

<b>Zeitschrift:</b>	Technische Mitteilungen / Schweizerische Telegraphen- und Telephonverwaltung = Bulletin technique / Administration des télégraphes et des téléphones suisses = Bollettino tecnico / Amministrazione dei telegrafi e dei telefoni svizzeri
<b>Herausgeber:</b>	Schweizerische Telegraphen- und Telephonverwaltung
<b>Band:</b>	16 (1938)
<b>Heft:</b>	3
<b>Artikel:</b>	Die Störung des Radio-Empfangs durch elektrische Bahnen und ihre Bekämpfung = Les perturbations des auditions radiophoniques causées par les chemins de fer électriques, et les moyens de les combattre
<b>Autor:</b>	Trechsel, E.
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-873356">https://doi.org/10.5169/seals-873356</a>

### 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:** 14.01.2026

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

# Technische Mitteilungen

Herausgegeben von der schweiz. Telegraphen- und Telephon-Verwaltung

## Bulletin Technique

Publié par l'Administration des  
Télégraphes et des Téléphones suisses



## Bollettino Tecnico

Pubblicato dall' Amministrazione  
dei Telegrafi e dei Telefoni svizzeri

**Inhalt — Sommaire — Sommario:** Die Störung des Radio-Empfangs durch elektrische Bahnen und ihre Bekämpfung. Les perturbations des auditions radiophoniques causées par les chemins de fer électriques, et les moyens de les combattre. — Dämpfungsbestimmung von Hochfrequenzkabeln durch Messung der Spannungsüberhöhung im Resonanzzustand. — Geräuschdämpfung in Betriebsräumen. Amortissement du bruit dans les locaux de service. — Die Ergebnisse der Weltkonferenz für das Fernmeldewesen in Kairo 1938. Le bilan de la Conférence internationale des télécommunications, Le Caire 1938. — Verschiedenes. Divers: L'industrie téléphonique suisse à l'honneur. — Der Telegraph im Geschäftsjahr 1937. — Drahtverbindung New York—Paris über Sibirien. — Urwald-Telegraphie — Il cavo telefonico Sicilia—Tripoli. — Le développement de la radiodiffusion en 1937. — Recettes budgétaires de l'Administration française des P.T.T. durant l'année civile 1937. — A quelle heure les auditeurs cessent-ils d'écouter? — Guérir les rhumes par les ondes courtes. — Die Schweizerische Landesausstellung 1939 in Zürich. — Redaktors-Betrachtung über das Gleichgewicht. — Mitteilung der Redaktion. Communiqué de la rédaction. — Comunicato della redazione. — Personalnachrichten. Personnel. Personale.

### Die Störung des Radio-Empfangs durch elektrische Bahnen und ihre Bekämpfung.

Von E. Trechsel, Bern. 621.396.823.

Im vorliegenden Aufsatz werden die Massnahmen zur Bekämpfung der von elektrischen Bahnen verursachten Radio-Empfangsstörungen besprochen. Es wird dabei insbesondere auf folgende Wahrnehmungen hingewiesen: Zur Beseitigung der erwähnten Störungen muss in erster Linie die Herstellung und Aufrechterhaltung eines stetigen Wanderkontakte zwischen dem Stromabnehmer der Fahrzeuge und dem Fahrdraht angestrebt werden, was in zuverlässigster Weise durch Verwendung von Pantographen-Stromabnehmern mit Kohlenschleifstück erreicht wird. Da aber die abwechslungsweise Befahrung einer Bahnstrecke mit störenden und entstörten Motorfahrzeugen weder eine Politur der Fahrleitung entstehen lässt, noch überhaupt befriedigende Verhältnisse für den Bahnbetrieb ergibt, so muss die Entstörung einzelner Fahrzeuge oder einzelner Teilstrecken, oder die Beschränkung der Entstörung auf gewisse Tageszeiten, als erfolglos abgelehnt werden. Dies bedingt, dass stets alle auf einer Bahnstrecke verkehrenden Motorfahrzeuge gleichzeitig entstört werden müssen, was sehr beträchtliche Mittel erfordert. Die heutige Wirtschaftslage erschwert deshalb die Finanzierung dieser Massnahmen ausserordentlich, so dass die Entstörung vieler Bahnen daran scheitert. Daraus ergibt sich eine bedauerliche, aber unvermeidliche Verzögerung der Bahnentstörung, der nur durch verständnisvolle Zusammenarbeit aller beteiligten Kreise wirksam begegnet werden kann.

Es ist in Kreisen der Radiohörer kein Geheimnis, dass der Radioempfang in sehr erheblicher Weise durch elektrische Bahnen gestört wird, und deshalb ist der Ruf nach Beseitigung dieser Störungen durchaus verständlich. Man findet den Fortschritt der Bahnentstörung ungenügend und beanstandet, dass für die Entstörung von allerlei Haushaltungsgeräten und Industriemaschinen grosse Anstrengungen gemacht werden, während die Hauptstörer — die elektrischen Bahnen — ungehindert ganze Landesgegenden verseuchen und den Radioempfang bis zur Ungenügsbarkeit verunstalten dürfen. Solchen

### Les perturbations des auditions radio-phoniques causées par les chemins de fer électriques, et les moyens de les combattre.

Par E. Trechsel, Berne. 621.396.823

Dans cet article, l'auteur indique les mesures à réaliser pour combattre les perturbations radiophoniques produites par les chemins de fer électriques. Il y a lieu d'observer notamment les considérations suivantes: Pour supprimer les perturbations dont il s'agit, on doit s'efforcer d'établir et de maintenir entre la prise de courant des voitures et le fil aérien un contact glissant permanent, qui peut être obtenu par l'emploi de prises de courant en forme de pantographe munies de frotteurs en charbon. Comme le trafic alterné de voitures perturbatrices et de voitures déparasitées ne permet ni de réaliser le polissage du fil de contact, ni de créer des conditions satisfaisantes pour le trafic ferroviaire lui-même, on ne peut pas se contenter de déparasiter seulement certaines voitures ou certains trajets, ou de limiter le déparasitage à certaines heures du jour. Il s'agit donc de déparasiter simultanément toutes les voitures circulant sur la ligne envisagée, ce qui nécessite des fonds considérables. Or, dans les temps de crise que nous traversons, il est difficile de réunir les fonds nécessaires en vue de réaliser ces mesures, et c'est la raison pour laquelle les projets de déparasitage d'un grand nombre de chemins de fer échouent. Il en résulte un ralentissement regrettable, mais inévitable, du déparasitage des chemins de fer, auquel on ne pourra remédier que par une coopération intelligente de tous les milieux intéressés.

Les auditeurs des émissions radiophoniques n'ignorent pas que la réception est considérablement troublée par les chemins de fer électriques; il est donc très compréhensible qu'on exige impérieusement la suppression de ces dérangements. On trouve même que le déparasitage des chemins de fer ne progresse pas assez vite, et on critique, d'autre part, que de gros efforts sont entrepris en vue de supprimer les effets perturbateurs des appareils électriques de ménage et des machines industrielles, tandis qu'on tolère les dérangements causés par les perturbateurs principaux — les chemins de fer électriques — qui infectent des régions entières et déforment les audi-

Beschwerden kann, vom Standpunkt der Radiohörer betrachtet, eine gewisse Berechtigung nicht abgesprochen werden, denn die Reklamanten wissen oft nicht, welche Schwierigkeiten technischer und wirtschaftlicher Natur der beschleunigten Bahnentstörung im Wege stehen. Darum ist es vielleicht nicht überflüssig, an dieser Stelle einmal über die Massnahmen zum Schutz des Radioempfangs gegen die Störungen durch elektrische Bahnen zu sprechen. Bevor wir aber auf diese Besprechung eintreten, möchten wir einige kritische Einwendungen erörtern, die in letzter Zeit die öffentliche Presse beschäftigt haben.

Vorerst sei uns gestattet, den Vorwurf zu entkräften, dass in der Schweiz zur Entstörung von Bahnen noch nichts geschehen sei. Trotz den ange deuteten Schwierigkeiten gelang es im Laufe der letzten Jahre, die Entstörung der städtischen Strassenbahnnetze Basel, Bern, Biel, Genf und St. Gallen (Teufenerstrasse) sowie diejenige der Vereinigten Bern-Worb-Bahnen, der Bern-Solothurn-Bahn, der Birseck-Bahn, der Säntisbahn (Appenzell-Wasserauen), der Appenzellerbahn und der Sihltalbahn tatsächlich durchzuführen oder in Angriff zu nehmen. Die hierzu aufgewendete Kostensumme von total ca. 450 000 Fr. konnte aufgebracht werden, indem die Telegraphen- und Telephonverwaltung vorweg  $\frac{1}{3}$  übernahm und der verbleibende Restbetrag teilweise durch die betreffenden Bahnunternehmungen zur Verfügung gestellt, teilweise aber durch Inanspruchnahme von Notstandsbeiträgen von Bund, Kantonen und Gemeinden oder durch freiwillige Geldsammlungen der Radio-Interessenten finanziert wurde.

Wenn die Entstörung der beschriebenen 11 Bahn anlagen schon nahezu eine halbe Million Franken verschlungen hat, so gibt diese Zahl einen Maßstab für die Höhe der zur Entstörung des ganzen schweizerischen Eisenbahnnetzes nötigen Summe. Da die Mehrzahl der Privatbahnen sich aber zur Zeit in schwerer finanzieller Bedrängnis befindet; sind leider viele von ihnen — bei allem guten Willen — ausser stande, sich an der Aufbringung der Entstörungskosten angemessen zu beteiligen.

Es wird diesen finanziellen Schwierigkeiten oft entgegengehalten, dass mit bescheidenen Kosten ein ziemlich befriedigender Zustand geschaffen werden könnte, wenn vorläufig einzelne Bahnstrecken oder wenigstens die in der Haupt-Emissionszeit verkehrenden Bahnzüge entstört würden. Eine solche Teilentstörung ist, wie wir weiter unten noch sehen werden, aus technischen Gründen nicht möglich.

Eine weitere Beanstandung betrifft die eingeleitete *Entstörung von Haushaltungsgeräten und Industriemaschinen*, die man nicht für gerechtfertigt hält, solange die Entstörung der Bahnen zum Teil noch zurückgestellt werden muss. Eine solche Zurückhaltung wäre widersinnig, denn die Entstörung der Geräte bedingt einen verhältnismässig geringen Kostenaufwand und ergibt doch für zahlreiche Hörer eine nennenswerte Verbesserung des Empfangs. Es ist deshalb sicher eine vernünftige Taktik, wenigstens dort, wo Elektrizitätswerke, Gerätbesitzer und Radiohörer sich zur Zusammenarbeit die Hand rei-

tions radiophoniques au point de les rendre insupportables. On ne peut contester le bien-fondé de telles plaintes, formulées par des auditeurs qui ne se rendent pas compte des difficultés d'ordre technique et économique s'opposant au déparasitage accéléré des chemins de fer. Il ne sera donc pas inutile d'examiner ici les mesures susceptibles de protéger les auditions radiophoniques contre les perturbations causées par les chemins de fer. Mais avant de nous étendre sur ce sujet, nous répondrons à certaines critiques qui, ces derniers temps, ont paru dans la presse.

Qu'il nous soit permis, avant tout, de réfuter le reproche qu'en Suisse rien n'aurait été fait jusqu'à ce jour en matière de déparasitage des chemins de fer électriques. Malgré les difficultés relatées ci-dessus, il a été possible de supprimer dans le courant des dernières années les perturbations provoquées par les réseaux de tramways de Bâle, Berne, Biel, Genève et St-Gall (Teufenerstrasse), ainsi que celles dues aux chemins de fer Berne-Worb, Berne-Soleure, de Birseck, d'Appenzell, Appenzell-Wasserauen (Säntis) et du Sihltal, ou tout au moins de commencer les travaux envisagés pour leur suppression. Le montant des frais, qui se chiffrent à environ 450 000 francs, a pu être réuni grâce au fait que l'Administration des télégraphes et des téléphones a pris un tiers des dépenses à sa charge et que le reste a été couvert en partie par les entreprises de chemins de fer mêmes et en partie par les fonds de chômage de la Confédération, des cantons et des communes, ou par les collectes faites dans les milieux intéressés à la radio.

La somme de près d'un demi-million de francs, engloutie par le déparasitage des 11 réseaux de chemins de fer mentionnés ci-dessus, donne une idée des frais que nécessite le déparasitage de tout le réseau des chemins de fer suisses. Comme la plupart des chemins de fer privés se trouvent en pleine période de difficultés financières, il leur est impossible, malgré toute leur bonne volonté, de participer dans une mesure suffisante aux frais de déparasitage.

Dans cet ordre d'idées, on objecte souvent qu'avec des frais modestes on pourrait réaliser un état relativement satisfaisant, par exemple en ne déparasitant d'abord que certains trajets des lignes de chemins de fer, ou, pour le moins, les trains qui circulent pendant les heures des émissions radiophoniques principales. Comme nous le verrons plus loin, il n'est pas possible de ne procéder qu'à un déparasitage partiel.

Un autre genre de réclamation concerne *les démarques entreprises pour le déparasitage des appareils électriques de ménage et des machines industrielles*; on trouve qu'elles ne sont pas justifiées aussi longtemps que l'on est obligé de renvoyer à plus tard une partie du déparasitage des chemins de fer. Une telle retenue équivaudrait à un non-sens, car les appareils en cause peuvent être déparasités à peu de frais, et il en résulte tout de même une sensible amélioration des auditions radiophoniques pour un grand nombre d'auditeurs. La tactique adoptée pour activer autant que possible le déparasitage est certainement juste, surtout si les entreprises électriques, les usagers d'appareils électriques et les auditeurs d'émissions radiophoniques s'entendent

chen, jede im Rahmen der Möglichkeit liegende Entstörungsarbeit zu fördern. Selbstverständlich werden dabei, soweit technisch und wirtschaftlich zweckmäßig, auch auf Seiten der Radioempfangseinrichtungen geeignete Störschutzmassnahmen getroffen. In diesem Sinne wird es in weiten Kreisen begrüßt, dass die Vereinigung „Pro Radio“ zur Durchführung von Entstörungsaktionen überall dort bereit ist, wo eine solche seitens der Ortsbehörden, Elektrizitätswerke und Radiointeressenten gewünscht wird. Die Ueberzeugung, dass dieses Vorgehen im gemeinsamen Interesse der Elektrizitätswerke, Gerätbesitzer, Radiohörer und Installationsfirmen liegt, gelangt in stets wachsendem Masse zum Durchbruch. Die Geräteentstörung bringt willkommene Beschäftigung für das Installationsgewerbe, für den Gerätbesitzer eine erwünschte Gelegenheit zur Instandstellung seiner Apparate und für das energieliefernde Elektrizitätswerk die Aussicht auf einen neuen Aufschwung des Radiogeschäfts, der ihm erfreulichen Zuwachs des Energiekonsums verschafft. Bereits liegen Messungen vor, nach denen jedes angeschlossene Radioempfangsgerät einen durchschnittlichen jährlichen Konsum von zirka 60 kWh aufweist, was ja einem Jahreskonsum von zirka 30 Millionen kWh für die Gesamtzahl der in der Schweiz angeschlossenen Geräte entsprechen würde, ohne Anrechnung des Mehrverbrauchs für verlängerte Dauer der Beleuchtung in der Wohnung der Hörerfamilie. Daraus ergibt sich wohl deutlich genug, dass die Elektrizitätswerke am Radiogeschäft und an der Geräteentstörung alles Interesse haben.

Wir kehren nun zum technischen Problem der Bahnentstörung zurück und werden auch die Frage beantworten, aus welchen Gründen die Entstörung einzelner Bahnteilstrecken oder einzelner Fahrzeuge praktisch nicht in Betracht kommen kann. Zu diesem Zwecke werden wir vorerst die Störungsursachen und die physikalischen Grundlagen der Störungsbekämpfung kurz erörtern.

*Die Entstehung der Radio-Empfangsstörungen durch elektrische Bahnen* ist bekanntlich zur Hauptsache auf die von Funkenbildung begleiteten Stromunterbrechungen des Wanderkontakte zwischen Fahrdräht und Stromabnehmer des Fahrzeuges zurückzuführen. Diese Stromunterbrechungen erzeugen Hochfrequenzwellen, die sich durch den Raum oder längs Leitungen ausbreiten und in ziemlich weitem Umkreis den Radioempfang zu stören vermögen, indem sie das als „Bahnstörung“ typische Knattern und Krachen erzeugen. Als Unregelmässigkeiten, die zu solchen Stromunterbrechungen Anlass geben, sind beispielsweise schroffe Änderungen in der Höhenlage des Fahrdrähtes, unelastische Fahrdrähtaufhängung, vorstehende Klemmen, Massenanhäufung am Draht sowie Unebenheiten und Rauheiten der Kontaktfläche zu betrachten, d. h. alle Unstetigkeiten, denen gewisse Stromabnehmer, ihrer Massenträgheit wegen, nicht ohne Kontaktunterbrechungen folgen vermögen. Ausser diesen sogenannten „Bügelstörungen“ kommen auch Störungen durch Hochfrequenzwellen vor, die durch Bahnmotoren oder Schaltvorgänge der Kontroller hervorgerufen werden. Diese „Motorenstörungen“ sind aber meist von untergeordneter Bedeutung und nach Art oder

mutuellement à ce sujet. Il est clair qu'en ce faisant, on ne doit pas négliger les mesures de protection à appliquer aux installations de réception elles-mêmes, en tant qu'elles s'avèrent opportunes au double point de vue technique et économique. C'est dans ce sens que des milieux étendus reconnaissent les efforts de l'institution „Pro Radio“, qui déploie son activité en matière de déparasitage partout où les autorités locales, les entreprises électriques et les personnes intéressées à la radio font appel à ses services. On est de plus en plus convaincu que cette manière de procéder présente des avantages aussi bien pour les entreprises électriques et les installateurs, que pour les propriétaires d'appareils électriques et les auditeurs de la radio. Le déparasitage des appareils électriques procure aux installateurs une occupation bienvenue, aux propriétaires de ces appareils une bonne occasion de les faire reviser, et aux entreprises électriques fournissant le courant la perspective d'un nouvel essor de l'industrie radioélectrique et, partant, une consommation de courant plus intense. Car, suivant certaines mesures, chaque appareil de réception consomme en moyenne 60 kWh par an, ce qui donnerait, pour la totalité des appareils installés en Suisse, une consommation annuelle d'environ 30 millions de kWh, sans compter le courant d'éclairage employé en plus dans les appartements. Il s'ensuit donc clairement que les entreprises électriques ont tout intérêt au commerce d'appareils radiophoniques, comme au déparasitage des appareils électro-ménagers et autres.

Revenons maintenant au problème technique du déparasitage des chemins de fer. Nous allons expliquer, entre autres, pour quelles raisons il ne peut s'agir de déparasiter seulement certaines lignes ou un certain nombre de véhicules moteurs, et nous mentionnerons d'abord, en quelques mots, les causes des perturbations et les principes physiques sur lesquels se base la lutte contre les parasites.

*Les perturbations des auditions radiophoniques causées par les chemins de fer* sont dues, en majeure partie, aux interruptions de courant qui se produisent entre le fil de contact et le dispositif de prise de courant de la voiture, ces interruptions donnant naissance à des étincelles électriques. Ces dernières engendrent des ondes hertziennes qui se propagent dans l'espace ou le long des conduites, provoquant ainsi des perturbations des auditions radiophoniques dans une zone assez étendue; ces perturbations se manifestent par un bruit de friture très caractéristique. Les irrégularités qui produisent de telles interruptions sont, par exemple, les brusques changements de niveau du fil de contact, la suspension peu élastique du fil, des brides en saillie, l'augmentation de masse au fil, ainsi que les inégalités et les rugosités de la surface de contact; il s'agit donc de sinuosités que, du fait de l'inertie de la masse, certaines prises de courant ne peuvent suivre sans qu'il se produise des interruptions de courant. Outre ces perturbations dues aux prises de courant, il en est qui proviennent des moteurs et de la manutention des dispositifs de commutation des voitures. Toutefois, ces perturbations, qui dépendent beaucoup, en genre et en intensité, de la construction et de l'état des voitures, n'ont qu'une importance relative.

Intensität stark von der Konstruktion und vom Zustand der Motorfahrzeuge abhängig.

Als *Stromabnehmer* verwenden die meisten Nebenbahnen (Schmalspurbahnen, Strassenbahnen, Tramways) in der Schweiz zur Zeit noch sogenannte Lyrabügel mit Aluminiumschleifstück (Fig. 1).

Der *Lyrastromabnehmer* wird, wie Fig. 1 zeigt, auf dem Wagendach drehbar befestigt und durch eine Feder an die Fahrleitung angedrückt. Durch den langen, einseitigen Hebelarm werden die statischen und dynamischen Andrückverhältnisse dieses Stromabnehmers besonders ungünstig, indem er den beschriebenen Unregelmässigkeiten der Fahrdraht-Aufhängung nur schlecht zu folgen vermag, was sich speziell bei grösserer Fahrgeschwindigkeit bemerkbar macht. Dadurch entstehen zahlreiche Unterbrechungen des Wanderkontaktees, die störende Hochfrequenzwellen erzeugen und besonders lästig auftreten, wenn ein Strassenbahnwagen seine Fahrgeschwindigkeit ändert, wenn er eine Kurve oder eine Ausweichstelle befährt, wenn er eine mangelhafte Fahrdrahtaufhängung passiert oder wenn er auf schlecht unterhaltenem Geleise in schwankende Bewegung gerät.

Durch Verwendung des *Pantographen-Stromabnehmers* nach Fig. 2 (auch Scherenstromabnehmer genannt) können die beschriebenen Uebelstände zu einem erheblichen Teil beseitigt werden. Der „Pantograph“ ist ein auf dem Wagendach montiertes, rautenförmiges Stahlgestänge, das durch Federdruck scherenartig in die Höhe geschoben wird und infolge seiner symmetrischen Anordnung und Windverstrebung eine gewisse Stabilität besitzt. Auf dem höchsten Punkt des Gestanges ist die hochgelagerte Wippe, die das stromabnehmende Schleifstück trägt, drehbar befestigt. Die hochgelagerte, leichte Wippe mit ihrem kurzen Hebelarm ist dank geringer Massenwirkung befähigt, den Unregelmässigkeiten des Fahrdrahtes rascher zu folgen und sich bei Schwankungen des Fahrzeuges dem Fahrdraht leichter anzupassen, als dies beim Lyrabügel der Fall ist. Dadurch werden Unterbrechungen des Wanderkontaktees durch Abspringen des Schleifstückes vom Fahrdrat seltener, was gleichzeitig einen Teil der störenden Hochfrequenzwellen unterdrückt.

Die Unterdrückung der Radioempfangsstörungen ist jedoch nicht nur von der Konstruktion des Stromabnehmers abhängig, sondern auch, in erheblichem Masse, vom Material und von der Form des Schleifstückes. Die gebräuchlichsten Schleifstücke weisen folgende Eigenschaften auf:

a) Das schmale Aluminiumschleifstück, dessen praktisch punktförmige Berührung des Fahrdrähtes nur eine geringe Kontaktfläche ergibt, verursacht infolge grosser Stromdichte an der Kontaktstelle und durch Ablagerung geschmolzener Metallteile längs des Fahrdrähtes eine eigenartige Anfressung der Fahrleitung, wodurch eine rauhe, zum Teil regelmässig geriffelte Gleitfläche entsteht. Diese „Riffelung“ zeigt eine bestimmte Welligkeit, die bei verschiedenen Strecken der Fahrleitung auch verschiedenen ausgeprägt erscheint und in Fig. 3 dargestellt ist. Es ist einleuchtend, dass ein so geriffelter Fahrdrat die Entstehung von rasch aufeinanderfolgenden Stromunterbrechungen begünstigt, weil das Schleif-

La plupart des chemins de fer secondaires suisses (chemins de fer à voie étroite, chemins de fer routiers, tramways) utilisent encore la *prise de courant à archet* avec frotteur en aluminium, représentée par la figure 1.

Le dessin montre que la *prise de courant à archet* pivote sur le toit de la voiture et qu'elle s'appuie contre le fil de contact sous l'effet d'un ressort. Les conditions statiques et dynamiques d'appui du long levier unilatéral sont très défavorables, et



Fig. 1. Lyra- oder Bügel-Stromabnehmer.  
Prise de courant à archet.

l'archet ne peut suivre, surtout aux grandes vitesses, qu'imparfaitement les sinuosités du fil de contact décrites plus haut. Par conséquent, les interruptions du contact mobile qui produisent des ondes hertzien-nes sont très nombreuses, et leur effet désagréable se fait principalement sentir lorsqu'une voiture change de vitesse, ou qu'elle passe dans une courbe, sur des aiguilles ou sous une suspension défectueuse, ou encore lorsqu'elle se met à osciller sur des rails mal entretenus.

Par l'emploi de *prises de courant en forme de pantographe* selon la fig. 2, une grande partie des défauts signalés se trouvent supprimés. Le pantographe est un assemblage de tiges d'acier en forme de parallélogramme, monté sur le toit de la voiture; un ressort le fait se déployer en hauteur, et sa disposition symétrique et renforcée lui donne une certaine stabilité. Au sommet du pantographe est disposé le support mobile des frotteurs.

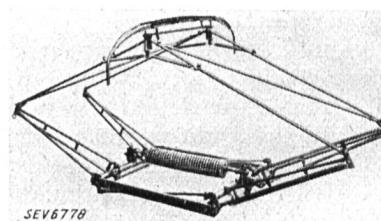


Fig. 2. Pantographen- oder Scheren-Stromabnehmer mit hochgelageter Wippe.

Prise de courant en forme de pantographe avec frotteur superposé.

Le léger support des frotteurs avec ses courts bras de leviers peut, grâce à sa masse réduite, suivre plus rapidement les sinuosités du fil de contact, et il s'adapte plus facilement au fil pendant les ballottements de la voiture que ne le fait la prise de courant en forme d'archet. Les interruptions du contact mobile provoquées par les bonds du frotteur sont ainsi moins nombreuses, ce qui diminue en proportion les perturbations à haute fréquence.

La réduction des perturbations radiophoniques dépend non seulement de la construction de la prise de courant, mais dans une forte mesure aussi du

stück bei seiner raschen Bewegung nicht Zeit hat, in die Täler der Riffeln zu gleiten, sondern sie mehr oder weniger überspringt. Deshalb ist der geriffelte Fahrdrat eine der hauptsächlichsten Quellen der Radiostörungen elektrischer Bahnen.

b) Das breite Aluminiumschleifstück unterscheidet sich vom schmalen Schleifstück dadurch, dass es am Fahrdrat plan aufliegt und deshalb nicht eine punktförmige Kontaktstelle, sondern eine Kontaktfläche ergibt, die für den Stromübergang erheblich günstiger ist und weniger zu Riffelbildung neigt. Die dauernde Befahrung des Fahrdrastes mit dem breiten Metallschleifstück hat aber doch eine ziemlich starke Abnutzung des Drahtes und überdies eine gewisse Ablagerung geschmolzener Metallteile an dessen Oberfläche zur Folge, wodurch die Gleitfläche des Fahrdrastes *aufgerauht und verkrustet* wird, was in vermehrter Weise die Unterbrechungen der Stromabnahme begünstigt. Wenn also das breite Aluminiumschleifstück durch Vermeidung der Fahrdratstrichelung einen gewissen Vorteil gegenüber dem schmalen Aluminiumschleifstück bietet, so ist doch auch das breite Schleifstück wegen der ihm eigenen *Aufrauhung und Verkrustung des Fahrdrastes* zur störungsfreien Stromabnahme nicht geeignet. Nicht viel besser sind breite Stromabnehmer aus Kupfer, Bronze und andern Metallen, die ähnliche Uebelstände verursachen und keine gleichmässige Feinpolitur der Fahrleitung zu erzeugen vermögen.

c) Zur Vermeidung dieser Mängel der Metallschleifstücke eignet sich in vorzülicher Weise das *Kohlenschleifstück*. Die günstige Wirkung des Schleifkontakte von Kohle auf Metall ist in der Elektrotechnik allgemein bekannt, und deshalb ist man bei ungezählten Kontaktvorrichtungen (Kollektorbürsten, Schaltapparate usw.) zur Verwendung von *Kohle* als Schleifkontakt-Material gelangt. Schleift Metall auf Metall, so entstehen an der Kontaktstelle sogenannte „Löscherfunken“ als Begleiterscheinung der erfolgten Stromunterbrechungen; verwendet man dagegen ein Kohlenschleifstück, so bildet sich, sofern das Schleifstück als Kathode geschaltet ist, an der Kontaktstelle ein „Lichtbogen“, der die Einzelunterbrechungen überbrückt und deshalb viel weniger zur Entstehung störender Hochfrequenzwellen Anlass gibt.

*Kohlenschleifstücke* haben aber nicht nur die beschriebene Eigenschaft, einen stetigen Stromübergang zu vermitteln, sondern sie sind auch imstande, die erwähnte Riffelung des Fahrdrastes zu beseitigen und an der Kontaktfläche eine eigenartige Politur (Kohlenpolitur) zu erzeugen und dauernd zu erhalten. Diese dauernd geglättete und polierte Gleitfläche erhöht natürlich die dem Kohlenschleifstück eigenen Vorzüge und begünstigt die Sicherung eines stetigen Wanderkontakte in hohem Grade.

Das Schleifen des Fahrdrastes und die Erzeugung der Kohlenpolitur an einer bereits geriffelten Fahrleitung bedingen allerdings, dass die Strecke vorerst während einiger Zeit mit einem Stahlschleifstück oder mit einem flach anliegenden Aluminiumschleifstück befahren wird, wodurch die Riffeln roh abgeschrotet werden. Sodann kann die Politur durch Befahren mit einem Kohlenschleifstück beginnen, was den Fahrdrat nach und nach vollständig glättet

matériel dont est composé le frotteur et de la forme de ce dernier. Les frotteurs les plus usités ont les propriétés suivantes:

a) Le *frotteur étroit en aluminium*, dont la surface de contact, pratiquement réduite à un point, a le désavantage d'être déjà trop petite, provoque en outre une corrosion particulière du fil de contact, par suite de la forte densité de courant au point de contact et des particules de métal fondu qui se déposent le long du fil, rendant sa surface rugueuse et curieusement striée. Ces „stries“ accusent une ondulation caractéristique, plus ou moins accentuée sur les différentes sections de la ligne de contact, comme on le voit sur la fig. 3. Un fil strié de la sorte favorise naturellement la formation d'interruptions répétées du courant, car dans son glissement rapide le frotteur n'a pas le temps de suivre les creux, mais ne fait, pour ainsi dire, que sauter d'une aspérité à l'autre. Un fil de contact strié devient, par conséquent, une des sources principales des perturbations radiophoniques causées par les chemins de fer.

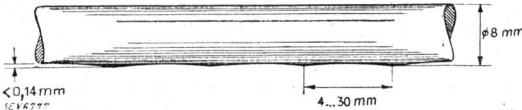


Fig. 3. Riffelung des Fahrdrastes. (Stark vergrößert.) Formation de stries sur un fil de contact. (Fort grossissement.)

b) Le *frotteur large en aluminium* se distingue du frotteur étroit par le fait qu'il s'applique sur toute sa largeur contre le fil, c'est-à-dire que le contact n'est pas formé par un seul point, mais par toute une surface. Ainsi, le passage du courant se fait dans de meilleures conditions, et il donne moins lieu à la formation de stries. Mais le glissement continual d'un large frotteur métallique sur le fil de contact use assez fortement ce fil; de plus, des particules métalliques fondues se déposent sur la surface de glissement du fil, ce qui rend cette surface *rugueuse et encroûtée*, favorisant ainsi les interruptions de courant. Si le frotteur large en aluminium présente donc un certain avantage comparativement au frotteur étroit, en évitant la formation de stries au fil de contact, ce modèle n'est cependant pas exempt de perturbations, vu qu'il rend le fil *rugueux et l'encroûte*. Les frotteurs larges en cuivre, bronze ou autres métaux ne sont pas sensiblement meilleurs, car leur emploi crée de semblables inconvénients, sans que le fil de contact se polisse de façon régulière.

c) Les inconvénients des frotteurs métalliques sont évités à un très haut degré par l'emploi de *frotteurs en charbon*. En électrotechnique, on connaît l'effet favorable du contact glissant charbon sur métal, et c'est pourquoi on l'a adopté pour une foule de dispositifs de contact (collecteurs, commutateurs, etc.). Le frottement métal sur métal produit des „étincelles de rupture“ au point de contact au moment de la coupure du circuit; mais si l'on utilise un frotteur en charbon, c'est un arc qui se forme, à condition toutefois que le frotteur tienne lieu de cathode. L'arc shunte les discontinuités de contact et donne, par conséquent, moins lieu à la formation d'ondes parasites à haute fréquence.

und ihn schliesslich mit einer braunen Patina (Kohlenpolitur) überzieht. Auf dieser Feinpolitur bewirkt das Kohlenschleifstück eine sehr gleichmässige, ununterbrochene Stromabnahme und dadurch in weitgehendem Masse die Vermeidung von Radiostörungen. Fig. 4 zeigt die verschiedenen Stadien der Fahrdrähteröffnung und der Kohlenpolitur.

Durch Wiedergabe einiger Oszillogramme von Störspannungen wird in Fig. 5 gezeigt, wie die

Les frotteurs en charbon ont non seulement les qualités susmentionnées, soit d'assurer constamment le passage du courant, mais ils ont aussi la propriété de supprimer les stries du fil de contact, et de produire et conserver à la surface de glissement un polissage caractéristique. La surface du fil, polie de façon durable, accentue naturellement les avantages propres au frotteur en charbon, et elle favorise grandement le glissement parfait du contact mobile.

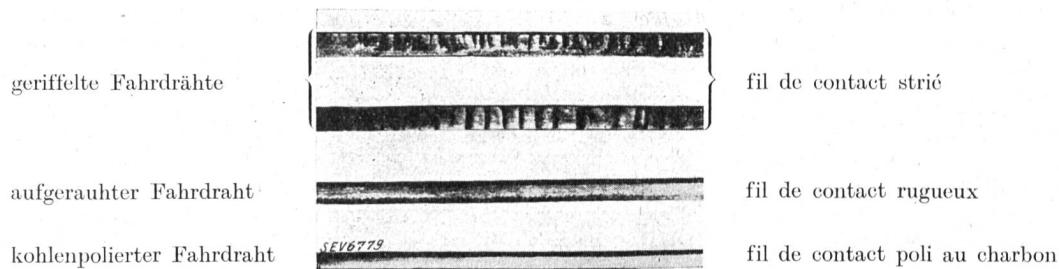


Fig. 4. Geriffelter Fahrdräht und Politur durch Kohlenschleifstück.  
Fil de contact strié, puis poli au moyen d'un frotteur en charbon.

störenden Hochfrequenzschwingungen sich bei verschiedenen Stromabnehmern und bei verschiedenen Betriebsverhältnissen verändern. Aus den Oszillogrammen *a* und *b* ist ersichtlich, dass die Störungen bei Lichtstrom merklich stärker sind als bei Fahrstrom. Dies erklärt sich dadurch, dass bei dem schwachen Beleuchtungsstrom der Lichtbogen zwischen Stromabnehmer und Fahrdräht sich nicht bilden kann; es entstehen also Löschfunken mit störenden Stromunterbrechungen. Da die Kontakt-Ueberbrückung durch Lichtbogen erst bei Stromstärken von einer gewissen Intensität wirksam wird, so ergibt sich die scheinbar widersinnige Wahrnehmung, dass während der stromlosen Talfahrt eines Wagens, bei der nur Heizung oder Beleuchtung eingeschaltet ist, oft bedeutend stärkere Radiostörungen auftreten als bei einer Bergfahrt mit vollbelasteten Motoren.

Aus den Oszillogrammen ist ferner ersichtlich, dass der Pantographen-Stromabnehmer mit Aluminiumschleifstück (Oszillogramm *c*) wohl eine Abschwächung der Störung bewirkt, die aber durch die Wirkung des Kohlenschleifstückes (Oszillogramme *d* und *e*) noch erheblich übertrroffen wird.

Le polissage d'un fil de contact strié exige, bien entendu, un traitement préalable d'une certaine durée, au moyen d'un frotteur en acier ou d'un frotteur plat en aluminium, afin que les stries soient aplaniées dans la mesure du possible. On procède ensuite au polissage du fil à l'aide d'un frotteur en charbon; petit à petit, le fil devient complètement lisse et se recouvre d'une patine brune. Sur cette surface polie, le frotteur en charbon assure un passage régulier et ininterrompu du courant; les perturbations radiophoniques sont ainsi évitées dans une très large mesure. La fig. 4 montre les différentes phases d'un fil strié, puis poli au charbon.

Les oscillogrammes de la fig. 5 montrent à quel degré les oscillations perturbatrices à haute fréquence varient par l'emploi de prises de courant de différents modèles et suivant l'intensité du courant. On remarque dans les oscillogrammes *a* et *b* que les perturbations sont beaucoup plus fortes pour le courant d'éclairage que pour le courant de traction. Ce phénomène s'explique par le fait qu'un arc ne peut se former entre la prise de courant et le fil de contact lorsque circule seul le courant-lumière relativement faible. Les étincelles qui se produisent dans

- a) Lyrabügel mit Aluminiumschleifstück. Nur Lichtstrom.
- b) Lyrabügel mit Aluminiumschleifstück. Fahrstrom.
- c) Pantograph mit Aluminiumschleifstück. Fahrstrom.
- d) Pantograph mit Kohlenschleifstück. Nur Lichtstrom.
- e) Pantograph mit Kohlenschleifstück. Fahrstrom.

- a) Prise de courant à archet avec frotteur en aluminium. Courant d'éclairage seul.
- b) Prise de courant à archet avec frotteur en aluminium. Courant de traction.
- c) Pantographe avec frotteur en aluminium. Courant de traction.
- d) Pantographe avec frotteur en charbon. Courant d'éclairage seul.
- e) Pantographe avec frotteur en charbon. Courant de traction.

Fig. 5. Oszillogramme der Störspannungen bei verschiedenen Stromabnehmern und Betriebsverhältnissen.  
Oscillogrammes des tensions perturbatrices provoquées par l'emploi de différents modèles de prises de courant et par différentes intensités du courant.

Es wird in neuerer Zeit auch für die Bahnentstörung durch Verwendung von *Kohlenschleifstücken auf Lyrabügeln* Propaganda gemacht. Diese Lösung wäre der verhältnismässig geringen Kosten wegen aus wirtschaftlichen Gründen sehr zu begrüssen. Sie ist auch technisch in gewissen Spezialfällen mit Erfolg anwendbar, z. B. bei Bahnen mit mässiger Fahrgeschwindigkeit, die eine einwandfrei regulierte Fahrleitung und eine tadellos unterhaltene Geleiseanlage besitzen. Wo aber diese Bedingungen nicht oder nur mangelhaft erfüllt sind, werden mehr oder weniger häufige Totalunterbrechungen des Wanderkontakte — trotz Kohlenschleifstück — und damit störende Knackgeräusche im Radio unvermeidlich sein. Darum ergibt die Kombination des Kohlenschleifstückes mit dem Pantographen weitaus die zuverlässigste Entstörung.

Gegen die Kohlenschleifstücke werden von einzelnen Bahnunternehmungen gewisse Bedenken geäussert. Vorerst wird behauptet, dass der von diesen Schleifstücken abgeschliffene Kohlenstaub die Wagenkästen verünreinige. Dies mag vor Jahren gelegentlich vorgekommen sein, als die Qualität der Kohle noch nicht genügend erprobt war. Heute werden aber von der Industrie geeignete Kohlensorten von genügender Härte angeboten, die bei zweckmässiger Auswahl eine erhebliche Beschmutzung der Fahrzeuge ausschliessen, besonders wenn für die Aufrechterhaltung einer einwandfreien Kohlenpolitur des Fahrdrahthes gesorgt wird. Auch der befürchtete Bruch der Kohlenschleifstücke kommt normalerweise nicht mehr in Betracht, sofern die Kohlenqualität der Fahrgeschwindigkeit entsprechend richtig ausgewählt wird. Bei richtiger Verwendung sind die Kohlenschleifstücke auch wirtschaftlich zweckmässig und den Metallschleifstücken überlegen. Die jährlichen Ersatzkosten der Kohlenschleifstücke sind in der Regel niedriger als diejenigen der Aluminiumschleifstücke, da die Kohlenbeläge erfahrungsgemäss erst nach einer Fahrstrecke von 60,000 bis 70,000 Kilometern ersetzt werden müssen, während Aluminiumschleifstücke schon nach zirka 15,000 km ersatzbedürftig sind. Nach den bisherigen Beobachtungen erfordern überdies die Pantographen-Stromabnehmer weniger Unterhaltskosten als die Lyrabügel, und ferner ist der Verschleiss an Fahrdrähten geringer. Daraus ergeben sich Einsparungen an Betriebskosten, deren Summe ausreichen dürfte, um die ziemlich hohen Beschaffungskosten der Pantographen-Stromabnehmer — d. h. den Kostenanteil der Bahn — zu verzinsen und in angemessener Zeit zu amortisieren.

*Eine Bekämpfung der Bügelstörungen durch Einbau von Kondensatoren* ist im allgemeinen aussichtslos. Die Schutzwirkung eines am Fahrdrähten angeschalteten Kondensators gegen die vom Stromabnehmer erzeugte Störspannung ist örtlich sehr beschränkt, weshalb eine Entstörung nur für einzelne in unmittelbarer Nähe wohnende Radiohörer bewirkt würde. Um eine längere Strecke oder eine ganze Ortschaft gegen Bahnstörungen zu schützen, müssten längs der ganzen Fahrleitung zahlreiche Kondensatoren in kurzen Abständen angeschaltet werden, ohne dass aber dadurch eine befriedigende Wirkung für alle beteiligten Radiohörer erreicht

ce cas sont des étincelles dites de rupture, qui provoquent des interruptions perturbatrices du courant. L'arc ne se formant que lorsque le courant atteint une certaine intensité, il en résulte un état apparemment contradictoire, selon lequel les perturbations radiophoniques sont souvent beaucoup plus prononcées aux descentes avec le courant de chauffage ou d'éclairage seul, qu'aux montées où les moteurs travaillent à pleine charge.

Les oscillogrammes montrent aussi que le pantographe muni d'un frotteur en aluminium (oscillogramme c) produit des perturbations atténuées qui, toutefois, le sont encore davantage par l'effet des frotteurs en charbon (oscillogrammes d et e).

Ces derniers temps, une certaine propagande est faite dans le but de déparasiter les chemins de fer par l'emploi de frotteurs en charbon montés sur des prises de courant à archet. Au point de vue économique, une telle solution, qui pourrait être réalisée à peu de frais, serait la bienvenue. Dans certains cas spéciaux, on peut techniquement l'appliquer avec succès, par exemple aux chemins de fer à vitesse modérée dont les fils de contact sont convenablement réglés et les rails bien entretenus. Mais lorsque ces conditions ne sont pas remplies ou qu'elles ne le sont qu'imparfaitement, des interruptions totales plus ou moins fréquentes du contact mobile deviennent inévitables et produisent des chocs acoustiques dans les appareils de radio, malgré l'emploi de frotteurs en charbon. Ce sera toujours la combinaison d'un frotteur en charbon avec le pantographe qui assurera le déparasitage le plus sûr.

Certaines entreprises ferroviaires émettent des doutes au sujet de l'emploi de frotteurs en charbon. Elles prétendent que les voitures sont salies par la poussière de charbon qui se détache des frotteurs. Cet argument pouvait être juste autrefois, c'est-à-dire quand la qualité du charbon n'était pas encore au point. Mais aujourd'hui, l'industrie fournit du charbon d'une dureté suffisante, qui ne salit pas les voitures outre mesure, surtout si l'on veille à ce que le fil de contact soit toujours bien poli. Une cassure des pièces de charbon n'est pas à craindre non plus, si l'on choisit une qualité de charbon bien adaptée aux vitesses prévues. L'emploi judicieux des frotteurs en charbon est plus économique que celui des frotteurs métalliques. Les frais annuels occasionnés par l'emploi de frotteurs en charbon sont généralement inférieurs à ceux résultant de l'emploi de frotteurs en aluminium, vu qu'on ne doit remplacer les frotteurs en charbon qu'après un trajet de 60 000 à 70 000 km, tandis que l'échange des frotteurs en aluminium doit être opéré déjà après un trajet d'environ 15 000 km. Selon les observations faites jusqu'à ce jour, les frais d'entretien des pantographes sont aussi moins élevés que ceux des prises de courant à archet; en outre, les fils sont moins usés par le charbon. Il en résulte une économie des frais d'exploitation, dont le montant devrait suffire à payer les intérêts et à amortir les frais assez élevés d'achat des pantographes, soit la part de dépenses incombant aux chemins de fer.

*L'intercalation de condensateurs en vue de supprimer les perturbations produites par les prises de courant* n'a, en général, aucune chance de succès. L'effet

werden könnte. Ueberdies hätte eine solche Kondensatorenbeschaltung längerer Fahrleitungsstrecken unerwünschte Komplikationen und eine Beeinträchtigung der Bahnbetriebssicherheit zur Folge, die einer Bahnunternehmung nicht zugemutet werden dürften. Eine Bekämpfung der Bügelstörungen elektrischer Bahnen durch Kondensatoren muss aus diesem Grunde im allgemeinen abgelehnt werden; dies ist um so gerechtfertigter, als man dabei die Störspannungen entstehen lässt, um sie nachher durch Kondensatoren zu vernichten, während die Verwendung von Pantographen-Stromabnehmern mit Kohlenschleifstück die Entstehung der Störspannung überhaupt unterdrückt. Immerhin ist die Kondensatorenbeschaltung gelegentlich anwendbar, um lokale Hilfsfahrrähte, die zum Betrieb verschiedener Signal- und Schaltanlagen elektrischer Bahnen benutzt werden, mit Erfolg zu entstören.

Ausser den beschriebenen Bügelstörungen treten auch noch *Störungen durch die Bahnmotoren und Schaltvorgänge der Fahrzeuge* auf. Die Erfahrung zeigt aber, dass die durch Motoren und Schalter erzeugten Störspannungen im Radio kaum wahrgenommen werden, solange die Bügelstörungen bestehen; sie werden von den Bügelstörungen „überdeckt“. Sobald aber die Bügelstörungen verschwinden, kommen oft noch Motor- und Schaltgeräusche der Bahn im Radio zum Vorschein, denen aber meist nur untergeordnete Bedeutung zukommt. Sie sind durch Anordnung geeigneter Schutzmassnahmen am Fahrzeug, die von Fall zu Fall ausprobiert werden müssen, ohne erhebliche Kosten zu beseitigen.

Zusammenfassend ist aus dem Gesagten zu erkennen, dass eine gründliche und dauernde Entstörung elektrischer Bahnen nur bei Beachtung der folgenden grundlegenden Voraussetzungen zu erwarten ist:

a) Sicherung eines möglichst kontinuierlichen Wanderkontakte zwischen Stromabnehmer und Fahrleitung: Pantograph mit hochgelagerter Wippe.

b) Beseitigung der Fahrdrift-Riffelung und Vermeidung der von Löschenfunken begleiteten Stromunterbrechungen: Kohlenschleifstück.

c) Kombination, wenn immer möglich, der unter a) und b) erwähnten Massnahmen; denn ein Pantograph mit breitem Metallschleifstück anstatt des Kohlenschleifstückes ergibt Teilstörungen durch Aufrauhung und Verkrustung des Fahrdrastes, und ein Kohlenschleifstück auf Lyrabügel verursacht Teilstörungen durch Unterbrechungen des Wanderkontakte, sofern Fahrleitung und Geleise sich nicht dauernd in einwandfreiem Zustand befinden.

Diese Voraussetzungen gelten grundsätzlich für alle Bahnen mit Fahrleitung und Bügelstromabnahme, also auch für die Wechselstrom-Vollbahnen (SBB usw.).

Beachtet man nun, dass die gründliche und dauernde Bahnentstörung einen möglichst stetigen Wanderkontakt an gut polierter Fahrleitung zur Voraussetzung hat, und dass diese Voraussetzung nur durch Pantograph mit Kohlenschleifstück restlos erfüllt werden kann, so ergibt sich daraus die Schluss-

protecteur contre les tensions perturbatrices d'une prise de courant, réalisé par un condensateur relié au fil de contact, se réduit à une zone peu étendue; seuls les auditeurs demeurant à proximité immédiate en profiteraient. Pour protéger un certain parcours ou une localité entière contre les perturbations du chemin de fer, il faudrait intercaler un grand nombre de condensateurs tout le long de la ligne de contact et à de courtes distances les uns des autres, et ceci sans obtenir un effet suffisant pour tous les auditeurs de la région. L'intercalation de nombreux condensateurs amènerait d'ailleurs des complications et une entrave à la sécurité de l'exploitation ferroviaire telles qu'on ne saurait les imposer aux entreprises de chemins de fer. C'est pour cette raison qu'on renoncera, en général, à combattre les perturbations par ce moyen, d'autant plus qu'on tolérerait ainsi la formation de tensions perturbatrices pour chercher ensuite à les supprimer à l'aide de condensateurs, alors que, par l'emploi de prises de courant en forme de pantographe munies de frotteurs en charbon, on étoffe d'emblée la formation de tensions perturbatrices. Toutefois, il se peut que l'intercalation de condensateurs présente des avantages lorsqu'il s'agit, par exemple, de déparasiter efficacement des lignes auxiliaires pour les installations de couplage et de signalisation de chemins de fer électriques.

Outre les perturbations produites par les prises de courant, il en existe d'autres qui sont dues aux moteurs et aux appareils de commutation montés dans les voitures. Ces perturbations sont cependant à peine perceptibles aussi longtemps que les perturbations causées par les prises de courant subsistent. Toutefois, aussitôt que ces dernières perturbations disparaissent, celles qui proviennent des moteurs et des commutateurs frappent davantage, mais leur importance n'est toujours que secondaire. On les supprime à peu de frais par des mesures protectrices appropriées, à réaliser dans les voitures mêmes et à expérimenter dans chaque cas.

En résumé, il résulte de ce qui précède qu'on ne peut obtenir une suppression complète et durable des perturbations produites par les chemins de fer électriques que si les conditions fondamentales suivantes se trouvent réalisées:

a) Continuité de contact aussi bonne que possible entre la prise de courant et le fil de contact: pantographe avec frotteur superposé.

b) Suppression des stries au fil de contact et suppression des interruptions de courant accompagnées d'étincelles de rupture: frotteurs en charbon.

c) Si possible, combinaison des mesures indiquées sous a et b, car une prise de courant en forme de pantographe et munie de larges frotteurs métalliques provoque des interruptions partielles du fait que le fil de contact devient rugueux et s'encroûte, et un frotteur en charbon sur prise de courant à archet produit également des perturbations partielles par interruptions du contact mobile, lorsque le fil de contact et les rails ne se trouvent pas constamment en parfait état.

En principe, ces conditions sont valables pour tous les chemins de fer possédant des fils de contact

folgerung, dass diese Massnahmen *gleichzeitig an allen auf einer Strecke verkehrenden Motorfahrzeugen getroffen werden müssen*, da der abwechselnde Verkehr von „funkenden“ und von „entstörten“ Stromabnehmern die Fahr draht politur fortgesetzt wieder zerstören und die Entstehung von stets neuen Fahr draht triffeln verursachen würde. Wollte man also störende und entstörte Fahrzeuge auf einer und derselben Strecke verkehren lassen, so müsste damit gerechnet werden, dass die Schutzwirkung der durch geführten Teilentstörung stets fort wieder vernichtet würde, und dass überhaupt kein befriedigender Erfolg zustande käme. Darum ist es vollständig zwecklos, einzelne Fahrzeuge oder Teilstrecken einer Bahnlinie zu entstören oder die Entstörung auf die Tageszeit der hauptsächlichsten Radioemissionen beschränken zu wollen. Alle solchen Einschränkungen führen zu Misserfolg. Es gibt somit nur eine befriedigende Lösung: *die gleichzeitige Entstörung aller auf einer Bahnstrecke verkehrenden Motorfahrzeuge*.

Die Erfüllung dieser Bedingung erschwert begreiflicherweise die Entstörung von Bahnen mit finanziell schwacher Grundlage, da sämtliche Motorwagen mit Pantographen und Kohlenschleifstück ausgerüstet werden müssen, was ungefähr einem Aufwand von 1000 Fr. pro Fahrzeug entspricht. Dies bedingt einen Kostenaufwand, der in vielen Fällen nur finanziert werden kann, wenn alle Beteiligten — also auch die Radiointeressenten — bei der Beschaffung der nötigen Mittel mitwirken. Auf eine Beteiligung der Telegraphen- und Telephonverwaltung darf dabei gerechnet werden:

Was die *Entstörung der Schweizerischen Bundesbahnen* anbetrifft, so sind gegenwärtig Untersuchungen im Gange, die darüber Aufschluss geben sollen, ob die Kohlenschleifstücke auch für die Fahrgeschwindigkeiten der SBB verwendet werden können und welche weiteren Massnahmen zu ihrer Einführung nötig sind. Wir zweifeln nicht an einem positiven Resultat dieser Versuche, da gleichartige Bahnen im Auslande bereits Kohlenschleifstücke eingeführt haben. Die Betriebsverhältnisse der SBB gestatten aber nicht, eine Bahnstrecke immer von denselben Lokomotiven befahren zu lassen. Die Fahrplanverhältnisse, die Betriebsorganisation und der Lokomotivunterhalt bedingen eine möglichst freizügige Verwendung der Lokomotiven. Daraus ergibt sich auf Grund der obigen Erörterungen, dass eine befriedigende Entstörung einzelner Teilstrecken oder einzelner Kurse nicht möglich ist. Ein voller und dauernder Erfolg ist also auch hier nur dann zu erwarten, wenn alle auf einem grösseren Netzgebiet verkehrenden Lokomotiven innerhalb eines angemessenen Zeitraumes entstört werden. Immerhin muss in erster Linie das angedeutete technische Problem gelöst werden.

Es bleiben noch kurz die *Strassenbahnen mit Trolley- oder Rollenstromabnehmern* zu erwähnen. Hier würde eine Entstörung durch die oben beschriebenen Massnahmen unerschwingliche Kosten verursachen, da nebst der Auswechslung der Trolley-Stromabnehmer durch Pantographen auch ein fast vollständiger Umbau der Fahrleitung nötig wäre. Aus diesen Gründen beschränkt man sich bei solchen

et des prises de courant, donc aussi pour les chemins de fer principaux à courant alternatif (CFF, etc.).

Si l'on considère que le déparasitage complet et durable des chemins de fer exige des contacts de continuité aussi constante que possible glissant contre des fils bien polis, et que ces conditions ne peuvent être réalisées que par l'emploi de prises de courant en forme de pantographe munies de frotteurs en charbon, on comprendra facilement que ces mesures doivent être appliquées *simultanément à toutes les voitures circulant sur un trajet déterminé*, vu qu'un trafic au moyen de voitures à prises de courant produisant des étincelles alternant avec des voitures à prises de courant déparasitées contribuerait à abîmer le polissage du fil et favoriserait la formation de stries. Par conséquent, si l'on voulait faire circuler des voitures perturbatrices et des voitures déparasitées sur le même trajet de chemin de fer, on devrait s'attendre à ce que l'effet protecteur du déparasitage partiel soit constamment anéanti et à n'obtenir, de ce fait, aucun succès quelque peu satisfaisant. Il est donc absolument inutile de vouloir déparasiter seulement quelques voitures ou certains parcours d'une ligne de chemin de fer, ou de vouloir restreindre le déparasitage aux heures principales des émissions radiophoniques. Toutes ces restrictions donnent des résultats négatifs. Il ne reste ainsi qu'une seule solution satisfaisante: *le déparasitage simultané de toutes les voitures circulant sur un trajet déterminé*.

La réalisation de cette condition rend difficile le déparasitage de ceux des chemins de fer dont les finances sont précaires, vu que toutes les voitures doivent être munies de pantographes à frotteurs en charbon, d'un coût d'environ fr. 1000 par voiture. Les fonds nécessaires pour une pareille dépense ne peuvent être réunis que si tous les intéressés — y compris les auditeurs de la radio — participent à ces frais. L'Administration des télégraphes et des téléphones est toute disposée à prendre à sa charge une part équitable de ces dépenses.

En ce qui concerne *le déparasitage des Chemins de fer fédéraux*, des recherches sont actuellement en cours pour savoir si des frotteurs en charbon peuvent être utilisés aux vitesses entrant en considération, et si d'autres mesures doivent précéder leur adoption. Nous ne doutons pas du résultat positif de ces recherches, vu qu'à l'étranger les frotteurs en charbon ont déjà été adoptés par des chemins de fer semblables. Les conditions réglant le trafic des CFF ne permettent pas d'utiliser toujours les mêmes machines sur les mêmes trajets. Les horaires, l'organisation du service et l'entretien des locomotives exigent une indépendance absolue dans l'utilisation des locomotives. Il en résulte, suivant les explications données ci-haut, qu'il n'est pas possible de ne déparasiter que certains parcours du réseau ferroviaire, ou que certains trains. Un succès complet et durable ne pourra donc être obtenu dans ce domaine que si toutes les locomotives d'un réseau important sont déparasitées dans un délai convenable. Mais avant tout, il reste encore à trancher le problème technique lui-même.

Pour terminer, nous mentionnerons en quelques mots *les tramways à trolleys*. Le déparasitage de ce système de voitures électriques dans le sens exposé

Bahnen auf den Ersatz der Stromabnehmerrollen durch *Löffel aus Chrom-Nickel-Stahl* nach dem System „Ohio Brass“, die nur unbedeutende Änderungen an der Fahrleitung und mässige Kosten bedingen. Auch hier wird die Kohlenpolitur des Fahrdrahtes hergestellt, indem die Löffel am Fahrdraht plan aufliegen und indem der Fahrdraht von Zeit zu Zeit mit einer Graphitlösung bestrichen wird. Diese Massnahmen ergeben eine ziemlich befriedigende Störschutzwirkung.

Auch bei Stromabnehmern sogenannter Trolleybus-Wagen (d. h. geleisloser Elektro-Omnibusbetrieb), mit Speisung durch doppeldrähtige Fahrleitung, lässt sich die Entstörung in befriedigender Weise durch Verwendung der vorerwähnten Stahlöffel „Ohio Brass“ durchführen.

In neuerer Zeit werden die Löffel-Stromabnehmer auch mit Kohlen-Einlagen ausgeführt, wodurch das Bestreichen des Fahrdrahtes mit Graphit-Lösung dahinfällt.

ci-dessus occasionnerait d'énormes dépenses, car il s'agirait non seulement de remplacer la prise de courant par un pantographe, mais aussi de reconstruire presque complètement le réseau des fils de contact. On se borne donc à remplacer le galet de contact par une prise de courant en forme de cuiller, constituée par de l'acier au chrome-nickel, système „Ohio Brass“, qui n'exige que d'insignifiantes modifications de la ligne de contact. Ici également, on procède d'abord au polissage du fil, en l'enduisant de temps à autre d'un mélange de graphite sur lequel la cuiller glisse à plat. L'effet anti-perturbateur obtenu de la sorte est satisfaisant.

Les cuillers „Ohio Brass“ servent aussi à dépara-siter de façon satisfaisante les prises de courant des „trolleybus“ (omnibus électriques sans rails), alimen-tés au moyen de deux fils de contact.

Depuis quelque temps, les prises de courant en forme de cuiller sont munies de garnitures en char-bon, ce qui rend superflu le traitement du fil au moyen de graphite.

## Dämpfungsbestimmung von Hochfrequenzkabeln durch Messung der Spannungsüberhöhung im Resonanzzustand.

W. Gerber, Bern.

DK 621.315.21.029.58. 621.315.352

Nach einem kurzen Hinweis auf bekannte Laboratoriumsmethoden zur Dämpfungsbestimmung von Versuchslängen wird ein neues Messprinzip angegeben. Als empfindliches Mass der Dämpfung setzt es im Resonanzzustand des Kabels die Spannungsamplitude der fortschreitenden Welle im Spannungsknoten am Kabelanfang in Beziehung zur Spannungsamplitude im Spannungsbau am Kabelende. Der Messvorgang wird damit identisch mit der bekannten Bestimmung von Verlustzahlen von Schwingkreisen aus der Spannungsüberhöhung. Der Dämpfungsbetrag kann bis zum Bereich der Meterwellen direkt an einer Skala abgelesen werden.

Hochfrequenzkabel werden in der Radiotechnik in Verbindung mit Sende- und Empfangsantennen und in der Breitbandtechnik zur leitungsgerichteten Uebertragung modulierter Signale verwendet. Für die Konstruktion und Anwendung solcher Kabel ist die Dämpfung in vielen Fällen die wichtigste Kenngrösse.

Ihre laboratoriumsmässige Bestimmung an Versuchslängen kann z. B. in klassischer Weise aus den Leerlauf- und Kurzschlussimpedanzen,  $\Re_L$  und  $\Re_K$ , erfolgen:

$$\Im g \cdot 2b = \frac{2M \cos \varphi}{1 + M^2} \quad \text{wobei:}$$

$b = \text{Dämpfungsmass in Neper, und } Me^{j\varphi} = \sqrt{\frac{\Re_K}{\Re_L}}$

Misst man  $\Re_L$  und  $\Re_K$  im Resonanzzustand, d. h. bei Eigenfrequenzen des Hochfrequenzkabels, so vereinfacht sich die Auswertung infolge der vernachlässigbaren Blindkomponenten der Resonanzwiderstände; es wird:

$$\Im g \cdot b = \begin{cases} \sqrt{\frac{\Re_L}{\Re_K}} & \text{für } n = 1, 3, 5, 7 \dots \\ \sqrt{\frac{\Re_K}{\Re_L}} & \text{für } n = 2, 4, 6, 8 \dots \end{cases}$$

wobei:  $n = \text{Anzahl Viertelwellen auf dem Messkabel.}$

Diese Messweise ist in Veröffentlichungen von *Kieser*<sup>1)</sup> und *Kaden*<sup>2)</sup> ausführlich beschrieben.

Ein anderes Messverfahren, von *Baumann* und *Roosenstein*<sup>3)</sup> angegeben, benutzt das in der Hochfrequenztechnik übliche Verstimmungsprinzip zur Dämpfungsbestimmung von Hochfrequenzkabeln.

Im folgenden beschreibt der Verfasser ein neues Resonanz-Messverfahren. Es gestattet, den Dämpfungsbetrag direkt an einer Skala abzulesen, ohne irgendwelche Umrechnungen; das mühsame Aufsuchen der Resonanzstellen durch Impedanzmes-sungen ist vermieden; dabei ermöglichen die relativ einfachen Messmittel Dämpfungsbestimmungen bis zum Bereich der Meterwellen. Das Verfahren setzt voraus, dass Anfang und Ende des Kabels zugänglich sind, was bei laboratoriumsmässigen Versuchslängen immer zutrifft.

### Dämpfungsbeziehungen zwischen Anfangs- und Endamplituden im Resonanzzustand des Kabels, als Grundlage des Messverfahrens.

Angewendete Bezeichnungen:

$U_A \Im A$	Spannung und Stromstärke am Anfang
$U_E \Im E$	Spannung und Stromstärke am Ende
$Z$	Wellenwiderstand
$g$	Uebertragungsmass
$a$	Winkelmass
$b$	Dämpfungsmass
$n$	Anzahl Viertelwellen auf dem Kabel,

<sup>1)</sup> W. Kieser. Hochfrequenzkabel, Felten & Guilleaume-Rdsch. (1936), H. 17/18, S. 41.

<sup>2)</sup> H. Kaden. Ueber ein Verfahren zur Messung von Breitbandkabeln, TFT 1936, S. 322.

<sup>3)</sup> K. Baumann und H. O. Roosenstein. Ueber neue Dämpfungs-messungen an Hochfrequenz-Energieleitungen, Z. f. Hochfrequenztechnik 38 (1931), S. 73.