

# Radio-Störkennlinien und Fahrdrahtpolarität elektrischer Bahnen

Autor(en): **Gerber, W.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Technische Mitteilungen / Schweizerische Telegraphen- und Telephonverwaltung = Bulletin technique / Administration des télégraphes et des téléphones suisses = Bollettino tecnico / Amministrazione dei telegrafi e dei telefoni svizzeri**

Band (Jahr): **13 (1935)**

Heft 2

PDF erstellt am: **13.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-873475>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

des Transformators wird sie viel stärker abgeflacht. Ihr Verlauf wird noch erheblich günstiger durch die Verwendung von Spezialvorrichtungen.

Figur 10 zeigt das vereinfachte Schema eines gittergesteuerten Gleichrichters. Es sind darin nur eine einzige Anode A und die Verbindungen eines einzigen Gitters G angegeben.

Den Gittern wird gegenüber der Kathode C nach Belieben eine positive oder negative Vorspannung erteilt, und zwar mit Hilfe einer Stromquelle B, einer Steuergruppe D, die durch den Synchronmotor M angetrieben wird, sowie der Widerstände R 1 und R 2. R 1 begrenzt den Gitterstrom, wenn die Vorspannung positiv ist, R 2 verhütet den Kurzschluss der Stromquelle B, wenn der umlaufende Arm den Stromkreis schliesst.

Ist der Kontakt des Umschalters offen, so sind die Gitter nur an den negativen Pol der Batterie angeschlossen und der Lichtbogen kann sich nicht entzünden. Wenn der Kontaktarm umläuft, so wird das entsprechende Gitter während des Augenblickes, wo er über ein Kontaktstück schleift, auf positive Spannung gebracht.

Um die Spannung zu regulieren, braucht man bloss der Steuermaschine, die durch den Motor angetrieben wird, welcher seinerseits mit dem den Gleichrichter speisenden Netz synchron läuft, gegenüber der phasenidentischen Stellung eine Phasenverschiebung  $t$  zu verleihen. Der Zündpunkt wechselt so für jede Halbwelle, und man erhält das hievon beschriebene, durch Figur 9 veranschaulichte Ergebnis.

Zum Löschen der Kurzschlüsse legt man in die Primärwicklung T ein in der Figur nicht angegebenes Ueberspannungsrelais, welches die Verbindung nach der positiven Klemme der Batterie B unterbricht; dann bleiben die Gitter beim Umlaufen des Kontaktarmes negativ, und der Lichtbogen erlischt automatisch am natürlichen Schluss der angefangenen Halbwelle.

Nach einer äusserst kurz bemessenen Zeit, die man zum voraus bestimmt, ermöglicht eine automatische Vorrichtung das stufenweise Anlassen des Gleichrichters. Wir werden darauf noch zurückkommen.

(Fortsetzung folgt).

comme l'indiquent volontairement les figures 8 et 9; par suite de la réactance du transformateur, elle est beaucoup plus aplaniée. L'allure s'améliore encore notablement par l'emploi de dispositifs spéciaux.

Le schéma d'un redresseur à grilles polarisées est donné d'une manière simplifiée par la figure 10. Nous n'avons indiqué qu'une seule anode A et les connexions d'une seule grille G.

La polarisation des grilles se fait, à volonté, positivement ou négativement par rapport à la cathode C, au moyen d'une source de courant représentée sur la figure par une batterie B, d'un commutateur tournant D entraîné par le moteur synchrone M, et de résistances de grilles  $R_1$  et  $R_2$ . Le rôle de  $R_1$  est de limiter le courant de grille lorsque la polarisation est positive et celui de  $R_2$  d'éviter la mise en court-circuit de la source B à la fermeture du contact tournant.

On voit que, si le contact du commutateur est ouvert, les grilles ne sont reliées qu'au pôle négatif de la batterie et l'arc ne peut pas s'allumer; si le contact est en mouvement, chaque fois qu'il passe sur un plot, la grille correspondante est portée pendant un instant à un potentiel positif.

Pour obtenir le réglage de la tension, il suffit de donner au commutateur, entraîné par le moteur en synchronisme avec le réseau alimentant le redresseur, un décalage  $t$  variable par rapport à la position d'identité de phase. Le point d'allumage se décalera ainsi pour chaque demi-onde et l'on obtiendra le résultat décrit plus haut et indiqué sur la figure 9.

Pour l'extinction des courts-circuits, on place dans le primaire T un relais de surintensité (non figuré sur le dessin) qui coupe la connexion allant à la borne positive de la batterie B; les grilles, malgré la rotation du contact, restent ainsi polarisées négativement et l'arc s'éteint automatiquement à la fin naturelle de la demi-onde commencée.

Après un temps très court, que l'on détermine à l'avance, un dispositif automatique que nous décrivons plus loin, permet le réamorçage graduel du redresseur.

(A suivre.)

## Radio-Störkennlinien und Fahrdraptpolarität elektrischer Bahnen.

Von Dr. W. Gerber, Bern.

Die klassischen Vorstellungen über Störbildung an Wanderkontakten unterscheiden grundsätzlich zwischen Schwankungen des Uebergangswiderstandes in endlichen Grenzen und Totalunterbrechungen des Kontaktstromes.

Schwankungen des Uebergangswiderstandes in endlichen Grenzen bestehen vorwiegend bei grösseren Kontaktströmen, wo rasche Distanzierungen (z. B. infolge Riffelbildung) zwischen Kontaktstück und Fahrleitung durch elektrisch leitende Lichtbogen überbrückt werden; damit sind rasche Strom- und Spannungsschwankungen im Wanderkontakt bedingt, welche jedoch nur einen Bruchteil des Gesamtwertes des Kontaktstromes und der Betriebsspannung darstellen.

Totalunterbrechungen können vorwiegend bei relativ kleinen Kontaktströmen auftreten<sup>1)</sup>; sie sind jeweils von „Löschfunken“ begleitet. Bei grösseren Stromstärken werden sie praktisch nur in schlechten Bahnanlagen beobachtet, bei erheblichen Distanzierungen zwischen Fahrdraptpol und Kontaktstück; es bilden sich dann „abreissende Lichtbogen“ von erheblicher Länge.

In beiden Fällen ist das Störungsbild durch die Häufigkeit und den Hochfrequenzanteil der Schwankungen bedingt. Naturgemäss ist der Hochfrequenzanteil und damit die Störwirkung bei Totalunterbrechungen am grössten; die einzelnen Störimpulse

<sup>1)</sup> Vgl. W. Burstyn, Ueber lichtbogenfreie Unterbrechung elektr. Ströme. E. T. Z. 1920, S. 503.

können in diesem Fall annähernd proportional der unterbrochenen Stromstärke gesetzt werden.

Besteht an einem Wanderkontakt bei einer bestimmten Stromstärke ein Uebergang von Löschfunken- zu Lichtbogenbildung, so zeigt die Störkennlinie an dieser Stelle ein Störungsmaximum.

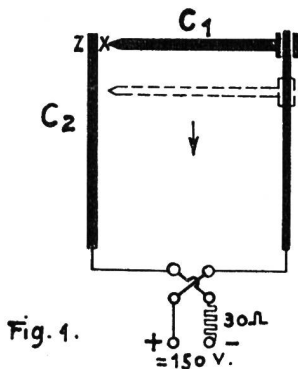


Fig. 1.

**I. Lichtbogenexperimente.**

Im folgenden wird mit Hilfe von zwei bekannten physikalischen Experimenten die Bedeutung der *Polaritäten am Wanderkontakt* für das Auftreten von Totalunterbrechungen gezeigt:

*Versuch mit fallender Elektrode.* Die Spitze eines fallenden Kohlenstabes  $C_1$  gleitet in 1 mm Distanz entlang einem ruhenden Kohlenstab  $C_2$  entlang, nachdem im Punkt Z durch momentanes Berühren der Elektroden ein Lichtbogen gezündet wurde.

Ist die Polung derart, dass die fallende Elektrode  $C_1$  Kathode ist, so wandert der Lichtbogen störungsfrei mit; ist dagegen die wandernde Elektrode  $C_1$  als Anode geschaltet, so reisst der gezündete Lichtbogen nach kürzestem Wegstück ab, unter Bildung eines kräftigen Störimpulses.

*Versuch mit rotierender Scheibe.* Einer rotierenden Bronzescheibe S wird von Hand eine stiftförmige Tastelektrode T genähert.

Ist die Tastelektrode positiv, so werden Löschfunken und heftige Radiostörungen erzeugt; wird dagegen die Tastelektrode T als Kathode geschaltet, so bildet sich ein dauernder Lichtbogen und ein schwaches „Lichtbogenrauschen“ im Empfang — bei Anwendung von Kohlschleifstücken verschwindet auch das Lichtbogenrauschen praktisch vollständig.

Die beiden Experimente zeigen, dass Lichtbogen physikalisch einem heissen Kathodenfleck (Emissions-

quelle) zugeordnet sind. Befindet sich der Kathodenfleck auf dem Schleifstück, so wandert der Lichtbogen mit; befindet sich dagegen der Kathodenfleck nicht auf dem Schleifstück, so bleibt er gegen das wandernde Schleifstück zurück — der Lichtbogen verlängert sich und reisst ab.

Es soll nun auf Grund der bisherigen und neuerer Störungsmessungen an elektrischen Bahnen gezeigt werden, dass Einflüsse der Fahrdrähtpolarität im Sinne der beiden Lichtbogenexperimente bestehen.

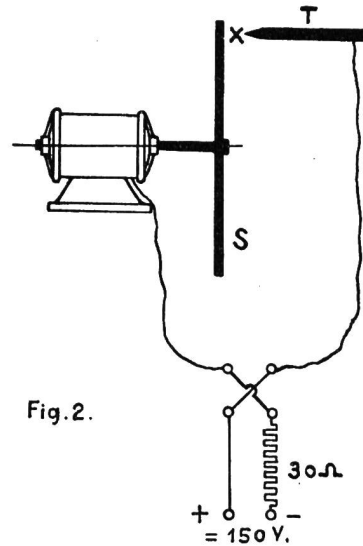


Fig. 2.

**II. Messungen an elektr. Strassenbahnen.**

Die schweiz. Radiostörungskommission, die TT-Verwaltung und die Firma Brown, Boveri, Baden, haben bis heute insgesamt an 15 Orten in 10 verschiedenen Bahnanlagen Messungen der Lichtstrom- und Fahrstromstörungen durchgeführt.

Zusammenfassend zeigen die Resultate ohne Ausnahme bei *negativer* Fahrleitung extreme Lichtstromstörungen. (Messungen in Pont de Sierne, Cartigny, Boudry, Areuse-Cortaillod). Bei *positiver* Fahrleitung waren die Lichtstromstörpegel annähernd in der Grösse der Fahrstromstörungen.

Die Figuren 3 und 4 zeigen die Ergebnisse neuerer Störungsmessungen bei verschiedenen Fahrdrähtpolaritäten an der Murtenstrasse in Bern:

(Eindrähtige Fahrleitung, leicht geriffelt; Spannung: ca. 600 Volt =; zweiachsige Motorwagen mit AL-Lyrenbügel; Beleuchtungsstromstärke: 0,4 Amp.)

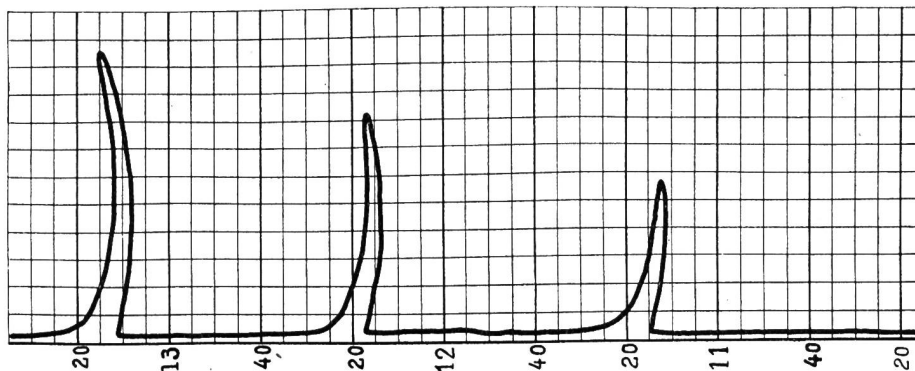


Fig. 3. Geräuschdiagramm für Lichtstrombelastung bei *positiver* Fahrleitung; die darin sichtbaren Störungszacken entsprechen Totalunterbrechungen an den Aufhängepunkten der Fahrleitung ( $\sqrt{\text{Papier}}$  : 10 mm/sec).

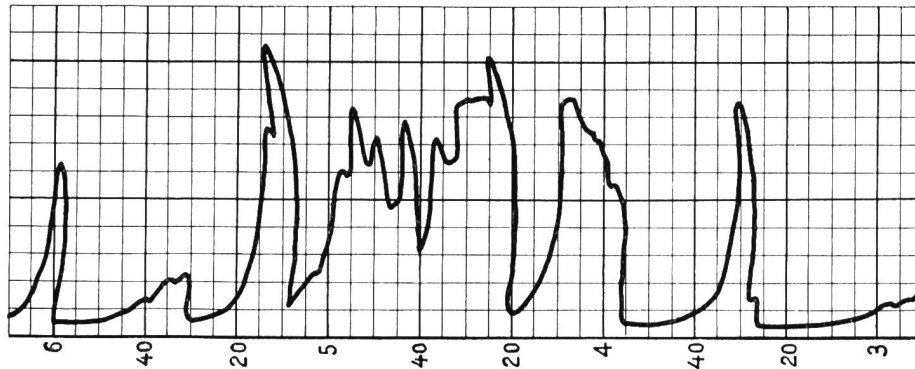


Fig. 4. Geräuschdiagramm für Lichtstrombelastung bei negativer Fahrleitung; die Störungszeiten der Aufhängepunkte blieben gegenüber Fig. 3 als Totalunterbrechungen amplitudenmässig erhalten — dazwischen traten jedoch Störungsgruppen infolge von Totalunterbrechungen an der Fahrdrattrifflung.

Aus Messungen an Bahnsignalen mit Beidrähten folgt, dass extreme Störungsmaxima bei ca. 0,4 Amp. Signalstrom/Beidraht auftreten<sup>2)</sup>. Da bei allen Serienschaltungen von Stromübergängen nach Art der Signalanlagen mit Beidrähten stets ein Schleifdraht gegenüber dem Kontaktstück negative Polarität aufweist, war die Frage naheliegend, ob etwa das extreme Störungsmaximum einem bestimmten Stromübergang zwischen Schleifstück und Draht zugeschrieben werden darf. Diesbezügliche Versuche haben jedoch gezeigt, dass die Störwirkung bei einer Signalstromstärke von 0,4 Amp. sowohl auf dem Beidraht, als auch dem Fahrdraht entlang annähernd unabhängig von der Fahrdrattpolarität und der Fahrzeugstrombelastung ist. Es entstehen demnach auf dem Beidraht bei der Signalstromstärke von 0,4 Amp. häufige Totalunterbrechungen — durch die Unruhe und Deformationen des Beidrahtes begründet — unabhängig von der Beidrahtpolarität. Das Ergebnis schliesst jedoch nicht aus, dass ein Unterschied der Maxima der Störkennlinien bei verschiedener Fahrdrattpolarität bestehen kann. (Analoge Überlegungen gelten auch für Trolleybusse, wo stets ein Fahrdrat gegenüber einem zugehörigen Schleifstück negative Polarität aufweist; entsprechende Messungen wurden jedoch an der Trolleybuslinie der Tramways Lausannoises seinerzeit nicht durchgeführt, weil der Lichtstrom einer Wagenbatterie entnommen wird — die Verwendung einer Lichtstrombatterie bei Trolleybussen liegt offenbar im Interesse der Störungsbekämpfung.)

### III. Zusammenfassung der Einzelergebnisse.

Bekanntes Lichtbogenexperimente zeigen, dass Lichtbogenbildung begünstigt wird, wenn die Wanderelektrode als Kathode geschaltet wird.

Bei elektrischen Strassenbahnen erfolgt daher der Uebergang von Löschfunken zu Lichtbogen bei

<sup>2)</sup> Vgl. Radiostörungen durch Bahnsignale mit Beidrähten. W. Gerber. S. E. V. Bulletin Nr. 5, 1935.

positiver Fahrdrattpolarität bei kleineren Stromstärken als bei negativer Fahrleitung. (Vergl. Fig. 5.)

Zahlreiche Messungen in Strassenbahnanlagen zeigen in bester Uebereinstimmung mit Fig. 5, dass Lichtstromstörungen durch negative Fahrdrattpolarität begünstigt werden.

Eine Beeinflussung der Störkennlinien durch negative Kontakttrahtpolarität ist ebenfalls bei Serienschaltungen von Stromübergängen an Wanderelektroden (z. B. Trolleybusse, Signalanlagen mit Beidrähten, usw.) und bei Wechselstrombahnen zu erwarten.

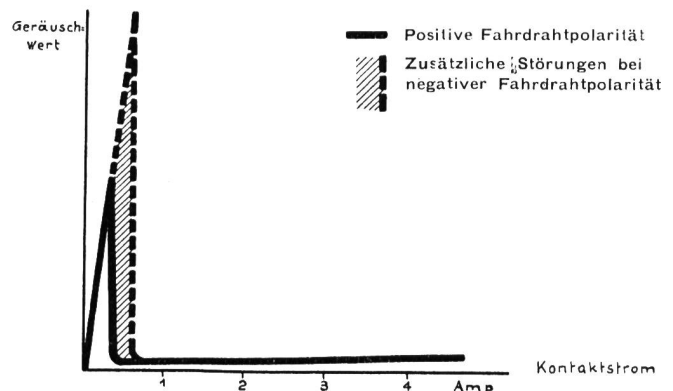


Fig. 5. Grundsätzliche Störkennlinien bei Voraussetzung bestimmter Distanzierungen, Kathodeneigenschaften und Fahrgeschwindigkeit, für positive und negative Fahrdrattpolaritäten.

In diesem Zusammenhang ist vorgesehen, Untersuchungen über die Störungsstruktur von Wechselstrombahnen durchzuführen. Einige vorläufige Versuche im Radiolaboratorium haben ferner gezeigt, dass Oberflächen von Wanderkontakten durch die Polarität beeinflusst werden; es wird deshalb beabsichtigt, auch in dieser Richtung praktische Untersuchungen vorzunehmen.

Bern, im August 1934.