ist schwer zu beantworten, weil zur Beurteilung der Häufigkeit der Kabelschäden die Dichte des Kabelnetzes und die Qualität der Kanalisationen berücksichtigt werden müssen. Selbstverständlich sind auch die Bodenarten, das Klima, die Höhenlage usw. mit zu berücksichtigen. Abgesehen vom Tiefland, auf das sich die Schäden in erster Linie konzentrieren, ist es doch auffallend, dass aus dem Netzgebiet von Sitten kein Fall, von Freiburg nur einer, von Thun sechs, von Winterthur zwei und von Chur zwei Fälle gemeldet worden sind, während die Schadenfälle in den anderen Netzen bis auf vierzig anstiegen. Die Netze mit vorwiegend voralpinem Charakter weisen somit am wenigsten Fälle auf.

Die Frage, was die Nager dazu treibt, Kabelbleimäntel, ja sogar Kupferadern anzugreifen, hat den Kabelfachmann schon lange beschäftigt. Die oft gehörte Vermutung, die Tiere seien irgendwo zufällig in einen Zoreskanal hineingeraten und hätten keinen Ausgang mehr gefunden, weshalb sie sich durch das Zernagen der Kabel, vorwiegend bei den Stoßstellen der Kanäle, einen Ausweg gesucht, ist nicht ganz stichhaltig. Wie bereits erwähnt, sind Fälle festgestellt worden, wo bei Zoresstößen mit knapp 1 cm Zwischenraum die Kabel von aussen her angenagt wurden, ohne dass es den Nagern gelungen wäre, in den Kanal einzudringen. Ein besonderer Leckerbissen scheint das Blei auch für Mäuse und Ratten nicht zu sein, denn gewöhnlich lagen Jute, Papier und Blei in kleinsten Fetzen und Spänchen neben den Schadenstellen. Die Beweggründe sind wahrscheinlich verschiedener Natur, wie Hunger, Neugier, instinktives Bedürfnis zum Gebrauch der scharfen

une gaine de plomb pliée en six couches. A peine six mois plus tard, un nouveau dommage apparut tout près de cet endroit. Le bourrelet de plomb était complètement rongé (fig. 10d). La laine de verre ou d'autres matières semblables conviennent mieux que le plomb dans de tels cas.

En 1945, le câble 62×2 Lugano—Locarno fut mis entièrement hors de service du fait que son état d'isolement avait très rapidement baissé. En localisant le défaut, on découvrit les fautifs, soit une paire de souris avec leur petit. Ces souris avaient pénétré dans le canal à une distance d'environ 9 m du défaut, où un câble armé de feuillard était relié à un câble non armé posé dans un canal en fers zorès. L'extrémité du canal zorès n'avait pas été suffisamment obturée. Le défaut consistait en une ouverture de 9 cm de long rongée dans la gaine de plomb et par laquelle l'eau avait pénétré jusqu'au faisceau des conducteurs à la suite de fortes chutes de pluie.

Des câbles à un conducteur pourvus d'une gaine de plomb (câbles F) servant à raccorder les armoires à protections avec les fils aériens ont également déjà été endommagés à leur entrée dans le canal protecteur ou à la sortie de celui-ci. Dans l'un de ces cas, on trouva dans le canal les restes d'un nid fait d'herbe sèche. Il n'est pas absolument sûr que les fautifs aient été, ici, des souris.

Dans leur instinct de faire travailler leurs dents incisives, les souris et les rats ne se soucient nullement du code pénal militaire. C'est ainsi que des souris ou des rats ont rongé, pendant le service actif, dans un central téléphonique militaire, les câbles à fort courant munis de gaines de plomb nues et placés verticalement contre une paroi. On suppose que l'odeur de l'huile qui, vers la boîte de fin, suintait du papier d'isolation, avait attiré ces rongeurs.

Dans la destruction des câbles, les souris et les rats ne sont pas des novices; car déjà leurs ancêtres rongèrent, il y a bientôt cent ans, l'enveloppe de guttapercha et mirent à nu les conducteurs de cuivre des premiers câbles électriques placés dans le sol. Selon quelques annotations de statistique, une douzaine de dommages furent déjà causés par des souris et des rats dans le courant des dix premières années de notre siècle.

Il est assez difficile de dire dans quelles parties du pays l'on trouve les rongeurs les plus voraces, car pour juger de la fréquence des dommages aux câbles, on doit tenir compte de la densité du réseau des câbles et de l'état des canalisations. Il est clair que le genre du sol, le climat, l'altitude, etc., jouent aussi un rôle. Si l'on élimine la plaine, où les dommages sont naturellement les plus fréquents, on est surpris de constater qu'aucun cas n'a jamais été signalé dans les régions du réseau de Sion, un seul à Fribourg, six à Thoune, deux à Winterthur et deux à Coire, tandis que dans les autres réseaux, leur nombre varie jusqu'à quarante. Ce sont donc les réseaux à carac-

Zähne im weichen Blei, Fluchtversuche aus den Kanälen usw.

Die Annahme, die Nagetiere könnten beim Bau der Kabelanlagen in die Kanäle eingedrungen sein, trifft nicht zu, obwohl in frisch aufgeworfenen Kanalgräben zuweilen ganze Mäusesippen angetroffen werden. Statistisch ist nachgewiesen, dass im Zeitraume von zwanzig Jahren nur ein halbes Dutzend Schäden vorkamen, die innerhalb eines Jahres nach der Kabellegung aufgetreten sind.

#### 4. *Naturereignisse* (Wildbäche, Erdbeben usw.)

Durch Gewitter hervorgerufene Murgänge und Wildbäche, sowie durch Erdbeben, Überschwemmungen, Eisbildung in Kanälen und Bodensenkungen verschiedener Art wurden unsere Kabelanlagen in 178 Fällen beschädigt. Einige der folgenschwersten Schäden sollen hier kurz erwähnt werden. Diese Schadensfälle geben Anhaltspunkte, wo in dieser Beziehung die empfindlichen Stellen unserer Kabelanlagen liegen, damit beim Bau neuer Anlagen im Rahmen von verantwortbaren finanziellen Aufwendungen die nötigen Sicherheitsmassnahmen getroffen werden können.

Der von der Dent du Midi niederstürzende Bartelémybach hat im September 1926 und im August 1927 durch die mitgeführten Schutt- und Steinmassen grosse Verheerungen angerichtet<sup>2)</sup>. Die Staatsstrasse und die Linie der Schweizerischen Bundesbahnen wurden verschüttet. Wie durch ein Wunder blieb das in der Strassenbrücke liegende Fernkabel  $52 \times 2$ , das das Wallis mit Lausanne verbindet, unversehrt. Felsblöcke bis zur Grösse von  $10 \text{ m}^3$  wurden wie Spielbälle vor dem Wildwasser hergeschoben und füllten das breite Bachbett bis über den Brückenkörper auf. Ein zweites Kabel  $104 \times 2$ , das im Jahre 1933 nach dem Wallis ausgelegt wurde, erhielt zufolge dieses Ereignisses ein neues Trasse.

An der Dent de Merdasson entspringt der normalerweise harmlose Bach «La Veraye», der sich bei Veytaux in den Genfersee ergiesst. Infolge eines starken Gewitters schwoll dieser Bach am 2. August 1927 zum reissenden Wildwasser an, führte Schutt, Felsblöcke und Bäume mit sich und zerstörte teilweise die Brücke der Kantonsstrasse beim Hotel Richelieu in Veytaux<sup>3)</sup>. Die den Bach kreuzenden Telefonkabel lagen in einem Mannesmannrohr von 300 mm Durchmesser, das oberhalb der Brücke in einer Spannweite von neun Metern über den Bach führte. Das Rohr mit sämtlichen Teilnehmer- und den nach Aigle und dem Wallis führenden Fernkabeln wurde fortgerissen. Der Telefonverkehr war völlig stillgelegt. Der Kabelschaden hätte vermieden werden können, wenn die Kabel talseitig anstatt bergseitig der Brücke geführt worden wären. — Am 11. August 1933 riss ein Murgang des Stulserbaches zwischen

tère principalement montagneux qui accusent le moins de dommages de ce genre.

La question de savoir ce qui pousse les rongeurs à s'attaquer aux gaines de plomb et même aux conducteurs de cuivre a préoccupé déjà depuis longtemps les spécialistes des installations de câbles. L'hypothèse, selon laquelle les rongeurs s'introduisent dans les canalisations en fers zorès par un effet du hasard, qu'ils ne retrouvent plus la sortie et qu'ils rongent les câbles surtout près des joints des fers zorès pour chercher une issue, n'est pas tout à fait plausible. Car comme nous l'avons déjà mentionné, des cas ont été constatés où des câbles étaient rongés vers des joints de fers zorès dont les interstices accusaient à peine un centimètre de largeur, sans que les rongeurs soient parvenus à pénétrer dans le canal. On n'a pas non plus l'impression que les souris et les rats soient spécialement friands de plomb, car le jute, le papier et le plomb étaient accumulés en toutes petites bribes près des endroits du dommage. Les motifs de ces détériorations sont certainement assez variés, tels que la faim, la curiosité, l'instinct de ronger tout ce qui se présente sous leurs dents, ou aussi la tentative de fuite hors de la canalisation, etc.

On ne peut guère admettre non plus que les rongeurs pénétrant dans les canalisations au cours de leur construction, bien qu'on rencontre souvent de nombreuses souris dans des fouilles fraîchement creusées. La statistique prouve que, pendant une époque de 20 ans, des détériorations de câbles ne se sont produites qu'une demi-douzaine de fois dans le courant d'une année après la pose des câbles.

#### 4. *Phénomènes naturels* (ravines, glissements de terrain, etc.)

178 endommagements ont été causés aux câbles par des coulées d'ébouillis et des torrents, par des glissements de terrain, des inondations, la formation de glace dans des canaux protecteurs, ainsi que par des affaissements du sol. Nous mentionnons ci-après un certain nombre de dommages gros de conséquences. Ces dommages montrent les points les plus vulnérables de nos installations de câbles, ce qui permet d'envisager, pour l'établissement de nouvelles installations, les mesures de sécurité qui s'imposent, sans toutefois dépasser des frais par trop considérables.

Au mois de septembre 1926 et au mois d'août 1927, le torrent de St-Barthelémy qui descend de la Dent-du-Midi a causé des ravages considérables par les énormes masses d'ébouillis qu'il entraîna dans la plaine du Rhône et dont la route cantonale et la ligne de chemin de fer furent recouvertes<sup>2)</sup>. Par un vrai miracle, le câble interurbain  $52 \times 2$  qui relie le Valais avec Lausanne et dont le tracé emprunte le pont routier fut épargné. Des blocs de rochers de dimensions fantastiques (jusqu'à  $10 \text{ m}^3$ ) remplirent le large lit

<sup>2)</sup> Vgl. O. Krebs. Les éboulements de la Dent du Midi et les mesures de précaution prises par l'administration en cas de rupture du câble interurbain Aigle—St-Maurice—Martigny. Techn. Mitt. PTT 1926, Nr. 6, S. 193...200, und 1927, Nr. 6, S. 211...213.

<sup>3)</sup> La rupture des câbles interurbains Lausanne—Valais à Veytaux. Techn. Mitt. PTT 1927, Nr. 5, S. 174...176.

<sup>2)</sup> O. Krebs. Les éboulements de la Dent-du-Midi et les mesures de précaution prises par l'administration en cas de rupture du câble interurbain Aigle—St-Maurice—Martigny. Bull. tech. PTT 1926, n° 6, pages 193...200, et 1927, n° 6, pages 211...213.

Filisur und Bergün die Brüstungsmauern der Strassenbrücke weg und zerriss das Fernkabel  $85 \times 2$  Chur—St. Moritz und das Bezirkskabel Filisur—Bergün, die beide auf dem Brückenkörper am Fusse der oberen Brüstungsmauer in einem Zoreskanal geführt waren<sup>4)</sup>.

Ungefähr zur gleichen Zeit ist zwischen Wiesen und Glaris durch eine Rufe des Monsteinerbaches das in einem Zoreskanal frei über den Bach geführte  $59 \times 2$  Fernkabel Filisur—Davos zerstört worden<sup>4)</sup>.

In den Monaten August und September 1934 haben im Kanton Schwyz niedergegangene schwere Unwetter grosse Überschwemmungen verursacht und neun Kabel beschädigt. Lange andauernde Niederschläge und Gewitterregen mit Überschwemmungen sind immer Prüfsteine für die Güte der Kabelanlagen. Was nicht absolut dicht ist, das bringt nicht die Sonne, sondern der Regen an den Tag!

Bei der Katastrophe von Litzirüti, wo sich am 4. Juni 1935 das Wasser des Prätschsees infolge eines Staudammbruchs über das Dorf ergoss, wurde das Fernkabel  $42 \times 2$  Arosa—Langwies zerstört. Die ungeheuren niederstürzenden Wassermassen gruben das Bachbett metertief aus und verbreiterten es von zwei auf sechs Meter. Der unter dem Bachbett durchgeführte einbetonierte und mit Eisenbahnschienen geschützte Zoreskanal erlitt starke Verkrümmungen, und das Kabel wurde beidseitig des Bachbettes buchstäblich entzweierteilt. — Im Jahre 1936 hat der durch ein Gewitter angeschwollene Suldbach bei Mülönen im Kandertal die Strassenbrücke mitsamt dem Telephonkabel Spiez—Frutigen—Brig zerstört. — Infolge eines starken Gewitters in der Gegend von Oberhofen—Hilterfingen—Gunten beschädigten die zu Wildwassern angewachsenen Bäche an fünf verschiedenen Stellen im ganzen acht Kabel. Diese waren teilweise völlig zerstört, teilweise nur freigelegt, jedoch beschädigt. — Im Jahre 1937 legte die hochgehende Broye die kleine Brücke von Maladeire zwischen Moudon und Lucens um und zerriss das darin geführte 20paarige Teilnehmerkabel. — Im gleichen Jahre hat das über die Ufer tretende Wasser der Broye bei Moudon einen eisernen Kabelständer umgelegt und das Anschlusskabel  $20 \times 2$  zerstört. — Infolge eines am 1. November 1943 über dem Val Saluver (Engadin) niedergegangenen Gewitters wurde das Dorfgebiet von Schlarigna (Celerina) mit Stein- und Schuttmassen überschüttet, wobei das Fernkabel Chur—St. Moritz und das Bezirkskabel Sankt Moritz—Samedan bei der Kreuzung mit dem Schlatrainbach (Überführung) verschwanden. Gleichzeitig riss bei Acla eine Rufe die Strassenbrücke samt einem 100 Meter langen Stück des Lukmanierkabels in die Tiefe des Medelserrheins.

Endlich ist eine Reihe Beschädigungen dadurch entstanden, dass Kabel infolge Terrainsenkungen verstreckt, verwürgt oder durch die Kanten der Enden des Zoreskanals abgeschert wurden.

<sup>4)</sup> Vgl. Techn. Mitt. PTT 1933, Nr. 6, S. 223.

du torrent jusqu'au-dessus du pont. Ce fut à la suite de ces événements qu'un nouveau tracé a été choisi pour le deuxième câble du Valais à  $104 \times 2$  conducteurs, posé en 1933.

«La Veraye», qui a sa source à la Dent-de-Merdasson et se jette près de Veytaux dans le lac Léman est, normalement, un ruisseau très inoffensif. A la suite d'un fort orage, ce ruisseau se transforma, dans la journée du 2 août 1927, en un torrent impétueux entraînant dans sa course de la boue, des rochers et des arbres qui démolirent en partie la route cantonale près de l'hôpital Richelieu à Veytaux<sup>3)</sup>. Les câbles téléphoniques qui croisaient le ruisseau se trouvaient dans un tube d'acier Mannesmann de 300 mm de diamètre posé à neuf mètres en amont du pont. Ce tube avec tous les câbles d'abonnés et interurbains qu'il contenait fut arraché et le trafic téléphonique fut complètement interrompu. Le dommage aux câbles aurait pu être évité s'ils avaient été placés en aval du pont et non en amont.

Le 11 août 1933, le Stulserbach transformé en torrent arracha entre Filisur et Bergün le parapet du pont et provoqua la rupture du câble interurbain  $85 \times 2$  Coire—St. Moritz et du câble Filisur—Bergün qui étaient conduits dans un canal en fers zorès placé au pied du parapet amont<sup>4)</sup>.

A peu près à la même époque, entre Wiesen et Glaris, le câble interurbain à 59 paires de conducteurs Filisur—Davos placé dans un canal en fers zorès reliant les deux bords du ruisseau en une seule portée fut détruit par une coulée d'éboulis du Monsteinerbach<sup>4)</sup>.

Dans le courant des mois d'août et de septembre 1934, de forts orages provoquèrent de grandes inondations dans le canton de Schwyz et abîmèrent 9 câbles.

Les pluies de longue durée et les averses, suivies d'inondations recouvrant le réseau des câbles, permettent de juger de la qualité de nos installations. Dans ces cas, ce n'est pas le soleil mais la pluie qui révèle le manque d'étanchéité des installations.

Le 4 juin 1935, une catastrophe se produisit à Litzirüti du fait de la rupture de la digue du «Prätschsee». L'eau de ce lac se répandit dans le village et détériora entre autres aussi le câble interurbain  $42 \times 2$  Arosa—Langwies. Les énormes masses d'eau creusèrent le lit du ruisseau jusqu'à 3 m de profondeur et l'élargirent de 2 à 6 m. Le canal en fers zorès noyé dans du béton et protégé encore par des rails fut fortement courbé de sorte qu'aux deux côtés du lit du ruisseau, le câble fut littéralement sectionné.

En 1936, le Suldbach près de Mülönen dans la vallée de la Kander prit de telles dimensions à la suite d'un orage qu'il détruisit le pont avec le câble Spiez—Frutigen—Brig.

<sup>3)</sup> La rupture des câbles interurbains Lausanne—Valais à Veytaux. Bull. techn. PTT 1927, n° 5, pages 174...176.

<sup>4)</sup> Bull. techn. PTT 1933, n° 6, page 223.

Unter die 178 auf höhere Gewalt zurückzuführen den Schäden fielen deren 47, die durch *Eisbildung* entstanden sind. Davon entfallen 26 auf Gasrohrbogen, die die Verbindung zwischen dem Zoresschutzkanal und dem Sicherungskasten der Kabelstange herstellen. Drei Eisbildungen haben in Gasrohren, die im Boden als Kabelschutz dienten, zu Beschädigungen geführt. In fünf Fällen bildete sich im Zoreskanal im Boden eine Eisschicht, die die Kabel bis zum Auftreten von Betriebsstörungen zusammenpressten. In weiteren sechs Fällen sind Kabel, die in Zoreskanälen über Brücken führten, durch Eisbildung zerstört worden; ferner wurden drei bandarmierte Kabel durch Eisbildung gequetscht.

Wenn irgendwo Wasser in den das Kabel umschliessenden Schutzkanal eindringt, dort aber nicht abfließen kann, so besteht bei grosser Kälte die Gefahr der Eisbildung. Da das Volumen von Eis um den zehnten Teil grösser ist als dasjenige einer entsprechenden Menge Wasser, muss das Kabel der Naturkraft allmählich weichen, wobei es Quetschungen erleidet und sich am Bleimantel Risse bilden. Bei den Gasrohrbogen zu den Kabelstangen handelt es sich durchwegs um jene Konstruktion mit Gasrohranschluss, wie sie vor 1934 angewendet wurde. Seither wird an deren Stelle ein zweiteiliger Kanal verwendet, der das Abfliessen des Wassers ermöglicht. Da es sich in allen Schadenfällen um gestautes und alsdann gefrorenes Wasser handelte, wurden im Zusammenhange mit Reparaturen Löcher in den Kanälen angebracht oder die Kanalneigung erhöht, so dass dem eintretenden Wasser ein Abfluss geschaffen wurde; damit wurden weitere Schadenfälle dieser Art vermieden.

Einige interessante Bilder über die Wirkung der Eisbildungen sollen das Gesagte veranschaulichen. Die Figur 11 zeigt einen Ausschnitt aus dem Bleimantel des 162paarigen Gotthardkabels, das in Erstfeld über die Reussbrücke führt. Im Jahre 1935 füllte sich der Hohlraum des Zoresschutzkanals, Profil Nr. 4, in den das Kabel eingelegt war, mit Wasser. Da das Kabel den Kanal ohnehin fast ausfüllte, konnte dieses bei der Eisbildung nur wenig ausweichen. So wurde der Bleimantel auf einer längeren Strecke in Abständen von 15 cm durch Eiswülste so stark zusammen-

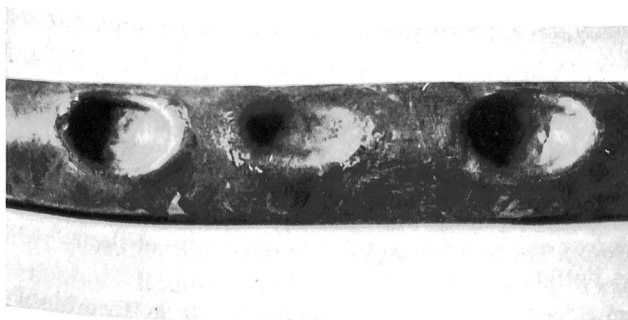


Fig. 11. Durch Eisbildung deformierter Bleimantel des Gotthardkabels, das in einem Zoreskanal Nr. 4 untergebracht war. Câble du Gothard logé dans un canal zorès No. 4 et déformé par la glace.

Un fort orage déchainé dans la région d'Oberhofen—Hilterfingen—Gunten transforma les ruisseaux en torrents qui, en cinq endroits, endommagèrent huit câbles, dont quelques-uns furent complètement détruits et d'autres seulement mis à nu, mais abîmés.

En 1937, la Broye considérablement accrue renversa le petit pont de Maladeire entre Moudon et Lucens, ce qui provoqua la rupture du câble d'abonnés à 20 paires de conducteurs qu'il supportait.

La même année, la Broye sortit de son lit à Moudon et mina un pylône en fer qui, en tombant, détériora le câble de raccordement 20×2.

A la suite d'un fort orage qui passa sur le Val Saluver (Engadine) le 1<sup>er</sup> septembre 1943, la région du village Schlarigna (Celerina) fut couverte de masses de pierres et d'éboulis; de ce fait, le câble Coire—St-Moritz et le câble rural St-Moritz—Samaden disparurent à leur point de croisement avec le ruisseau Schlattain. Au même moment, un glissement de terrain arracha à Acla le pont et un bout de 100 m du câble du Lukmanier qu'il emporta dans le Rhin de Medels.

Enfin, une série d'endommagements de câbles eurent leur origine dans l'affaissement du sol, provoquant leur étirement ou leur étranglement, ou encore leur cisaillement par les arêtes des extrémités des fers zorès.

Dans le total de 178 dommages, il s'en trouve 47 dus à la *formation de glace*. De ce nombre, 26 se sont produits dans les coudes de tuyaux à gaz qui reliaient le canal protecteur en fer zorès avec l'armoire à protections des poteaux-colonnes. Dans trois cas, la formation de glace a provoqué des dommages dans des tuyaux à gaz servant à la protection des câbles dans le sol. Dans cinq cas, l'eau a gelé dans le fond de caniveaux zorès où les câbles coincés ont, de ce fait, subi des dommages causant des dérangements d'exploitation. Six cas concernent des câbles devenus victimes de la congélation de l'eau contenue dans des fers zorès placés sur des ponts. Trois câbles armés de feuillard ont été écrasés de la même manière. Lorsque de l'eau s'introduit dans le canal qui enveloppe le câble, et qu'elle ne peut sortir, elle y reste à l'état stagnant et se transforme en glace par les grands froids. Le volume de la glace étant d'un dixième plus grand que celui de la quantité d'eau correspondante, le câble doit en fin de compte céder aux forces de la nature, il est écrasé et la gaine de plomb se fissure. En ce qui concerne les tuyaux à gaz recourbés, il s'agissait, dans tous les cas examinés, de constructions à raccordement au moyen de tuyaux à gaz telles qu'on les appliquait avant l'année 1934. Dès lors, on utilise un canal en deux parties qui permet à l'eau de sortir. Pour que l'eau puisse s'écouler, on perça, dans certains cas, des trous dans les caniveaux au cours de la réparation, ou bien on leur donna une certaine inclinaison. On évita ainsi le retour de dommages analogues.

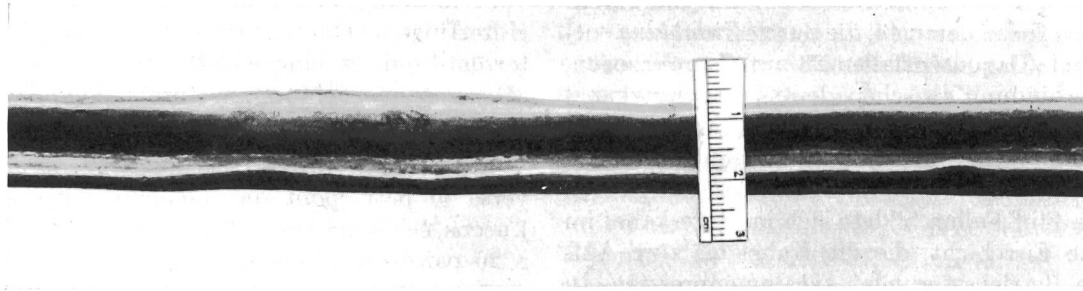


Fig. 12. Durch Eisbildung gequetschter Bleimantel eines 10paarigen Kabels  
Gaine de plomb d'un câble 10×2 écrasé du fait de la congélation de l'eau

gepresst, dass darin ovale Vertiefungen von 7 cm Länge, 4 cm Breite und 2 cm Tiefe entstanden. Diese Deformationen führten zu Rissen im Blei, die dann Betriebsstörungen zur Folge hatten. Der Kanal wurde durch einen grösseren, Profil Nr. 8, ersetzt, der gleichzeitig eine genügende Neigung für das Abfließen des Wassers erhielt. Figur 12 zeigt einen Fall aus La Chaux-de-Fonds, wo im Jahre 1944 ein in einem 1½"-Gasrohr geführtes, im Jahre 1900 ausgelegtes, 11paariges Kabel durch Eisbildung vollständig gequetscht wurde. Das Gasrohr lag in einer Mulde. Figur 13 zeigt ein durch Eisbildung vollständig entzweigdrücktes 5paariges Kabel, das in Evolène im Jahre 1946 der Kälte zum Opfer fiel. Die Schadenstelle befand sich beim Übergang vom Zoreskanal zum Gasrohrbogen, der zum Sicherungskasten einer Kabelstange führte. Das Kabel wurde mitsamt den Adern vollständig entzweigeschnitten.

##### 5. Explosionen, Geschosse, Sprengungen und Feuer

Die vorgenannten Ursachen haben in 66 Fällen zu Kabelbeschädigungen geführt. Davon sind 9 auf Minenexplosionen, 6 auf Bombeneinschläge, 11 auf Geschosse von Handfeuerwaffen, 32 auf Steinsprengungen und 8 auf Feuerwirkung zurückzuführen.

Die Leser dürften sich zum Beispiel noch an die schwere Minenexplosion erinnern, die sich am 25. September 1941 in Veytaux-Chillon ereignete. Dagegen dürfte weniger bekannt sein, dass dabei vier Fernkabel und ein Teilnehmerkabel gesprengt und zerrissen wurden. Die Instandstellungskosten, der Ge-

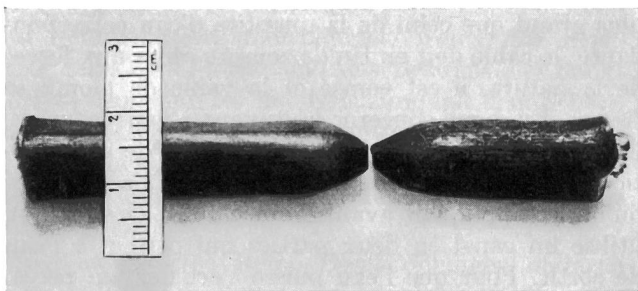


Fig. 13. Durch Eisbildung vollständig entzweigdrücktes Kabel 5×2  
Câble 5×2 complètement sectionné par la congélation de l'eau

Quelques figures illustreront encore mieux qu'une simple description l'effet de la congélation de l'eau. La figure 11 montre une partie de la gaine de plomb du câble 162×2 du Gothard qui passait sur le pont de la Reuss à Erstfeld.

En l'année 1935, l'espace vide du canal protecteur en fers zorès n° 4 dans lequel était placé le câble se remplit d'eau. Comme le câble occupait à peu près entièrement le canal, il n'a pu que très peu se déplacer au cours de la congélation de l'eau. C'est ainsi que, sur un assez long parcours, la gaine de plomb fut tellement comprimée à des distances d'environ 15 cm les unes des autres, qu'il se forma des creux ovales d'environ 7 cm de longueur, 4 cm de largeur et 2 cm de profondeur. Ces déformations produisirent des fissures qui provoquèrent des dérangements d'exploitation. On remplaça le canal par le profil plus grand n° 8, auquel on donna en même temps suffisamment d'inclinaison pour que l'eau puisse s'écouler. La figure 12 concerne un cas à La Chaux-de-Fonds, où un câble à 11×2 conducteurs placé en 1900 dans un tuyau à gaz de 1¼" fut complètement écrasé par la glace. Ce tuyau se trouvait dans un enfoncement; du fait de fortes chutes de pluie, les espaces vides du tuyau se remplirent d'eau qui se congela.

La figure 13 représente un câble 5×2 qui, en 1946, fut détérioré à Evolène à l'époque des grands froids. La pression exercée par la glace fut si forte qu'elle sectionna le câble. L'endroit du dommage se trouvait situé au point de transition du canal en fers zorès et du coude du tuyau à gaz qui conduisait le câble à l'armoire à protections d'un poteau-colonne.

##### 5. Les explosions, les projectiles, la dynamite et le feu

ont été les causes de détériorations de câbles dans 66 cas. Il s'agit dans 9 cas d'explosions de mines, dans 6 cas d'éclats de bombes, dans 11 cas de projectiles provenant d'armes à feu, dans 32 cas d'éclats de pierres que l'on fit sauter à la dynamite et dans 8 cas de l'effet du feu.

Le lecteur se souvient peut-être de la formidable explosion de mine qui se produisit le 25 septembre 1941 à Veytaux-Chillon. Ce qui est moins connu, c'est que par cette explosion quatre câbles interurbains et un câble d'abonnés furent complètement

sprächsausfall von 225 Leitungen während eines Tages nicht eingerechnet, beliefen sich auf über Fr. 30 000.—. Es handelt sich um den grössten Kabelschaden, der in zwanzig Jahren verursacht wurde.

Für die Ausführung der Druckprobe an einer in eine Rohrleitung eingelegten und neu eingespleissten Länge des Fernkabels 101×2 Bern—Thun stand eine Druckluftflasche zur Verfügung, die nach Anschrift komprimierte Luft enthielt. Nach vollzogener Probe wurde der Druck abgelassen. Als jedoch der Spleisser dazu überging, das zur Vornahme der Druckprobe neben der Muffe in den Bleimantel gebohrte Loch zu verlöten, da schlug ihm beim Nähern mit der brennenden Lötlampe eine Stichflamme aus der Bleimantelöffnung entgegen. Ein Ersticken des Feuers mit Putzfäden oder -lappen war unmöglich, auch konnte das Kabel seines grossen Durchmessers und der starken Armatur wegen nicht sofort abgeschnitten werden. Nach dem Erlöschen der Stichflamme war die Muffe durch die Erhitzung aufgetrieben. Die Untersuchung ergab, dass das Isolierpapier beidseitig der Muffe auf grössere Entfernungen verkohlt und die Adern blank waren. Das Kabel musste teilweise ersetzt werden.

Die chemische Untersuchung des Flascheninhalts zeigte, dass dieser grösstenteils aus Sauerstoff bestand. Damit war auch das Entstehen der Stichflamme erklärt, die eine Folge der hohen Temperatur und des grossen Sauerstoffüberschusses war. Die betreffende Stahlflasche war kurze Zeit vor diesem Vorfall repariert worden und gelangte mit der Aufschrift «Komprimierte Luft» an die Verwaltung zurück. Der Sauerstoff muss also durch ein Versehen an Stelle von komprimierter Luft in die Flasche gelangt sein.

Dieses Vorkommnis, das allerdings nicht dem PTT-Personal zur Last fällt, mag erneut zeigen, welche Folgen aus Unachtsamkeit entstehen. Im vorliegenden Falle hätte leicht ein grösseres Unglück verursacht werden können.

Verglichen mit dem masslosen Zerstörungswerk, mit dem die Kriegsfurie unsere Nachbarländer heimsuchte, sind die vom schweizerischen Kabelnetz erlittenen Bombardierungsschäden allerdings bescheiden. Der erste Schaden dieser Art wurde am Bezirkskabel Kreuzlingen—Ermatingen verursacht, das in der Morgenfrühe des 5. Juni 1940 durch eine Bombenexplosion aus einer Spleissmuffe gerissen und an den Rand eines Einschlagtrichters von 9,5 m Durchmesser und 6 m Tiefe geschleudert wurde. Das Kabeltrasse führte direkt über das Zentrum des Trichters. Am 1. Oktober 1943 hat die neben dem Plantahaus in Samedan stehende Kabelsäule durch Bombenabwurf Schaden gelitten. Der tragische Angriff amerikanischer Bomber auf Schaffhausen, dem viele Menschenleben zum Opfer fielen, hat unter den Sachwerten auch vier Teilnehmerkabel mehr oder weniger havariert. Eine Bombe fiel auf das Bezirkskabel Schaffhausen—Diessenhofen, das durch die Explosionswirkung zerrissen wurde.

détruits. Les frais de réparation — compte non tenu du manque à gagner dû aux pertes de conversations, estimé au montant de 1800 fr. et résultant de l'interruption de 225 circuits pendant toute une journée — se montèrent à plus de 30 000 fr. Il s'agit là du plus gros dommage causé à nos câbles pendant cette période de 20 ans.

Pour effectuer l'essai de pression du câble interurbain 101×2 Berne—Thoune qui avait été transféré dans une nouvelle canalisation en tuyaux, on avait préparé une bouteille à air comprimé dont le contenu, selon l'inscription qui y était collée, devait être de l'air comprimé. Après l'essai, la pression fut enlevée. Mais, lorsque l'épisseur voulut souder le trou de la gaine de plomb qui y avait été foré pour l'essai de pression, une flamme s'alluma vers le trou de la gaine à l'approche de la lampe à souder. On ne put étouffer le feu au moyen de déchets de coton et de chiffons. Du fait de son gros diamètre et de l'armure, il ne fut pas possible non plus de sectionner immédiatement un bout du câble à cause de son gros diamètre et de la forte armure. Lorsque la flamme s'éteignit, le manchon était boursoufflé par l'effet de la chaleur. Des deux côtés du manchon, le papier isolant s'était carbonisé et les conducteurs étaient dénudés. On fut obligé de remplacer une partie des câbles.

L'examen chimique du contenu de la bouteille en acier eut pour résultat que celle-ci contenait en majeure partie de l'oxygène, ce qui explique qu'une flamme se soit allumée au contact de celle de la lampe à souder. Peu de temps auparavant, la bouteille en question avait été réparée, et notre Administration la reçut en retour avec l'inscription «Air comprimé». C'est certainement par mégarde que la bouteille fut remplie d'oxygène au lieu d'air comprimé. Cet événement non imputable au personnel PTT montre une fois de plus les suites pouvant résulter d'un moment d'inattention; il aurait d'ailleurs pu avoir des conséquences beaucoup plus graves.

Que sont les dommages par des bombardements que nous mentionnons ci-après comparativement aux destructions inouïes dues à la guerre qui a si terriblement sévi dans nos pays limitrophes? La première victime, dans nos installations, fut le câble rural Kreuzlingen—Ermatingen qui, à l'aube du 5 juin 1940, fut arraché d'un manchon d'épissure par l'effet de l'explosion d'une bombe, et projeté au bord du cratère de 9,5 m de diamètre et de 6 m de profondeur. Le tracé passait directement par le centre du cratère. Le 1<sup>er</sup> octobre 1943, le pylône situé à proximité de la maison Planta à Samedan fut également endommagé par une bombe. L'attaque tragique de la ville de Schaffhouse par des bombardiers américains causa, en plus de la mort de plusieurs personnes, entre autres dommages celui de quatre câbles d'abonnés, ainsi que la détérioration du câble rural Schaffhouse—Diessenhofen.

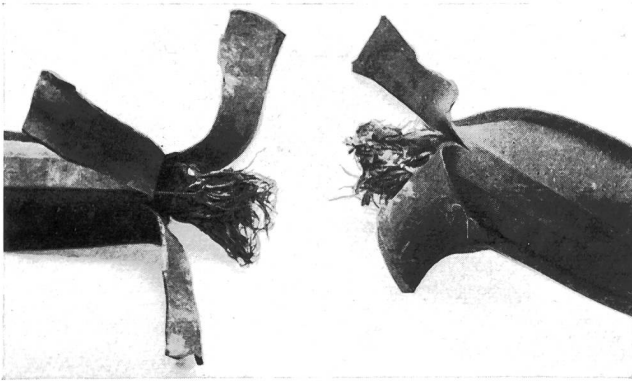


Fig. 14. Kabelenden eines durch eine Bombenexplosion zerrissenen Kabels in einem Zoreskanal Nr. 4  
Extrémités d'un câble logé dans un canal zorès n° 4 et détérioré par l'explosion d'une bombe

Leichte Beschädigungen erlitten am 27. September 1944 das Fernkabel  $63 \times 2$  Frauenfeld—Romanshorn—St. Gallen und ein Teilnehmerkabel  $80 \times 2$ , die beide in einem Zoreskanal Nr. 8 an der eisernen Strassenbrücke bei Pfyen über die Thur führen. Bombensplitter rissen den Kanal auf und verbeulten die Kabel.

Geschossen verschiedener Art, wie Schrottschüssen, Gewehr-, Maschinengewehr- und Revolverkugeln, waren vor allem die Luftkabel ausgesetzt. Die Figur 15 zeigt die Wirkung eines Schrottschusses im Bleimantel eines 40paarigen Luftkabels. An zwei Stellen war der Bleimantel durchgeschlagen.

Bei Felssprengungen sind, wie bereits erwähnt, 32 Schäden verursacht worden, die durch angemessene Vorsichtsmassnahmen wohl in den meisten Fällen hätten vermieden werden können. Ein unerwarteter Schaden ereignete sich an der Strasse Compesières—Croix-de-Rozon im Kanton Genf. Zwei Männer bedienen sich explosiver Stoffe zur Sprengung von Baumstrünken. Vier Strünke konnten auf diese Weise ohne irgendwelche Unzukömmlichkeiten gewonnen werden. Für den fünften Baumstrunk, der grösser war und zäher zu sein schien, wurde eine stärkere Ladung verwendet. Die Explosion war unerwartet stark. Ein abgesprengtes Stück traf dabei ein in einer Entfernung von 10 m vorbeiführendes Luftkabel, das infolge der Erschütterung auf einer Länge von 700 m auf den Boden fiel. Die Verantwortlichen hatten für den Schaden aufzukommen und wurden ausserdem wegen unerlaubter Verwendung von Explosivstoffen gebüsst.

#### 6. Verschiedene und unbekannte Ursachen

In dieser Rubrik wurden 201 Schadenfälle registriert, deren wesentliche Ursachen nachstehend kurz erwähnt werden.

Auf die Zersetzung der Isoliermasse in sogenannten *Naßpleissungen*, wie solche vor 1920 noch ausgeführt wurden, sind 55 Störungen zurückzuführen. Die Zahl dieser *Naßpleissungen* ist heute nicht mehr gross,

Des dommages légers furent causés les 27 septembre 1944 au câble interurbain  $63 \times 2$  Frauenfeld—Romanshorn—St-Gall et à un câble d'abonnés de  $80 \times 2$  conducteurs qui, les deux, traversent la Thur dans un canal zorès placé sur le pont en fer près de Pfyen. Quelques éclats de bombes ouvrirent le canal et bosselèrent les câbles.

Les câbles aériens sont exposés aux projectiles de toutes sortes (grenaille balles de fusils, de revolvers, de mitrailleuses, etc.). Nous montrons à la figure 16 l'effet d'un coup de grenaille dans la gaine de plomb d'un câble aérien à 40 paires de conducteurs. En deux endroits le plomb était complètement percé.

Comme nous l'avons déjà dit plus haut, 32 dommages sont dus à l'explosion de mines. Si les précautions nécessaires avaient été prises, la plupart de ces dommages auraient pu être évités. Un dommage peu commun se produisit au bord de la route Compesières—Croix-de-Rozon dans le canton de Genève, où deux hommes se servirent d'explosifs pour faire sauter des troncs d'arbres. Quatre troncs avaient déjà été traités par ce moyen sans inconvénients. Pour le cinquième, qui était plus gros et paraissait être plus dur, les hommes employèrent une plus forte charge. L'explosion fut de beaucoup plus violente qu'ils ne s'y attendaient. Un morceau du tronc atteignit un câble aérien situé à une distance de 10 m et provoqua sa chute, du fait des secousses qu'il subit, sur une longueur de 700 m. Les auteurs responsables durent payer les dégâts ainsi qu'une amende pour emploi illicite d'explosifs.

#### 6. Causes diverses et inconnues

Dans cette rubrique, 201 endommagements sont enregistrés. Ci-après nous mentionnons les cas principaux.

Dans 55 cas, il s'agissait de la décomposition de la masse isolante dans des *épaisures* dites «*humides*», telles qu'on les confectionnait encore avant 1920. Le nombre de ces *épaisures* n'est plus très important aujourd'hui, car une grande partie ont été remplacées au cours des années par des *épaisures* «*sèches*».

*Des actes de malveillance et de négligence* ont été la cause de détériorations dans huit cas.

Par des effets de *torsion* d'armures insuffisamment attachées aux extrémités des câbles, des gaines de plomb furent tordues à tel point qu'il en résulta des fissures et des étranglements.



Fig. 15. Durch einen Schrottschuss beschädigter Bleimantel eines Luftkabels  
Gaine de plomb d'un câble aérien endommagée par la grenaille

denn viele derselben sind im Laufe der Jahre durch Trockenspleissungen ersetzt worden.

*Böswillige und grobfahrlässige Handlungen* waren in acht Fällen die Ursache von Beschädigungen.

Durch die *Torsion* von Armaturen, die an den Enden der Kabel ungenügend abgebunden waren und infolge von Spannungen im Material die Tendenz hatten, sich zu öffnen, wurden an einigen Kabeln die Bleimäntel so stark verdreht, dass Risse und Würstelstellen entstanden.

*Wandernde Kabel*<sup>5)</sup> konnten in den Rohrleitungen Bern—Olten und St. Gallen—Frauenfeld festgestellt werden. An Stellen mit schlechtem Untergrund übertrugen sich die durch den Fahrverkehr verursachten Erschütterungen wellenartig auf die Kabel und bewegten diese in der Fahrrichtung, zum Teil sogar bergwärts. Es wurden Verschiebungen bis zu 15 cm jährlich ermittelt. Während sich die Reservebogen im einen Kabelschacht allmählich streckten, bis sich an den Muffen Risse bildeten, stauten sich die verschobenen Längen im anderen Schacht zusammen. Durch Festbinden der Kabel mit Hilfe von Stahlseilen und Kabeleinzugstrümpfen (zylinderförmige Drahtgeflechte, die fest über die Kabel gezogen werden) gelang es, dem Wandern Einhalt zu gebieten.

Endlich sei noch erwähnt, dass infolge der Erdbeben im Jahre 1946, die sich hauptsächlich im Wallis auswirkten, die Bezirkskabel Leukerbad—Inden und Sierre—Montana durch die Erdbewegungen Schädigungen erlitten.

Beim Vergleichen unserer Beobachtungen mit den im Ausland gemachten Erfahrungen sind wir, soweit uns die Literatur zur Verfügung stand, auf wenigstens gestossen, das uns in der angestrebten Auswertung der Fehler dienlich sein könnte. Auf eine Schadenart, die wir im schweizerischen Kabelnetz glücklicherweise nicht kennen, sei kurz hingewiesen, *die Beschädigung von Luftkabeln durch Insekten*. Eine sehr interessante zusammenfassende Arbeit über diese Schadenart veröffentlichte seinerzeit der Entomologe Dr. Walter Horn<sup>6)</sup>, auf die der Vollständigkeit halber hingewiesen sei. Da sich Luftkabel als dauernde Anlagen in unserem gebirgigen Gelände nicht besonders eignen und ihr Bestand nicht mehr beträchtlich ist, so brauchen wir nicht zu befürchten, dass unsere Anlagen ähnlichen Schädigungen ausgesetzt sein könnten.

Die vorliegenden statistischen Angaben, die Beschreibung von Einzelfällen und die gruppenweise Beurteilung der Fehlerursachen mögen dem Leser gezeigt haben, welche Bedeutung einer möglichst lückenlosen Statistik beizumessen ist.

(Fortsetzung folgt.)

R. Gertsch

<sup>5)</sup> Siehe Techn. Mitt. PTT 1936, Nr. 3, S. 119.

<sup>6)</sup> Über Insekten, die Bleimäntel von Luftkabeln durchbohren. Archiv für Post und Telegraphie 1933, Heft 7, S. 165...190.

Le fait que des *câbles voyagent*<sup>5)</sup> a été constaté dans les canalisations en tuyaux Berne—Olten et St-Gall—Frauenfeld. En certains endroits, où le sous-sol était de mauvaise constitution, les trépidations provoquées par le trafic routier se transmettaient par ondulations aux câbles et les mettaient de ce fait en mouvement dans le sens du trafic, parfois même en direction amont. On constata des déplacements de 15 cm par an. Tandis que, dans une chambre, les câbles recourbés s'étiraient petit à petit au point de provoquer des fissures aux manchons de plomb, dans la chambre suivante ils se redressaient. On remédia à ce vagabondage en attachant les câbles au moyen de manchons à mailles et de cordes de fils d'acier.

Il y aurait encore à mentionner les tremblements de terre de 1946 qui provoquèrent des mouvements de terrain et, de ce fait, l'endommagement des câbles ruraux Loèche-les-Bains—Inden et Sierre—Montana.

Dans l'intention de comparer nos observations avec les expériences faites dans ce domaine à l'étranger, nous avons procédé à des recherches dans la littérature qui se trouve à notre disposition. Nous n'y avons trouvé que peu de faits rentrant dans le cadre de la présente statistique et qui auraient pu nous être d'une certaine utilité dans l'approfondissement des questions touchant les dommages auxquels sont exposés les câbles téléphoniques. Néanmoins quelques publications mentionnent un genre de dommage spécial que nous ne connaissons heureusement pas dans le réseau des câbles téléphoniques suisses, mais qui pourrait tout de même intéresser le lecteur. Il s'agit de *la détérioration de câbles par des insectes*. L'entomologiste Dr Walter Horn expose ces cas dans un résumé qui a paru dans le périodique «Archiv für Post und Telegraphie»<sup>6)</sup>. Vu que les câbles aériens ne conviennent pas, dans nos régions montagneuses, comme installations permanentes et qu'ils ne sont, de ce fait, plus très nombreux, nous ne devons pas craindre que tôt ou tard nos installations subissent des dommages de ce genre.

Le présent exposé de statistique, la description de certains cas et l'explication, par groupes, des causes des défauts montrent l'importance que l'on doit attacher à une statistique établie si possible sans lacunes.

(à suivre)

R. Gertsch

<sup>5)</sup> Voir Bull. techn. PTT 1936, n° 3, page 119.

<sup>6)</sup> Archiv für Post und Telegraphie, année 1933, page 165, «Ueber Insekten, die Bleimäntel von Luftkabeln durchbohren».