

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 91 (1973)
Heft: 37: Dolderbahn

Artikel: Die Fahrleitungsanlage
Autor: Häny, R.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-71991>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 17.05.2025

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

und Umlenkhebel wirken elektromotorische Weichenantriebe. Damit die Weichenzungen und auch die beweglichen Zahnstangenteile einwandfrei in der jeweiligen Endlage bleiben, sind Spitzenverschlüsse eingebaut. Diese Spitzenverschlüsse bewirken eine Verriegelung der beweglichen Teile, und sie bieten eine zusätzliche Sicherheit (Bild 6).

In den letzten Jahren hat sich die Ansicht durchgesetzt, dass dem öffentlichen Verkehr in den Städten mit ihren Agglomerationsräumen die Priorität einzuräumen sei. Der schienengebundene Verkehr erlebt eine Renaissance, und es zeigt sich immer wieder, dass eben eine Bahn das rationellste und zuverlässigste Massentransportmittel ist. In das moderne Verkehrssystem von heute und auch von morgen, mit Schnellbahnen, Untergrundbahnen und Strassenbahnen usw., fügt sich die Zahnradbahn harmonisch ein. Wenn z.B. Stadtteile

oder Siedlungsgebiete von einem gewissen Höhenunterschied zu erschliessen sind, kann eine kurze, direkte Zahnradbahn die Verkehrsprobleme elegant lösen. So wäre z.B. die Zahnradbahn Lausanne-Ouchy nicht mehr wegzudenken. Lyon baut eine Zahnrad-Metro, die von der im Rhonetal gelegenen Metrostation unterirdisch auf das Hochplateau Croix-Rousse führt und von dort über Tage als Adhäsionsstrecke weitere Stadtteile erschliesst. Eine ähnliche Zahnradbahn mit unterirdischer Einführung in eine Metrostation wird in Paris geplant.

Zürich mit seiner Dolder-Zahnradbahn ist somit auf dem richtigen Weg. Es hat für die Zukunft den richtigen Zug erwischt.

Adresse des Verfassers: *Adolf Wild*, Ing. von Roll AG, Fabrikstr. 2, 3012 Bern

Die Fahrleitungsanlage

Von **R. Häny**, Zürich

DK 625.33 : 621.332.3

Zusammenfassung

Die neuen Triebfahrzeuge erhalten ihre Energie durch Schiene und Oberleitung zugeführt. Die Stromabnahme von der Oberleitung besorgt je Wagen ein Scherenstromabnehmer (Pantograph), der auf der leicht abfallenden Frontpartie des Wagendaches aufgestellt ist.

Als Energiequelle dient eine Gleichrichteranlage 600 V, die im Untergeschoss der Mittelstation untergebracht ist. Eine Hilfeinspeisung ab VBZ-Netz 600 V = ist für später im Römerhof vorgesehen und kann dann im Falle einer Störung in der bahneigenen Stromversorgung angezapft werden.

Mehrere Strassenüberführungen mit extrem niedrigen Durchlasshöhen gaben zu Beginn der Erneuerungsstudien dazu Anlass, an Stelle der Oberleitung eine in die Gleisebene verlegte Stromschiene (wie U-Bahn) zu planen. Die Kosten einer solchen Anlage mit zuverlässigem Berührungsschutz liegen aber dermassen hoch, dass man diese Idee fallenliess und dafür die Anpassungen der bestehenden Überbauten an das neue Wagenbegrenzungsprofil in Kauf nahm.

Die Gegebenheiten der überführten Strassen einerseits und das Bahntrasse andererseits setzten den Anpassungsmöglichkeiten bestimmte Grenzen, die den Wagen- wie auch den Leitungsbauer vor keine leicht zu lösende Aufgabe stellten.

Das Fahrleitungssystem

Übereinstimmend mit dem Aufhängungssystem der Zürcher Verkehrsbetriebe ist der Fahrdraht der Dolderbahn elastisch, an kurzen Schrägpendeln aufgehängt. Besondere Konstruktionen mussten bei Überführungen und in den Stationen angewandt werden. Nachstehend sei kurz der Sinn und Zweck der elastischen Aufhängung näher beschrieben.

Dem aufmerksamen Beobachter ist es sicher schon aufgefallen, dass in den Städten des In- und Auslandes die Fahrdrähte von Tram- oder Trolleybus an schräg stehenden Hängedrähten befestigt sind. Er mag sich gefragt haben, warum die Aufhängung schief steht und nicht vertikal. Die Antwort ist einfach: Solche Pendel vermitteln der Leitung auf einfachste Art eine gleichmässige Elastizität, ohne die das Beschleifen des Fahrdrahtes durch einen Wanderkontakt nicht zufriedenstellend funktioniert. Die schrägen Hänger ziehen den Fahrdraht bei jedem Stützpunkt um 20 bis 30 cm aus der Mittelachse. Dies ist erwünscht, da sonst der Fahrdraht immer auf dem gleichen Schleifstückpunkt laufen würde und dort eine Rille hinterliesse. Der so entstehende kleine Horizontalwinkel am Stützpunkt ergibt dank der Zugspannung im Fahrdraht eine horizontale Kraftkomponente, den

sogenannten Winkelzug. Zusammen mit dem Fahrdrachtgewicht (als Vertikalkomponente) erhalten wir eine resultierende Kraftwirkung, die sich in der Schiefelage des Hängedrahtes dokumentiert. Ist z.B. bei einer Spannweite von 30 m das Fahrdrachtgewicht 30 kg und der Winkelzug 20 kp, so liegt das Pendel in einer Schiefelage von etwas mehr als 30°. Bewegt sich nun ein Schleifkontakt gegen den Stützpunkt hin, so macht sich der Bügelaufdruck (6 bis 8 kp) immer mehr bemerkbar. Die Gewichtskomponente wird um das Mass des Anpressdruckes vermindert, was heisst, dass sich das Pendel elastisch anhebt.

Im Gegensatz dazu vermag der Fahrdraht an einem vertikalen Hängedraht (starrer Stützpunkt) erst dann nach oben auszufedern, wenn der Anpressdruck grösser ist als das Fahrdrachtgewicht. Ein so grosser Bügeldruck würde aber sowohl dem Fahrdraht als auch dem Schleifstück schaden.

Der Fahrdraht hängt zwischen zwei Stützpunkten parabelförmig durch. In der Mitte der Spannweite ist die Parabel flach und steigt gegen den Stützpunkt hin mehr und mehr an. Der Schleifkontakt muss dieser Bahn folgen und seine Höhenlage verändern, um am Draht zu bleiben. Ist bei einer starren Leitung die Vorwärtsgeschwindigkeit zu gross oder der Schleifkontakt in seiner Aufwärtsbewegung zu träge, so springt letzterer kurz vor dem Stützpunkt ab und prallt gleich darnach auf den absteigenden Fahrdraht des Nachbarspannfeldes. Der dabei entstehende Flammbogen und die

Tabelle 1. Technische Daten der Fahrleitung

Fahrdrachtspannung	600 V
Einspeisung	Station Waldhaus
Notspeisung	Römerhof, VBZ-Netz
Speisesektor 1	Römerhof-Waldhaus
Speisesektor 2	Waldhaus-Bergstation
Fahrdrachtquerschnitt	107 mm ² Cu
Fahrdrachthöhen ab Schienenoberkante	
in Stationen	4,80 m
in offener Strecke	4,20 m
bei bestehenden Überbauten	3,30 m
Abstand Geleiseachse-Mastmitte	2,20 m
Tragwerke	Stahlprofile HE B 160
Ausleger	Stahlrohr 2"
Leitungs-System	Einfach windschiefe Aufhängung, nicht nachgespannt

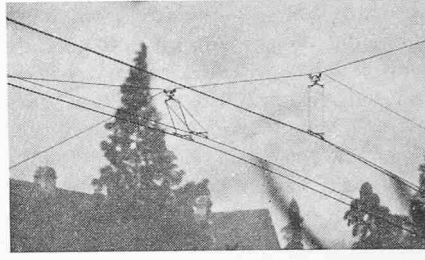
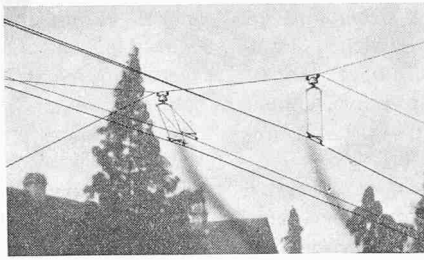
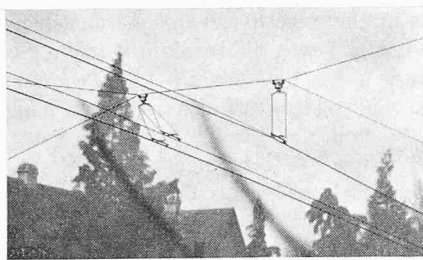


Bild 1. Elastizitätsvergleich der voll-elastischen Schräg-Pendel-Aufhängung mit der starr wirkenden Senkrecht-Pendel-Aufhängung (Doppelaufnahmen)

Die Doppelaufnahmen entstanden so, dass einmal die Fahrleitung bzw. deren Stützpunkte in der Ruhelage gefilmt wurde, hierauf der Film zurückgedreht und auf dem gleichen Filmstreifen der Durchgang der Stromabnehmer am Stützpunkt aufgenommen wurde, so dass der Unterschied zwischen Ruhe- und Arbeitslage der beiden Fahrdrähte veranschaulicht wird. Die Bilder wurden bei einer Geschwindigkeit des Trolleybus von etwa 45 km/h aufgenommen. Die Stromabnehmer und deren einzelne Lagen zu den Stützpunkten sind als Schatten erkennbar.

Schlagwirkung lassen Fahrdrabt und Schleifstück frühzeitig abnutzen.

Um vieles besser liegen die Verhältnisse beim Schrägpendel. Will der Bügel abspringen, so sinkt vorher der Anpressdruck gegen Null ab und die Vertikalkomponente nimmt wieder zu. Das Pendel bewegt sich demzufolge aus der Arbeits- in die Ruhelage, d.h., der Aufhängepunkt sinkt und kommt dem Stromabnehmer entgegen, so dass der Kontakt gesichert ist. Weiter wird die Schlagwirkung durch das Pendel und dessen Nachgiebigkeit gedämpft.

Die Firma Aktiengesellschaft Kummeler & Matter, Zürich, hat diese Idee mit dem Schrägpendel entwickelt und seit vielen Jahren mit Erfolg im In- und Ausland angewandt (Bild 1) [1].

Tragwerke

Als Tragwerke dienen Einzelmaste vom Profil HE B 160 in Längen von 6 bis 8 m, an denen Stahlrohrausleger befestigt sind. An den letzteren sind die erwähnten Pendel befestigt. Bei der Ausweichstelle sind die Tragwerke mit Doppelspurauslegern ausgerüstet.

Drahtwerk

Der Isolator für die Pendel besteht aus einer glasfaserverstärkten Kunststoffschlinge, die gewissermassen den Hängedraht ersetzt. Sie ist gelenkig aufgehängt und trägt parallel zum Fahrdrabt einen Stab aus rostfreiem Stahl von 650 mm Länge. Stahlstab und Fahrdrabt sind fest miteinander durch Klemmen verbunden, wodurch erreicht wird, dass der gefährliche vertikale Knickwinkel im Fahrdrabt durch die so entstehende Ausrundung gebrochen wird (Bild 2).

Die Fahrdrabthöhe wird durch die Eigenheiten des Trasses bestimmt. So sind bei den bestehenden Überbauten die tiefsten Fahrdrabtpunkte bei 3,30 m (gemessen von der Schienenoberkante senkrecht zur Gleisebene). Der eingezogene Stromabnehmer liegt auf 3,21 m, so dass er nurmehr über ein freies Spiel von 9 cm verfügt. Der Abstand vom Fahrdrabt bis zu den Überbauten (bergseitige Träger oder Rohrleitun-

gen) beträgt hier nur noch 10 cm, was erkennen lässt, dass das Platzangebot äusserst knapp ist.

Im Bereiche der Perrons wird der Draht von seiner Normalhöhe von 4,20 m auf 4,80 m angehoben. Dies aus Sicherheitsgründen, denn es gilt zu vermeiden, dass der Draht von den um 80 cm überhöhten Bahnsteigen aus mit Gegenständen des täglichen Gebrauchs berührt werden kann.

Mit einer Ausnahme ist der Leiter bei den Strassenüberführungen ebenfalls «weich» aufgehängt. Die gewählte Konstruktion besteht aus einem einstellbaren, fast horizontalen Isolierarm aus Glasmatte/Polyester (Vetronit 542.11), der mit einem Gummifederelement (Rosta) ausgerüstet ist (Bild 3).

Knappe 10 m oberhalb der Titlisstrasse befindet sich die Haltestelle gleichen Namens. Der Fahrdrabtanstieg von 3,30 m unter der Titlisstrasse auf die notwendigen 4,80 m an der Haltestelle ist derart brüsk, dass der Fahrdrabt nur mit einer starren Abstützung hochgezogen werden kann. Die Ausrundung besorgt ein Kupferflachprofil, das als Schleifschiene den Fahrdrabt unterläuft und langsam hochsteigend in schlanker Form auf der Drahtebene endet.

Besonderes Augenmerk verlangten einige Röhren der Wasserversorgung Zürich (grösste Durchmesser 300 mm), die unterhalb der Decken von Überbauten das Trasse und den Fahrdrabt in bedrohlicher Nähe kreuzen. In verdankenswerter Weise haben sich die Ingenieure der Firma Micafil dieses Problems angenommen. Ihr Vorschlag für eine am Rohr anzuschlagende Schutzabdeckung aus Glasmatte/Epoxydharz kommt vorerst bei der Überführung Aurorastrasse versuchsweise zur Anwendung. Die Durchschlagsfestigkeit des Materials (Vetresit 300, Dimension 1600 x 400 x 6 mm) ist so gross, dass im Falle einer Berührung mit der Spannung kein Kurzschluss entsteht, der zu einem Rohrbruch mit verheerenden Folgen führen kann. Bei den übrigen Leitungen sorgen Hubbegrenzer im Fahrdrabt für einen sicheren Berührungsschutz.

Die Einführung der Fahrleitung in die Berg- und Talstation

Beide Endstationen lassen sich durch Frontrolltore abschliessen. Es muss also ein beweglicher Kontaktschlitten

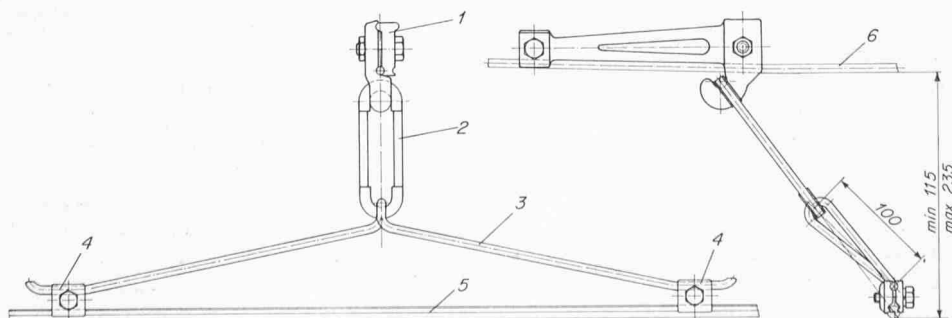


Bild 2. Elastische Aufhängung des Fahrdrabtes. 1 Gelenkbügel, 2 Isolierschlinge, 3 Stahlbügel, 4 Klemme, 5 Fahrdrabt, 6 Aufhangedraht quer zur Fahrtrichtung

dafür sorgen, dass das Tor die Leitungsebene durchdringen kann. Die Kontaktbrücke wird direkt an der Rollltor-Unterkannte befestigt. Der Fahrdraht ist ausser- und innerhalb der Station fest abgefangen. Zwei Kupfer-Flachprofile, innen und aussen, sind bis auf rd. 10 cm an die Rolladenwand herangezogen. Bei geöffnetem Tor und in der Endstellung legt sich der Kontaktschlitten parallel zu den Schleifschielen, und zwar so, dass keine galvanische Verbindung zwischen Aus- und Innenleitung besteht. Diese Verbindung besorgt allein ein Trennmesser im Stationsinnern. Es kann also auch bei geöffnetem Tor die Stationsfahrleitung spannungslos gemacht werden. Die genaue Endlage für den Kontaktschlitten wird durch einen Hilfsschalter im Steuerstromkreis des Rolltorantriebs eingestellt.

Die Elektrifizierung der Dolderbahn bot trotz bescheidener Streckenlänge einige technische Schwierigkeiten, die nicht ohne weiteres zu erkennen sind.

Literaturverzeichnis

- [1] M. Wittgenstein: Die voll-elastische Fahrleitung für Trolleybus und Strassenbahn. «Schweiz. Techn. Zeitschrift» 48 (1950), Heft 51, S. 817-822, und «Elektrische Bahnen», 22 (1951), Heft 3, S. 59-63.
- [2] W. Pflanzner: Beitrag zur Mechanik der einfach-windschiefen Fahrleitung. «Bulletin SEV», 1957, Nr. 13.

Adresse des Verfassers: Rudolf Häny, Prokurist in der Firma Aktiengesellschaft Kummeler & Matter, Hohlstrasse 176, 8026 Zürich.

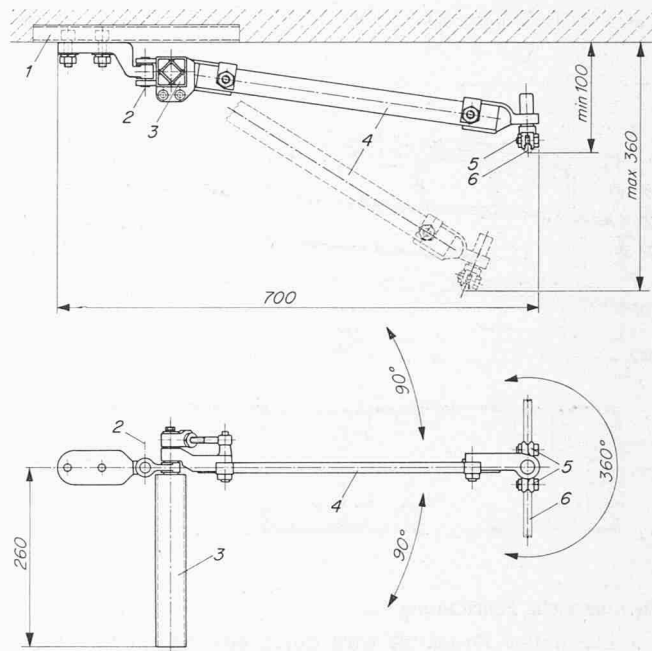


Bild 3. Elastische Aufhängung des Fahrdrahtes bei beschränkter Höhe (unter Brücken). 1 Ankerschiene, 2 Gelenk, 3 Federelement, 4 Isolierarm, 5 Fahrdrahtklemme, 6 Fahrdraht

Die elektrischen Zahnradtriebswagen der Dolderbahn

DK. 625.33 : 625.2

Von G. Nabholz, Winterthur, und Tomislav Silic, Baden

Die Dolder-Drahtseilbahn, die bis zum 31. August 1972 verkehrte, war durch eine Zahnradbahn mit zwei leichten, geräumigen Zachsigen Triebwagen zu ersetzen. Massgebend für die Gestaltung der Wagen wirkte sich die geringe Höhe aus, die das Lichtprofil zulässt.

Im Monat Mai 1971 erteilte die neu gegründete Dolderbahn Betriebs-AG der Schweizerischen Lokomotiv- und Ma-

schinenfabrik Winterthur den Auftrag für die Lieferung des mechanischen und wagenbaulichen Teils von zwei Zahnradtriebswagen. Mit der Lieferung der elektrischen Ausrüstung wurde die Firma BBC Aktiengesellschaft Brown, Boveri & Cie., Baden, betraut. Die Wagenkasten sind von der Firma Gangloff in Bern als Unterlieferant hergestellt worden, und die Bremswiderstände, Bauart Kiepe, wurden von der Dolderbahn zur Verfügung gestellt.

1. Mechanischer und wagenbaulicher Teil

Das Untergestell

Das Untergestell ist aus Stahlprofilen zusammengebaut und wurde vollständig elektrisch verschweisst. Es trägt an den beiden Kopfstücken je einen gefederten Zentralpuffer. Im Untergestell sind die Bremswiderstände, der Fahrmotor, der Kompressor, der rotierende Umformer mit Kasten für Zubehör, die Batterie, der Luftbehälter sowie zwei Empfänger und ein Permanentmagnet der Zugsicherung untergebracht. An den Wagenenden ist je ein Bahnräumer befestigt, der im Winter zur Schneeräumung dient. Am Untergestell sind 4 Ansetzpunkte für Winden vorgesehen, um die Wagen anheben zu können.

Laufwerk und Antrieb

Jeder Zahnradtriebwagen besitzt talseitig eine Triebachse und bergseitig eine Bremsachse, auf denen je die Nabe eines tangential gefederten Zahnrades aufgespresst ist. Die Achswellen sind mittels Pendelrollenlagern in den Achslagergehäusen gelagert. Diese werden durch zylindrische Führungzapfen, die am Untergestell angeschraubt sind, in vertikaler Richtung geführt. Die Achsfederung besteht aus Stahlschraubenfedern und zusätzlichen Gummifedern, womit eine weiche, zweistufige Federung gewährleistet ist. Die Triebachse trägt das Triebzahnrad mit der Klinkenbremstrommel, auf der Bremsachse ist

dagegen das Bremszahnrad mit der dazugehörenden Bremsstrommel aufgespresst.

Die Laufräder sind als Losräder ausgebildet und mittels Kegelrollenlager auf den Achsen gelagert. Um Gewicht zu sparen, wurde für die Radscheiben Leichtmetall gewählt.

Der Fahrmotor ist im Untergestell in Längsrichtung angeordnet und treibt über eine Rutschkupplung, eine Kardanwelle und ein zweistufiges Kegelradgetriebe das tangential gefederte Antriebszahnrad an. Das erwähnte Getriebe ist in einem öldichten, geschweissten Gehäuse untergebracht. Es stützt sich über zwei Rollenlager auf die Triebachse ab und ist durch eine Drehmomentstütze mit dem Untergestell verbunden. Die Wellen der Zahnräder sind auf reichlich bemessenen Rollenlagern gelagert. Sämtliche Verzahnungen sind gehärtet, wobei die Stirnradverzahnungen geschliffen sind. Die Zähnezahlen der Zahnräder ergeben ein Untersetzungsverhältnis von 1:10,45.

Bei der Konstruktion ist auf eine gute Zugänglichkeit für die Wartung geachtet worden. Insbesondere sind alle Verschleisssteile, die Zahnrad- und Klinkenbremse, Bremssteuerventile, Erdungskontakte und Kohlenbürsten gut zugänglich. Stirnseitig auf den Fahrzeugachsen sind die Antriebe von drei Fliehkraftschaltern für die Ansprechgeschwindigkeiten 27,5, 17,6 und 5 km/h angeordnet.