

Der Umbau von Rollenkontakt auf Bügelkontakt bei der Städtischen Strassenbahn Zürich

Autor(en): **Winterhalter, U.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **71/72 (1918)**

Heft 19

PDF erstellt am: **26.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-34752>

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.

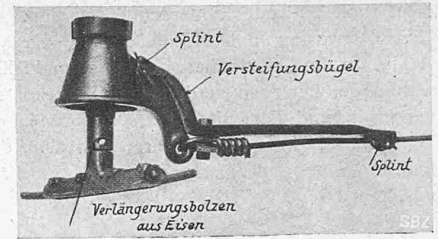
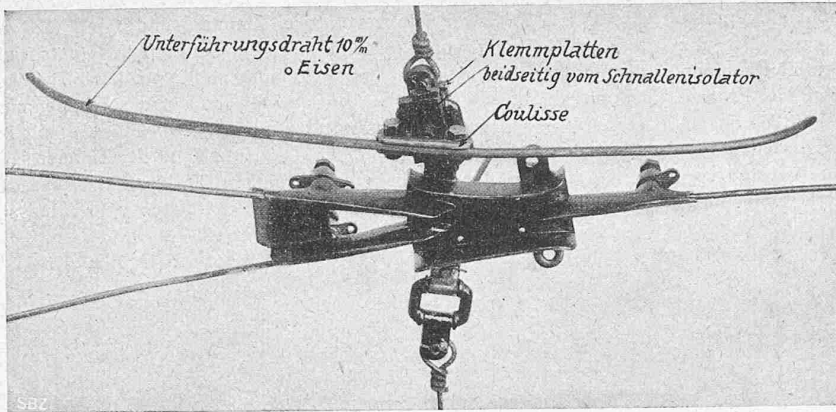


Abb. 3. Einarmiger Kurvenhalter.

Abb. 5 (links). Luftweiche für Rollenkontakt, mit seitlichem Unterführungsdraht für den Bügel-Stromabnehmer.

Der Umbau von Rollenkontakt auf Bügelkontakt bei der Städtischen Strassenbahn Zürich.

Von U. Winterhalter, Bahningeur, der St. St. Z.

Im Jahre 1894 wurde in Zürich die erste elektrische Strassenbahnlinie in Betrieb genommen, die „Elektrische Strassenbahn Zürich“ mit den Strecken Bellevueplatz-Kreuzplatz-Burgwies (2,5 km) und Bellevueplatz-Pfauen-Römerhof Kreuzplatz (2,1 km)¹⁾. Für diese Linie sowohl als auch für die in den Jahren 1895 bis 1898 in Zürich und Umgebung erstellten privaten Strassenbahnen, nämlich die: „Industriequartier-Strassenbahn“ (2,1 km); „Zentrale Zürichberg-Bahn“ (3,6 km); „Elektrische Strassenbahn Zürich-Oerlikon-Seebach“ (Stadtstrecke 2,8 km) und „Elektrische Strassenbahn Zürich-Höngg“ (Stadtstrecke 1 km) wurde als Stromabnehmer die Rolle gewählt.

Für die ersten von der Stadt Zürich selbst zum Bau beschlossenen elektrischen Strassenbahnlinien, nämlich Bellevue-Paradeplatz-Bahnhof Enge und Kreuzplatz-Hauptbahnhof-Heuried schlug der Stadtrat im Jahre 1896 die oberirdische Stromzuführung mit Verwendung des Gleitbügels vor, um den Anforderungen der Aesthetik so weit als möglich zu genügen, d. h. die Masten und Abspannungen für die Aufhängung des Kontaktdrahtes in den zahlreichen Kurven, auf den öffentlichen Strassen und Plätzen auf ein Minimum zu beschränken.

Am 9. Mai 1896 entschied sich der Grosse Stadtrat für das System der oberirdischen Stromzuführung; er liess dabei die Frage, ob die Stromabnahme durch Bügel oder Rolle (Trolley) zu geschehen habe, offen; in der Folge kam dann die Rolle zur Anwendung. Dabei dürfte in erster Linie das Vorhandensein der Rollen-Oberleitung bei den schon im Betriebe befindlichen Strassenbahnen im Gebiete der Stadt Zürich und Umgebung und namentlich bei der auf 1. Juli 1896 zurückgekauften Linien der A.-G. „Elektrische Strassenbahn Zürich“ massgebend gewesen sein. So wurde in der Folge für den Umbau der Pferdebahn im Jahre 1900²⁾ und für alle Netzerweiterungen der Rollenkontakt gewählt; Ende 1914 waren 78,246 km doppeldrähtige Kontaktleitungen für die Betriebsgeleise, 6,340 km Kontaktleitung für die Depotgeleise und 350 Luftweichen vorhanden.

Der Unterhalt dieser zum Teil in sehr dichtem Verkehr (2 1/2 Minutenbetrieb) liegenden Oberleitung verursachte bedeutende Kosten, und es war trotz häufiger, eingehender Kontrolle nie ein befriedigendes Funktionieren der Rolle zu erzielen. Die häufigen Entgleisungen der Rolle waren auf eine Reihe von Ursachen zurückzuführen, auf das Einhängen des Trolleyseils an Wagenteilen, auf zu leichtes oder zu hartes Spiel des Trolleybockes, auf zu kleinen oder zu grossen Trolleydruck, zu rasches Einfahren in die Weichen, auf das Verspannen sonst gut einregulierter Luftweichen bei Temperaturschwankungen; auch spielten die

verschiedenen Wagentypen und der Geleisezustand eine wesentliche Rolle. So waren auf dem ganzen Netz täglich bis zu 70 und mehr Trolley-Entgleisungen zu verzeichnen. Zur Herstellung eines dauernd guten Kontaktes und namentlich zur Vermeidung allzuhäufiger Entgleisung der Stromabnehmer wurden die Trolleybockfedern immer wieder nachgespannt; mit Rücksicht auf den Geleisezustand und die Wagenfederung konnte jedoch nicht unter 7 kg Trolleydruck gegangen werden. Dieser hohe Trolleydruck bedingte starke Schläge bei den Aufhängepunkten und war eine der Hauptursachen für die Kontakt Drahtbrüche, die in verhältnismässig grosser Anzahl, vornehmlich an den starren Stellen der Oberleitung, bei den Unterbrechungsisolatoren, den Weichen und Kreuzungen vorkamen.

Auf dem ganzen Netz ereigneten sich in den Jahren 1911 87 Kontakt Drahtbrüche, d. h. ein Bruch auf 86000 Motorwagen-km, 1912 63 Brüche, oder einer auf 123000, 1913 52 Brüche, oder einer auf 158000, 1914 30 Brüche, oder einer auf 250000 Motorwagen-km.

Trotz des Rückganges der Anzahl der Brüche, der im teilweisen Einbau eines stärkern Drahtprofils von 80 mm² Kupferquerschnitt gegenüber 50 mm² begründet ist, war die Zahl der Brüche immer noch eine grosse, und es ist als ein glücklicher Zufall zu bezeichnen, dass, dank der in grosser Zahl angebrachten Sicherungen, der gerissene Draht am Herunterfallen meistens verhindert werden konnte, oder dann, wenn dieses nicht möglich war, der heruntergefallene Draht keine Personen verletzte.

Im Fernern mussten in vermehrtem Masse Draht-Erneuerungen vorgenommen werden, da sich besonders in der Nähe der Aufhängepunkte und in Kurven durch den Rollenbetrieb eine starke Drahtabnutzung einstellte, wobei die dazwischen liegenden freihängenden und geraden Strecken auch mit ausgewechselt werden mussten, trotzdem die Abnutzung dort nur eine sehr geringe war. Wägungen der ausgewechselten Drähte ergaben eine Gewichtsverminderung durch Abnutzung von 30%.

Diesen Nachteilen des Rollenstromabnehmers stehen als Vorteile des Bügelstromabnehmers gegenüber: Vereinfachung der Oberleitungsanlage, Unmöglichkeit der Entgleisungen, Wegfall des umständlichen Umlegens des Stromabnehmers beim Richtungswechsel der Wagen.

Diese Ueberlegungen führten die Direktion der Strassenbahn dazu, dem Stadtrat den Umbau der Oberleitung von Rollenkontakt auf Bügelkontakt zu beantragen. Mit Beschluss vom 24. Juni 1914 hat der Stadtrat, und am 7. November 1914 der Grosse Stadtrat den Umbau gutgeheissen.

Die Umbaukosten waren wie folgt veranschlagt:

- | | |
|---|------------|
| a) Umänderung von 224 Motorwagen (ohne die Wagen, die im Jahre 1915 zur Ablieferung gelangten) zu 225 Fr. | 50 400 Fr. |
| b) Umbau der Kontaktleitung, 85 km zu 1000 Fr. | 85 000 Fr. |
| c) Unvorhergesehenes | 14 600 Fr. |

Zusammen 150 000 Fr.

¹⁾ Beschrieben in Band XXIII, Seite 95 (14. April 1894).

²⁾ Band XXXIII, Seite 156 (Mai 1899).

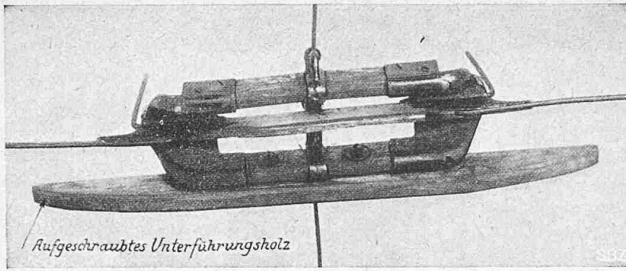


Abb. 4. Unterbrechungsisolator (Uebergangsform).

Die von der städtischen Strassenbahn betriebenen Bahnen, die „Zürich-Höngg-Bahn“ und die „Albisgütlibahn“ leisteten an den Umbau ihrer Oberleitungen einen Beitrag von je 600 Fr. Die bis nach Stadelhofen auf Stadtgebiet fahrende und ebenfalls von der St. St. Z. betriebene „Forchbahn“ hat zu ihren Kosten ihre ausserhalb der Stadt liegende Oberleitung umgebaut und die sechs Motorwagen mit Bügelstromabnehmern ausgerüstet.

Eine linienweise Durchführung des Umbaus bis zur Fertigstellung für den reinen Bügelbetrieb war nicht möglich, da die Wagen erst dann mit Bügel hätten ausgerüstet werden können, nachdem alle in den betreffenden Linien liegenden, dem Bügelbetrieb hinderlichen Oberleitungsbestandteile entfernt gewesen wären. Es war daher notwendig, vorerst alle jene Bestandteile der Rollenoberleitung, die dem Bügelbetrieb hinderlich waren, zu ändern, d. h. es war die ganze Oberleitung provisorisch für gemischten Rollen- und Bügelbetrieb einzurichten.

Zu diesem Zwecke musste in erster Linie die Bügelkonstruktion und die zukünftige Höhe der Kontaktleitung festgelegt werden. Der Bügel kann wegen seiner geringeren Länge nicht so grosse Höhenunterschiede der Fahrleitung ertragen, wie das Trolley. Als normale Höhe der Kontakt-

leitung im Aufhängepunkte wurden 6,100 m angenommen, sodass der Bügel, der in senkrechter Stellung und bei neuen Bandagen eine Höhe von 6,330 m aufweist und beim Umlegen vermöge seiner federnden Scheereneinrichtung um rund 20 cm einfedert, die Kontaktleitung noch etwa 3 cm heben muss; die tiefste Stelle der Kontaktleitung ist bei der Unterführung der Limmatstrasse unter der rechtsufrigen Bahnbrücke der S.B.B. mit 4,745 m (Abbildung 1).

Als Bügel wurde eine Konstruktion gewählt, die sich bei der Städtischen Strassenbahn Bern bewährt hat (Abb. 2); sie weist zwei Federungen auf, eine, die das Heben des ganzen Bügels durch zwei Torsionsfedern von 21 mm Drahtdicke bewirkt, und eine zweite Federung, die insbesondere für das Umlegen des Bügels bestimmt ist und die bei der Aenderung der Fahrriechtung nicht nur ein Eindrücken des Gleitstückes verhindert, sondern auch mittels einer Scheerenkonstruktion ein Einschieben des Bügels in den Bügelbock um rund 20 cm gestattet.

Die ganze Bügelbreite wurde zu 2,00 m angenommen, damit das 1,60 m lange Gleitstück mit nutzbarer Gleitlänge von mindestens 1,20 m eine möglichst grosse Ausnutzung der Vorteile des Bügels bei den Abspannungen in Kurven erlaube. Das 1,60 m lange Gleitstück selbst ist aus Aluminium gegossen und zwar in einem Winkelprofil gemäss Abbildung 2 (1 : 5).

Sowohl Bügelbock als auch Bügel und Gleitstück wurden in der Zentralwerkstätte Seefeld der Strassenbahn hergestellt und auf die Wagen montiert. Die Montage der Bügelböcke erfolgte auf den abgeänderten Holzrahmen der Trolleyböcke; für das Umlegen des Bügels, bzw. für dessen Herunterziehen wird das Seil so über Rollen auf den Wagendächern geführt, dass der Kondukteur vom Wageninnern aus diese Manipulation leicht ausführen kann. Die Torsionsfedern bewirken einen Druck von maximal 6 kg in Richtung vertikal zum Fahrdrabt, die Zugfedern sind auf 5,5 kg gespannt, sodass ein Eindrücken des Bügels bei seinem Umkehren einen Druck von 5,5 kg benötigt.

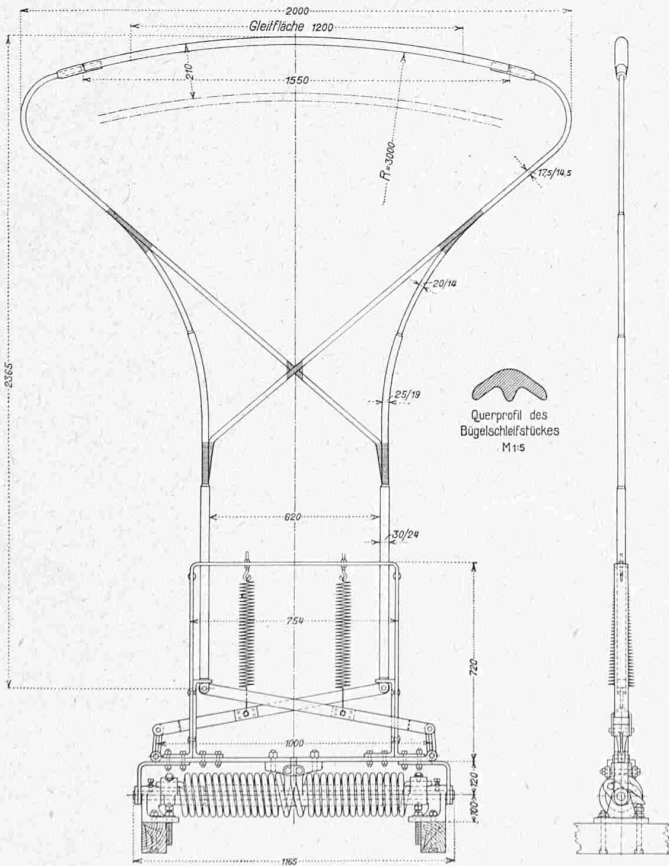


Abb. 2. Bügelstromabnehmer der Städtischen Strassenbahn Zürich. — 1 : 25.

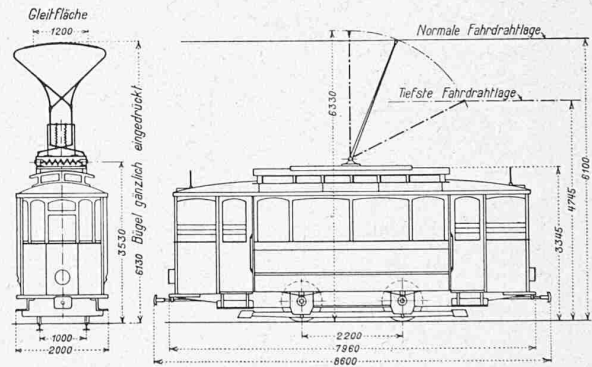


Abb. 1. Zürcher Strassenbahnwagen mit Bügel. — 1 : 150.

Die nachstehend erwähnten Abbildungen zeigen die hauptsächlichsten Oberleitungsbestandteile für den provisorischen Umbau, d. h. die an vorhandenen Oberleitungsteilen vorgenommenen Abänderungen zur Ermöglichung gleichzeitigen Betriebes mit Rolle und Bügel. Es sind dies: Einarmiger Kurvenhalter (Abbildung 3), der, zur Vermeidung des Anschlages des Bügels an dem Arme, einen Verlängerungsbolzen aus Eisen zwischen Isolierbolzen und Klemmöse, und zur Aufrichtung einen Versteifungsbügel montiert erhielt. Beim doppelarmigen Kurvenhalter kam man mit der Anbringung eines Verlängerungsbolzens aus. Die Unterbrechungs-Isolatoren (Abbildung 4) erhielten einseitig ein eichenes Unterführungsholz angeschraubt. Bei den Luftweichen (Abbildung 5) wurden einseitig durch den Schnallenisolator hindurch mittels eines Bolzens zwei Klemmplatten befestigt, die als Träger für eine Klemmöse ausgebildet waren, in die ihrerseits ein eiserner Unterführungs-

draht von 10 mm Φ eingeklemmt war. Bei der rechtwinkligen Luftkreuzung (Abbildung 6) vermittelte eine aufgeschraubte Holzeinlage mit Nuten und allseitig aufgenieteten Unterführungsblechen ein gleichzeitiges Befahren mit Rolle und Bügel. Bei den schrägwinkligen Luftkreuzungen (Abbildung 7) konnten entweder durch beidseitige, mittels Befestigungsbügeln aufgeklebte, eiserne Unterführungsdrähte von 10 mm Φ , oder dann, ähnlich wie bei den Luftweichen, nur einseitig an die Schnallenisolatoren angeklebte Unterführungsdrähte Anwendung finden. — Die Rolladenunterführungen bei den Wagenremisen mussten von Anfang an definitiv umgebaut werden und erhielten zur bessern Führung der Rolle auf dem Mittelstücke der Unterführung eine nach unten zylindrisch abgerundete Leiste aufgeschraubt.

Bis Mitte März 1915 war auf dem ganzen Netz dieser provisorische Umbau durchgeführt und bis Ende Mai 1916 waren an sämtlichen Motorwagen die Rollenstromabnehmer ersetzt; von diesem Zeitpunkt an konnte mit dem Umbau auf reinen Bügelbetrieb begonnen werden. Neben der Entfernung aller, den Bügelbetrieb gefährdenden, provisorisch umgebauter Oberleitungsteile, nämlich Luftweichen, Kreuzungen und Kurvenhalter, wurde danach getrachtet, der Reihe nach ganze Linien definitiv für den Bügelbetrieb umzubauen; diese wurden nacheinander fertig gestellt, als erste die Linie 4 am 17. August 1916 und als letzte die Linie 7a (Enge-Giesshübel) am 23. Februar 1917. Ende Februar 1917 war demnach der definitive Umbau auf dem ganzen Netz der städtischen Strassenbahn Zürich beendet.

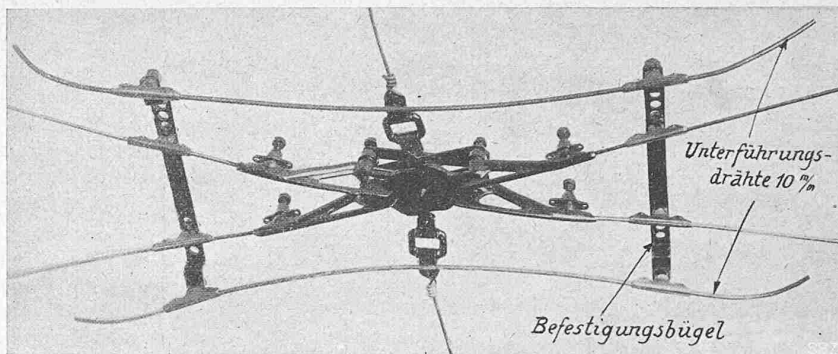


Abb. 7. Spitzwinklige Luftkreuzung mit beidseitigen Unterführungsdrähten.

die Rolladenunterführungen wurden von den gebräuchlichen Ausführungen etwas abweichende Formen gewählt. Sämtliche Konstruktionen sind für Runddraht ausgeführt, da der für Rollenbetrieb seinerzeit eingeführte Kerbdraht für den Bügelbetrieb nicht mehr nötig ist und mit der Zeit durch Runddraht ersetzt werden kann. Eine Auswechslung des Drahtes fand mit Rücksicht auf den zur Zeit herrschenden Mangel an Kupfer-Kontaktdraht nur in den notwendigsten Fällen statt.

Die für den Bügelbetrieb umgebauter Oberleitung befährt sich gut, die vielen durch Entgleisung des Stromabnehmers hervorgerufenen Störungen sind in Wegfall gekommen; auffallend ist das beinahe vollständige Verschwinden der Drahtbrüche. Als Beispiel dafür, wie sich die Oberleitung für den Bügelbetrieb wesentlich einfacher gestaltet, zeigt ein Vergleich der Anlage Bürkliplatz vor und

Der Umbau von Rollenkontakt auf Bügelkontakt bei der Städt. Strassenbahn Zürich.

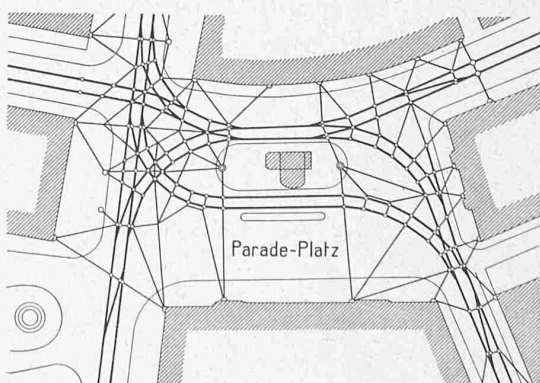
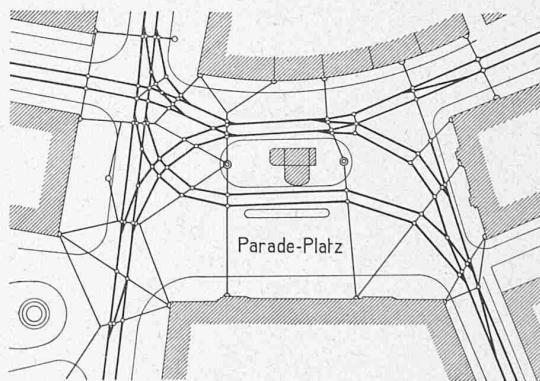
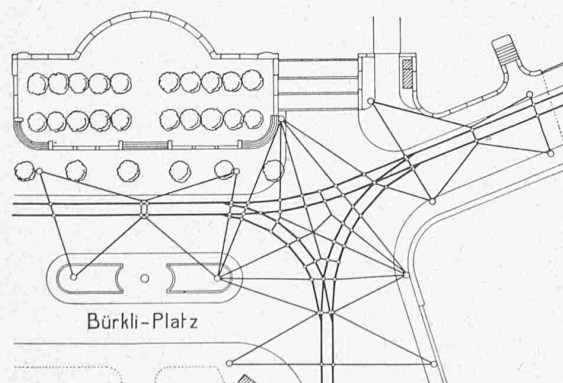
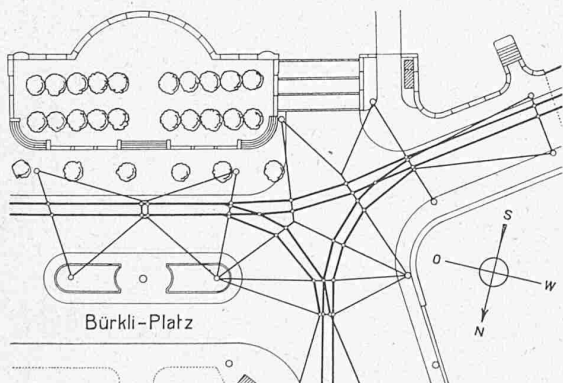


Abb. 8 und 9. Abspannungsnetze auf Bürkli- und Paradeplatz, unten für Rollen-, oben für Bügel-Fahrleitung. — Masstab 1:1500.

Für die neue Bügeloberleitung fanden die für innerstädtischen Betrieb gebräuchlichen Konstruktionen Verwendung, wobei darauf Rücksicht genommen wurde, möglichst viele Bestandteile der Rollenoberleitung wieder zu benützen. Einzig für die Unterbrecher, die Weichenstellkontakte und

nach dem Umbau von Rolle auf Bügel (Abbildung 8), sowie der Anlage Paradeplatz (Abbildung 9).

Die gesamten Bauausgaben stellen sich netto auf Fr. 125 434,22; gegenüber dem Voranschlag ergab sich also eine Ersparnis von Fr. 24 565,78.

Auch in bezug auf Betriebsausgaben stellt sich der Bügel nach den bisherigen Beobachtungen günstiger als die Rolle. An der Kontaktleitung entstehen wesentlich weniger Störungen durch den Wegfall der Entgleisung der Stromabnehmer und durch Verminderung der Drahtbrüche. Die Drahtabnutzung scheint, nach anfänglich etwas stärkerer Zunahme, jetzt, nachdem sich an allen Drähten eine Gleitfläche gebildet hat, nur langsam fortzuschreiten; ein leichtes Schmieren der Oberleitung und der Bügel wirkt in dieser Beziehung günstig.

Die Bügelgleitstücke weisen am Anfang des Umbaus, namentlich während der Zeit des gemischten Betriebes, ziemlich starke Abnutzung auf; es kamen auch eine Anzahl Beschädigungen der Bügel durch Einhängen an Oberleitungsteilen und dergleichen vor. Zur Zeit hat sich aber dieser Bügelverbrauch wesentlich vermindert, sodass durchschnittlich auf 19 000 Wagen-km ein Gleitstück zu rechnen ist. Auch die Gleitstücke werden in der Zentralwerkstätte Seefeld von der Strassenbahn selbst hergestellt; ihr Neugewicht beträgt 2800 gr, die Abnutzung im Durchschnitt 550 gr und der für den Umguss durch Abbrand nötige Aluminiumzusatz etwa 135 gr, sodass zur Herstellung eines neuen Gleitstückes etwa 685 gr Aluminium neu zu beschaffen sind.

Der Umbau der Oberleitung wurde vom technischen Personal der städtischen Strassenbahn unter Zuzug eines in der Erstellung von Bügeloberleitungen erfahrenen Technikers geleitet; die Arbeiten selbst sind durch das Oberleitungspersonal der Strassenbahn mit Verstärkung aus dem Bahndienstpersonal in Regie ausgeführt worden.

Ueber Lüftung von Untergrundbahnen.

Die während des letzten Jahrzehnts zur Verbesserung der Lüftung von Untergrundbahnen getroffenen Massnahmen bilden den Gegenstand eingehender Ausführungen von Ingenieur A. Goupil im „Génie Civil“ vom 19./26. Januar und 2. Februar l. J. Insbesondere haben die Erfahrungen bei der 1904 eröffneten Untergrundbahn in New York zu neuen Gesichtspunkten in bezug auf die Lüftung von unterirdischen Strecken geführt. Diese sowie die Pariser Untergrundbahnen haben gezeigt, dass nur durch eine wesentliche Luftverbesserung in den Wagen, d. h. durch eine reichliche Lufterneuerung im Tunnel, einer tatsächlichen Gefahr in hygienischer Hinsicht begegnet werden könne. Dabei muss sowohl auf die Herabsetzung der Temperatur, als auch auf die Beseitigung von Wasserdampf, Gerüchen und Staub Rücksicht genommen werden. Vor allem ist zu verhindern, dass in der warmen Jahreszeit die Tunneltemperatur die Aussentemperatur übersteige, da dadurch der Feuchtigkeitsgehalt erhöht würde. Sofern nicht den Tunnel umgebendes Grundwasser genügende Abkühlung bringt, muss, da infolge des Stillstands des Zugverkehrs während der kühleren Nachtzeit auf eine Lüfterneuerung auf natürlichem Wege nicht zu rechnen ist, für künstliche Ventilation unbedingt Sorge getragen werden. In dieser Richtung waren an den älteren Linien der Pariser Untergrundbahnen umfangreiche Verbesserungen erforderlich, die hingegen nicht immer eine völlig befriedigende Wirkung hatten. Bemerkenswerte Beispiele künstlicher Lüftung bieten dagegen die Tunnel der Untergrundbahn in Boston, die von Goupil an genanntem Orte eingehend beschrieben werden. In London, wo die Tunnel bis 30 m tief unter der Erdoberfläche liegen und die Lüftung infolgedessen sehr erschwert ist, sind in neuerer Zeit mittels Ozon, das ausserdem die Eigenschaft besitzt, Gerüche tierischen Ursprungs zu beseitigen, gute Ergebnisse erzielt worden. Bei der Berliner Untergrundbahn und den neuen

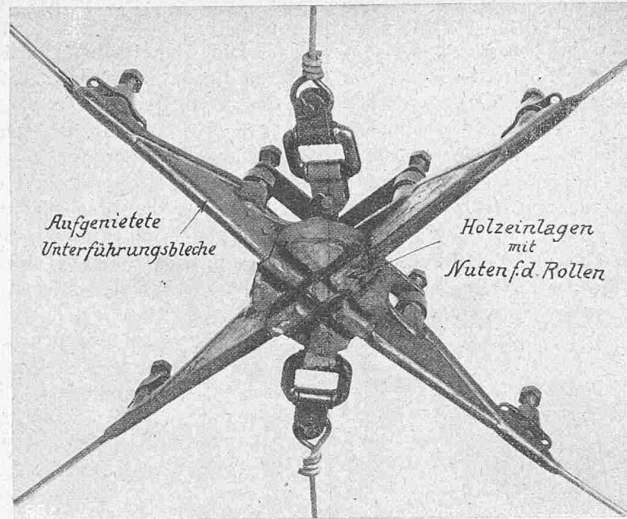


Abb. 6. Rechtwinklige Luftkreuzung.

Strecken des „New York Subway“ ist durch die reichlichen Ausweitungen der Haltestellen eine genügende Lüftung gewährleistet.

Die im Tunnel herrschenden Gerüche rühren, abgesehen von den Ausdünstungen des menschlichen Körpers, der Kleider usw., zum grossen Teil von den Betriebseinrichtungen her, z. B. vom Schmiermaterial, von dem erhitzten Isoliermaterial der Motorwicklungen, dem mit den Bremsklötzen in Berührung kommenden Staub usw. Eine ausreichende Lüftung wird zu deren Beseitigung genügen. Häufig stammen aber die Gerüche auch vom Imprägnierungstoff der Schwellen, der Geleisebettung oder von Schimmelerscheinungen an den Tunnelwänden her. Gegen die letztern wird nur eine ration-

nelle Entwässerung des Tunnels Abhilfe bringen. Was schliesslich den Staub anbetrifft, so wird er nicht nur durch die Fahrgäste und den Wind von aussen her in die Untergrundbahn hineingetragen; vielmehr wird sowohl durch die Abnutzung des Schotters, als durch jene der Bremsklötze, Räder und Schienen dauernd Staub erzeugt. Dieser metallische Staub ist für die Atmungsorgane besonders schädlich. Einerseits kann hier durch Einführung der elektrischen Bremsung Abhilfe geschaffen werden.¹⁾ Andererseits wurde z. B. bei der Untergrundbahn in Philadelphia der Oberbau ohne Schotter als vollständig glatt verputzte, leicht waschbare Fläche ausgeführt. Auch auf einzelnen Bahnhöfen, bzw. Strecken in New York, London und Paris ist der Steinschotter durch Beton ersetzt worden.

Das Kraftwerk an den Vamma-Fällen in Norwegen.

Der die südöstlichen Bezirke Norwegens auf 500 km Länge durchziehende Glommen mit seinem 91 Seen umfassenden, dem achten Teil des gesamten Flächeninhalts Norwegens entsprechenden Niederschlagsgebiet von 41 500 km², bildet für Kristiania und das Gebiet am Kristianiafjord eine ausgiebige Quelle für die Gewinnung elektrischer Energie. Der Mjösen-See, der grösste See Norwegens, dessen Abfluss der sich in den Glommen ergiessende Vormen ist, stellt ein natürliches Becken von 360 km² Oberfläche und 800 Mill. m³ Fassungsvermögen dar, das seit dessen Regulierung²⁾ auch während den Wintermonaten eine minimale Wassermenge von 200 m³/sek im Unterlauf des Glommen sichert. Allerdings wird die Wasserkraft-Ausnutzung dadurch erschwert, dass die höchste Wassermenge 4000 m³/sek erreicht. Unterhalb des Oieren-Sees bildet der Glommen zahlreiche Wasserfälle, den Mörkfos, den Solbergfos, die Fälle bei Kykkelsrud (Fossumfos, Sandefos, Dalefos und Kikkelsrudfos), den Vammafos und den Sarpfos. Als erster derselben wurde im Jahre 1896 der 18 m hohe Sarpfos durch die Erstellung der Anlage Hafslund bei Sarpborg ausgebaut³⁾, die heute 25 000 PS abgibt. Im Jahre 1900 wurde dann die Ausnutzung der vier Stromschnellen bei Kykkelsrud mit einem Gesamtgefälle von 19 bis 20 m in Angriff genommen⁴⁾, die gegenwärtig 46 000 PS entwickelt. Als dritte Anlage ist nun jene an den Vamma-Fällen, 6,5 km unterhalb der Kykkelsrud-Fälle und 32 km oberhalb des Sarpfos, hinzugekommen, die 1915 in Betrieb genommen wurde. Wir entnehmen darüber „Engineering“, nach dem auch die beigegebenen Abbildungen gezeichnet sind, folgende Einzelheiten.

¹⁾ Vergl. z. B. den von Ingenieur R. Legouéz vor der „Société Internationale des Electriciens“ gehaltenen Vortrag, über den wir in unserer Notiz „Automatisches Regulierungssystem für Bahnmotoren“ in Bd. LXIII, S. 246, kurz berichteten. Die Mengen Metallstaub, die sich innert eines Jahres in den Tunnels des Pariser „Metropolitain“ ansammeln und infolge ihrer Durchtränkung mit Fett schwer zu entfernen sind, wird von Legouéz zu etwa 500 t angegeben (1,2 kg/min während des Betriebes!).

²⁾ Vergl. den Aufsatz „Grosse Wasserkraftanlagen in Norwegen“ in Band XXXVII, Seite 60 (9. Februar 1901), dem eine Karte des Unterlaufs des Glommen beigegeben ist, sowie die Notiz in Band L, Seite 83 (17. August 1907).

³⁾ Nähere Angaben hierüber siehe im bereits erwähnten Aufsatz in Band XXXVII, Seite 60 (9. Februar 1901).

⁴⁾ Eine eingehende Beschreibung der Glommen-Anlage bei Kykkelsrud wurde in Band XLVI, Seite 221 u. ff. (Oktober/November 1905) gegeben.