Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

Band: 29 (1938)

Heft: 8

Artikel: Die Störung des Radio-Empfangs durch elektrische Bahnen und ihre Bekämpfung

Autor: Trechsel, E.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1059373

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: 13.12.2025

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

Neben den bestbewährten elektrischen Lötkolben «ZEDES» für mittlere und schwere Arbeiten wurde auch das praktische Modell für kleine Lötstellen (Telephon und Radio usw.) im Betrieb vorgeführt. Dieser Typ hat sich in ganz kurzer Zeit in den einschlägigen Grossbetrieben bestens eingeführt.

Eine sehr interessante Veranschaulichung des weit verzweigten Arbeitsgebietes dieser Firma vermittelten eine ganze Anzahl photographischer Reproduktionen, die dem Standbesucher auch einen guten Einblick gewährten in das Reparaturfach aller elektrischen Maschinen, Apparate und Transformatoren sowie auch in die Werkstätte selbstentwickelter, interessanter Konstruktionen.

Die **S. A. des Ateliers de Sécheron**, Genf, zeigte, wie in früheren Jahren, verschiedene Modelle ihrer bewährten Wechselstrom-Lichtbogenschweissanlagen und Schweissmaschinen. In diesem Stand wurden auch praktische Schweissversuche mit den «Exotherm»-Schweisselektroden ausgeführt.

Im Stand **La Soudure Electrique Autogène S. A.**, Lausanne, fanden mit BBC-Schweissmaschinen und Arcos-Elektroden ebenfalls praktische Vorführungen statt.

Die **Citogène S. A.**, Genf, zeigte ihre Pressmantel-Elektroden für elektrische Lichtbogenschweissung.

Ein weiteres Ausstellungsgebiet bildeten die elektrischen *Staubsauger, Bodenputz-* und *Bodenblochmaschinen.* Solche Apparate wurden von den Firmen **Gebr. Bühler**, Uzwil (Kobold), **Purator A.-G.**, Basel (Purator), **Rud. Schmidlin & Co.**, Sissach (Six-Madun), **Rud. Weber**, Pieterlen (Perles), **Suter-Strickler Söhne**, Horgen (Universal) und **A. Zehnder**, Zürich (AZO), vorgeführt. Die meisten Staubsauger-Fabrikanten liefern zu ihren Staubsaugern noch verschiedene Zusatzteile, mit Hilfe deren z. B. der Staubsauger als Haartrockner oder zur Erzeugung eines Perlbades benützt werden kann. Der starke Andrang an die verschiedenen Messestände zeigt, dass die Hausfrau diese nützlichen Helfer sehr zu schätzen weiss.

Ebenfalls reges Interesse, besonders von seiten des weiblichen Besucherkreises, fanden die zum Teil im Betrieb vorgeführten vollelektrischen oder elektrisch angetriebenen *Waschmaschinen* der Firmen **Oskar Locher**, Zürich; **Joh. Schürmann**, Olten; **Verzinkerei Zug A.-G.**, Zug; **Hermann Forster A.-G.**, Arbon.

Von den zahlreichen Ausstellern von elektrisch angetriebenen *Küchen-, Konditorei-, Bäckerei-* oder *Metzgereimaschinen* möchten wir besonders die Firmen **Apparate- und Maschinenfabriken Uster vorm. Zellweger A.-G.**, Uster, und **F. Aeschbach A.-G.**, Aarau, erwähnen. Die soliden und doch formschönen Konstruktionen dieser beiden Firmen fanden beim Publikum und vor allem auch beim Fachmann allgemein Anklang.

Wir möchten hier auch noch auf die mannigfaltige Anwendung der Elektrizität in der Fachgruppe XVII, *Maschinen* und *Werkzeuge*, hinweisen. Nur dank des Elektromotors und der zugehörigen Steuerorgane, die sich mit Leichtigkeit in die verschiedenen Werkzeugmaschinen einbauen lassen, ist es möglich gewesen, die moderne Werkzeugmaschine mit Einzelantrieb zu schaffen, die gegenüber den ältern Konstruktionen besonders durch ihre Formschönheit und leichte und einfache Bedienbarkeit auffällt.

(Fortsetzung folgt.)

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

Von *E. Trechsel*, Bern.

(Mitteilung der Abteilung Telegraph und Telephon der PTT, 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 Wanderkontaktes 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.

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 doit renoncer à ne déparasiter que certaines voitures ou que certains trajets, ou bien à vouloir 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.

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 Ungeniessbarkeit verunstalten dürfen. Solchen Beschwerden kann, vom Standpunkt der Radiohörer betrachtet, eine gewisse Berechtigung nicht abgesprochen werden, denn die Reklamanten wissen oft nicht, welche Schwierigkeiten technischer und wirt-

schaftlicher 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 der angedeuteten 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 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 Bahnanlagen 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 — ausserstande, 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, Gerätebesitzer und Radiohörer sich zur Zusammenarbeit die Hand reichen, 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, Gerätebesitzer, Radiohörer und Installationsfirmen liegt, gelangt in stets wachsendem Masse zum Durchbruch. Die Geräteentstörung bringt willkommene Beschäftigung für das Installationsgewerbe, für den Gerätebesitzer eine erwünschte Gelegenheit zur Instandstellung seiner Apparate und für das energieliefernde Elektrizitätswerk die Aussicht auf einen neuen Aufschwung des Radiogeschäftes, der ihm erfreulichen Zuwachs des Energiekonsums verschafft, liegen doch schon Messungen vor, nach denen jedes angeschlossene Radioempfangsgerät einen durchschnittlichen jährlichen Konsum von ca. 60 kWh aufweist, was ja einem Jahreskonsum von ca. 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 Wanderkontaktes zwischen Fahrdraht und Stromabnehmer des Fahrzeugs 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 Aenderungen in der Höhenlage des Fahrdrahtes, unelastische Fahrdrahtaufhängung, 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 zu 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 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 Wanderkontaktes, 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.

Fig. 1.
Lyra- oder Bügel-Stromabnehmer.

Durch Verwendung des *Pantographen-Stromabnehmers* (auch Scherenstromabnehmer genannt) (Fig. 2) können die beschriebenen Uebelstände zu einem erheblichen Teil beseitigt werden. Der «Pantograph» ist ein auf dem Wagendach montiertes, rautenförmiges Stahlgestänge, das durch Federdruck

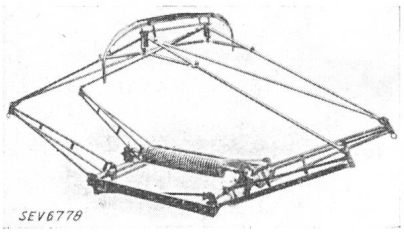

Fig. 2.
Pantographen- oder Scheren-Stromabnehmer mit hochgelagerter Wippe.

scherenartig in die Höhe geschoben wird und infolge seiner symmetrischen Anordnung und Windverstrebung eine gewisse Stabilität besitzt. Auf dem höchsten Punkt des Gestänges 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 Wanderkontaktes durch Abspringen des Schleifstückes vom Fahrdraht 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 Aluminium-Schleifstück*, dessen praktisch punktförmige Berührung des Fahrdrahtes nur eine geringe Kontaktfläche ergibt, verursacht infolge grosser Stromdichte an der Kontaktstelle und durch Ablagerung geschmolzener Metallteile längs des Fahrdrahtes 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 verschieden ausgeprägt erscheint und in Fig. 3 dargestellt ist. Es ist einleuchtend, dass ein so geriffelter Fahrdraht die Entstehung von rasch aufeinanderfolgenden Stromunterbrechungen begün-

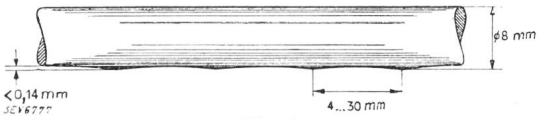

Fig. 3.
Riffelung des Fahrdrahtes.

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

b) *Das breite Aluminium-Schleifstück* unterscheidet sich vom schmalen Schleifstück dadurch, dass es am Fahrdraht 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 Fahrdrahtes mit dem breiten Metall-Schleifstück hat aber doch eine ziemlich starke Abnützung des Drahtes und überdies eine gewisse Ablagerung geschmolzener Metallteile an dessen Oberfläche zur Folge, wodurch die Gleitfläche des Fahrdrahtes *aufgerauht und verkrustet* wird, was in vermehrter Weise die Unterbrechungen der Stromabnahme begünstigt. Wenn also das breite Aluminium-Schleifstück durch Vermeidung der Fahrdrahtriffelung einen gewissen Vorteil gegenüber dem schmalen Aluminiumschleifstück bietet, so ist doch auch das breite Schleifstück wegen der ihm eigenen *Aufrauhung und Verkrustung des Fahrdrahtes* 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 vorzüglicher Weise das *Kohlenschleifstück*. Die günstige Wirkung des Schleifkontaktes von Kohle auf Metall ist in der Elektrotechnik allgemein bekannt und deshalb ist man bei ungezählten Kontaktvorrichtungen (Kol-

lektorbürsten, Schaltapparate usw.) zur Verwendung von *Kohle* als Schleifkontakt-Material gelangt. Schleift Metall auf Metall, so entstehen an der Kontaktstelle sogenannte «Löschfunken» 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 Fahrdrahtes 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 Wanderkontaktes in hohem Grade.

Das Schleifen des Fahrdrahtes und die Erzeugung der Kohlenpolitur an einer bereits geriffelten Fahrleitung bedingt 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 Fahrdraht nach und nach vollständig glättet 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 Fahrdrahtriffelung und der Kohlenpolitur.

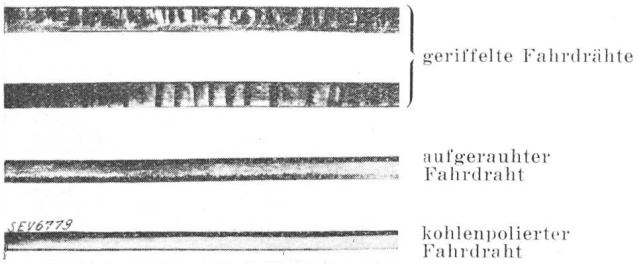

Fig. 4.
Geriffelter Fahrdraht und Politur durch Kohlenschleifstück.

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

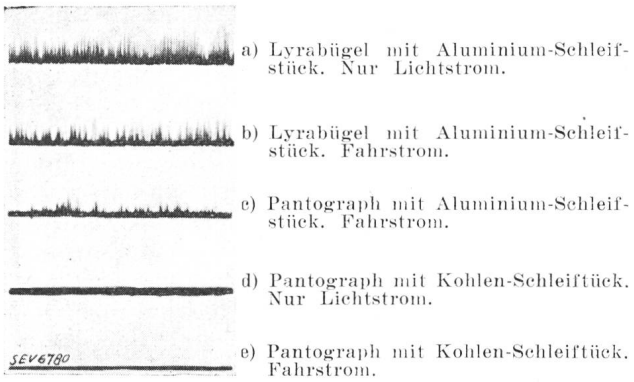

Fig. 5.
Oszillogramme der Störspannungen bei verschiedenen Stromabnehmern und Betriebsverhältnissen.

geschaltet 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 übertroffen wird.

Es wird in neuerer Zeit auch für die Bahnentstörung durch Verwendung von *Kohlenschleifstükken 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 Wanderkontaktes — 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 Wagenkasten verunreinige. 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 Fahrdrahtes 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 km ersetzt werden müssen, während Aluminiumschleifstücke schon nach ca. 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 Fahrdraht 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 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 mehr gerechtfertigt, 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 Hilfsfahrdrähte, die zum Betrieb verschiedener Signal- und Schaltanlagen elektrischer Bahnen benützt 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 Wanderkontaktes zwischen Stromabnehmer und Fahrleitung: Pantograph mit hochgelagerter Wippe.

b) Beseitigung der Fahrdraht-Riffelung und Vermeidung der von Löschfunken 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 Fahrdrahtes und ein Kohlenschleifstück auf Lyrabügel verursacht Teilstörungen durch Unterbrechungen des Wanderkontaktes, 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 Schlussfolgerung, dass diese Massnahmen *gleichzeitig an allen auf einer Strecke verkehrenden Motorfahrzeugen getroffen werden müssen*, da der abwechslungsweise Verkehr von «funkenden» und von «entstörten» Stromabnehmern die Fahrdrahtpolitur fortgesetzt wieder zerstören und die Entstehung von stets neuen Fahrdrahtriffeln 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 durchgeführten Teilentstörung stetsfort 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 Fr. 1000.— 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 weitern 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 Teilstrekken oder einzelner Kurse nicht möglich ist. Ein voller und dauernder Erfolg ist also auch hier nur dann zu erwarten, wenn alle auf einem grössern Netzgebiet verkehrenden Lokomotiven innerhalb eines angemessenen Zeitraums 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 Bahnen auf den Ersatz der Stromabnehmerrollen durch *Löffel aus Chrom-Nickel-Stahl* nach dem System «Ohio Brass», die nur unbedeutende Aenderungen 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. geleiseloser Elektro-Omnibusbetrieb), mit Speisung durch doppeldrähtige Fahrleitung, lässt sich die Entstörung in befriedigender Weise durch Verwendung der vorerwähnten Stahllöffel «Ohio Brass» durchführen.

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

Technische Mitteilungen. — Communications de nature technique.

Ueber Elektrodampfkessel für hohe Spannungen.

621.181.646

Elektrodampfkessel mit grösserer Leistung werden im Prinzip nach Fig. 1 konstruiert, d. h. sie bestehen aus einem Kessel mit einer oder mehreren Elektroden, wobei der Strom direkt durch das Wasser geleitet wird. Das verdampfte Wasser wird durch Speisewasser, das normalerweise gelöste Salze als Elektrolyte enthält, ersetzt. Zwar kann in vielen Fällen ein grosser Teil des verdampften Wassers als Kondensat zurückgewonnen werden. Zur Ergänzung muss jedoch eine gewisse Menge gewöhnliches Speisewasser zugeleitet werden und damit gelangt kontinuierlich eine geringe Menge Salz in den Kessel. Deshalb würde das Kesselwasser allmählich eine zu hohe Leitfähigkeit erhalten und bei gleichem Wasserstand würde der Kessel eine grössere elektrische Leistung, als verlangt, aufnehmen, wodurch Gefahr für Lichtbogenbildung an den Elektroden, Knallgasbildung usw. eintreten kann. Deshalb muss man kontinuierlich Wasser aus dem Kessel ablassen, wobei Wärme verloren geht. Je nach dem Verhältnis m zwischen der zugeführten Menge Speisewasser und dem abgelassenen Wasser ist der Verlust verschieden. Diese Zahl m bedeutet ausser dem vorgenannten Verhältnis der Wassermengen auch gleichzeitig das Verhältnis der Wasserleitfähigkeiten. Fig. 2 zeigt den Verlust in Prozent der zugeführten Leistung, der bei verschiedenen Dampfdrücken und verschiedenen Werten von m eintritt, unter der Voraussetzung, dass das Speisewasser in anderer Art als durch den elektrischen Strom auf 70° vorgewärmt worden ist. In Fig. 2 wird als Nutzwärme die Wärme gerechnet, die erforderlich ist, um aus Wasser von 70° Dampf von dem angegebenen Druck zu erzeugen und als Verlust wird der Wärmeinhalt des abgelassenen Wassers von der Sättigungstemperatur bis 70° gerechnet. Wie Fig. 2 zeigt, muss also ein elektrischer Dampfkessel mit relativ hohem Salzgehalt, d. h. guter Leitfähigkeit des Kesselwassers arbeiten können, damit nur geringe Wassermengen abgelassen werden müssen, um den Verlust klein und den Wirkungsgrad hoch zu erhalten. Zwar kann man durch Vorwärmen des Speisewassers mit abgelassenem Wasser einen Teil des Wärmeinhalts zurückgewinnen, aber dies erfordert einen Vorwärmer und damit höhere Anlagekosten.

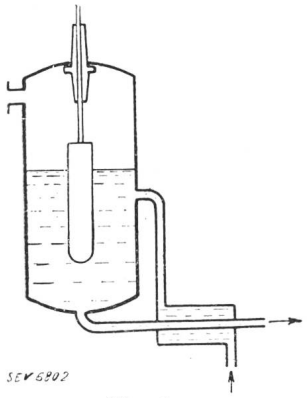

Fig. 1.
Prinzip eines Elektrodampfkessels.

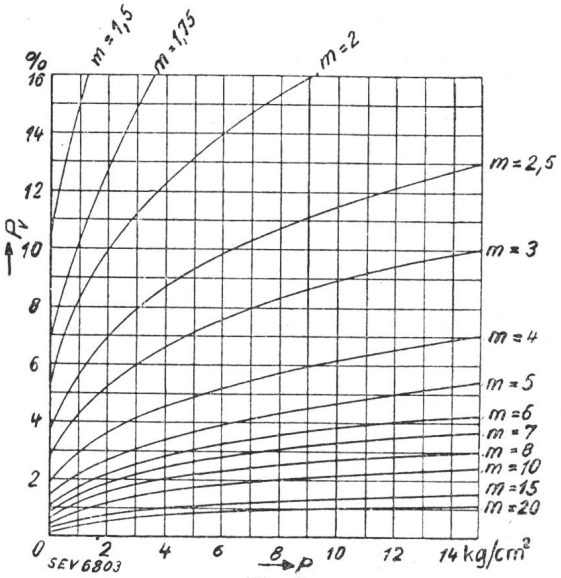

Fig. 2.
Verlust P_v (in %) in Funktion des Kesseldruckes p (in kg/cm²), für verschiedene Werte von m.

Wenn man einen Elektro-Dampfkessel konstruiert, wird im allgemeinen die Spannung und Leistung festgelegt sein. Daraus ergibt sich dann die Stromstärke und der Widerstand