

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins  
**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke  
**Band:** 30 (1939)  
**Heft:** 6

**Artikel:** Der Trolleybus der Stadt Winterthur  
**Autor:** Werdenberg, W.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1060812>

### **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:** 03.04.2025

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

*S. A. du Four Electrique, Delémont:* Elektrische Oefen. — Fours électriques.

*Fours Industriels Borel S. A., Peseux/Neuchâtel:* Elektrische Industrie-Oefen. — Fours électriques industriels.

*F. Freitag, Zürich:* Näh- und Leselampe. — Lampe à coudre et à lire.

*Appareillage Gardy S. A., Genf:* Installationsmaterial und Starkstromapparate. — Matériel pour installations électriques et appareils à courant fort.

*Les Hoirs d'Auguste Gehr, Renens:* Beleuchtungskörper usw. — Lustrerie, etc.

*Fr. Ghielmetti & Cie. A.-G., Solothurn:* Elektrische Schalter aller Art. — Appareillage électrique; commutateurs de tous genres.

*Glühlampenfabrik A.-G., Fribourg:* Glühlampen. — Lampes à incandescence.

*Glühlampenfabrik Gloria A.-G., Aarau:* Glühlampen und Draht. — Lampes à incandescence et filaments.

«Jura», *Fabrik elektrischer Apparate, L. Henzirohs, Niederbuchsiten/Olten:* Elektrische Apparate. — Appareils électriques.

*Jansen & Co., Oberriet/St. Gallen:* Röhren aller Art. — Tuyauterie de tous genres.

*A.-G. Kummler & Matter, Aarau:* Freileitungs- und Fahrleitungs-material usw. — Matériel pour lignes aériennes et de contact, etc.

*Landis & Gyr, Zug:* Elektrische Apparate. — Appareils électriques.

*Leclanché S. A., Yverdon:* Elektrische Batterien aller Art. — Batteries électriques de tous genres.

*Carl Maier & Cie., Schaffhausen:* Elektrische Apparate und Schaltanlagen. — Appareils électriques et installations de couplage.

*Maschinenfabrik Oerlikon, Zürich-Oerlikon.*

*Moser-Glaser & Cie., Basel:* Elektrische Apparate. — Appareils électriques.

*Alfred R. Müller, Basel 7:* Beleuchtungskörper. — Lustrerie.

*Prometheus A.-G., Liestal:* Elektrische Apparate aller Art. — Appareils électriques de tous genres.

*Le Rêve S. A., Genf:* Elektrische Kochapparate. — Appareils électriques de cuisson.

*Gesellschaft der Ludwig von Roll'schen Eisenwerke, Gerlafingen:* Installationsmaterial für elektrische Freileitungen. — Matériel d'installation pour lignes électriques aériennes.

*Fabrik elektrischer Apparate Fr. Sauter A.-G., Basel:* Elektrische Bedarfsartikel. — Appareils électriques.

*Aktiengesellschaft für Schaltapparate, Bern:* Schaltapparate; Automaten. — Commutateurs; appareils automatiques, etc.

*H. A. Schlatter & Co., Zollikon-Zürich:* Elektrische Schweissmaschinen. — Machines à souder électriques.

*Sprecher & Schuh A.-G., Aarau:* Elektrische Apparate. — Appareils électriques.

*Ernst Schudel, Basel:* Fahrradlampen und -dynamos. — Lampes pour bicyclettes et dynamos.

*Schweizerische Isola-Werke, Breitenbach/Solothurn:* Isoliermaterialien. — Matériaux isolants.

*Sécheron-Werke A.-G., Genf:* Elektrische Schweissapparate und Maschinen. — Appareils pour la soudure électrique.

*Ernst Selmoni, Basel:* Bodendosen für verschiedene elektrische Zwecke. — Prises de courant pour divers usages.

*A. Siegrist, Zürich:* Waschmaschinen aller Art, Zentrifugen. — Machines à laver de tous genres, centrifuges.

«Sodeco» und «Vibrosan», *Genf:* Elektrische Apparate. — Appareils électriques.

*Trüb, Täuber & Co. A.-G., Zürich 10:* Elektrische Messinstrumente und wissenschaftliche Apparate. — Instruments de mesure électriques et appareils scientifiques.

*Tyrag A.-G., Küssnacht/Zürich:* Härteöfen; Industrie-Oefen. — Fours pour trempe, creusets.

*Emil Weidmann, Basel:* Holzleuchter. — Lampes et pieds de lampes en bois.

*Oskar Woertz, Basel:* Elektrotechnische Materialien. — Matériel électrotechnique.

*Zenith, Fabrique de montres, Le Locle:* Elektrische Uhren; Kontrollapparate; Grauguss und Spritzguss; Mutter- und Nebenuhren. — Horloges électriques; appareils de contrôle; fonte grise et fonte injectée; horloges mères et secondaires.

## Der Trolleybus der Stadt Winterthur.

Von *W. Werdenberg*, Winterthur.

629.113.62(494)

Die 3,1 km lange Trolleybusanlage Winterthur-Wülflingen wird in allen Einzelheiten beschrieben: Wirtschaftlichkeit im Vergleich mit Strassenbahn und Autobus, Fahrleitung und Rollmaterial. Das Rollmaterial und das Fahrleitungs-material weisen einige interessante Neukonstruktionen auf.

L'auteur décrit en détail la ligne de trolleybus Winterthur-Wülflingen, longue de 3,1 km; le rendement économique en comparaison avec le tramway et l'autobus, la ligne de contact et le matériel roulant. Le matériel roulant et la ligne de contact présentent quelques innovations constructives intéressantes.

### I. Allgemeines.

Am 28. Dezember 1938 wurde die erste, 3,1 km lange Trolleybuslinie der Stadt Winterthur dem Verkehr übergeben, nachdem vorher während 4 Wochen täglich Probefahrten ausgeführt worden waren.

Der Trolleybus verbindet den SBB-Bahnhof Winterthur mit dem Dorfkern Wülflingen und ersetzt die bisherige einspurige Strassenbahnlinie. Fig. 1 zeigt die örtliche Lage der neuen Trolleybuslinie.

Diese Umstellung in der Art des Verkehrsmittels wurde veranlasst durch den demnächst vorgesehenen Umbau des Strassenzuges von der Bahnunterführung bis zum Dorfkern Wülflingen. Das

seit 1915 im Boden liegende Strassenbahngleise und zum Teil auch die Strassenbahn-Fahrleitung waren aber derart veraltet, dass diese Anlageteile bei einem Strassenneubau hätten erneuert werden müssen. Diese Feststellung führte zwingend zur Prüfung der allgemeinen Frage, was für ein Verkehrsmittel am günstigsten sei. Es wurden deshalb eingehende Studien über folgende Verkehrsmittel gemacht:

1. Strassenbahn: a) einspurig, b) zweispurig.
2. Trolleybus: zweispurig.
3. Autobus: a) Benzinmotor; b) Dieselmotor.

Diese Untersuchungen ergaben die in Tabelle I zusammengestellten Zahlen. Darnach ist der Trolleybus trotz reichlicher Abschreibung gegenüber

den andern Verkehrsmitteln billiger. Dieser Umstand und die technischen Vorteile des Trolleybusbetriebes, nämlich grosse Reisegeschwindigkeit, geruch- und geräuschloser Betrieb usw., ferner die Tatsache, dass einheimische Energie verwendet

II. Die Fahrleitung.

1. Leitungsführung.

Die Fahrleitung ist doppelspurig; eine einspurige Ausführung hätte nur unwesentliche Einspa-

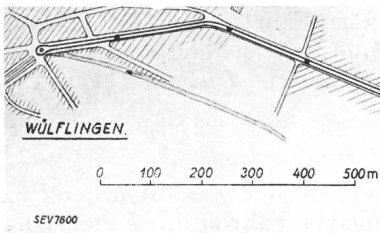


Fig. 1.

Lage der Trolleybuslinie Winterthur-Wülflingen.

werden kann, veranlassen die Einführung des Trolleybusbetriebes auf der Teilstrecke Bahnhof - Wülflingen.

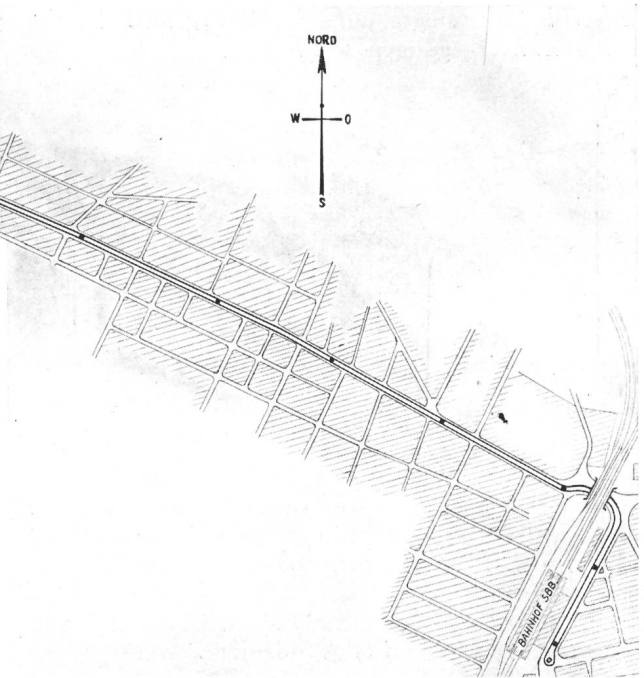
Vergleiche zwischen verschiedenen Traktionsarten.

Tabelle I.

	Strassenbahn		Trolleybus doppel-spurig	Autobus	
	ein-spurig	doppel-spurig		Benzin	Diesel
Streckenlänge (km)	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1
Wagenfolge (min)	10	10	10	10	10
Fahrzeit (min)	15	15	10	10	10
Reisegeschwindigkeit (km/h)	12,4	12,4	18,6	18,6	18,6
Wagenbedarf					
in Kursen . . . . .	3	3	2	2	2
in Reserve . . . . .	1	1	1	1	1
im Gesamten . . . . .	4	4	3	3	3
Jährl. Laufleistung eines Wagens (Wagen-km)	75 555	75 000	111000	111000	111000
<b>Betriebskosten:</b>	Rp./Wkm	Rp./Wkm	Rp./Wkm	Rp./Wkm	Rp./Wkm
Allg. Verwaltung . . . . .	7,4	7,4	7,4	6,1	6,1
Unterhalt und Bewachung . . . . .	7,0	7,0	1,1	1,1	1,1
Fahr- und Werkstättdienst . . . . .	53,2	53,2	38,4	49,6	38,6
Soziale Lasten, Steuern . . . . .	5,3	5,3	5,0	7,1	7,1
<b>Total . . . . .</b>	<b>72,9</b>	<b>72,9</b>	<b>51,9</b>	<b>63,9</b>	<b>52,9</b>
Kapitalzinsen 4½ % . . . . .	15,5	28,3	6,8	5,1	5,1
Amortisation <sup>1)</sup> . . . . .	11,5	14,3	9,3	12,1	12,1
<b>Kosten . . . . .</b>	<b>99,4</b>	<b>115,5</b>	<b>68,0</b>	<b>81,1</b>	<b>70,1</b>

<sup>1)</sup> Strassenbahn: Unterbau 2 %, Oberbau 3 %, Fahrleitung 3 %, Rollmaterial 4 %.  
Trolleybus: Fahrleitung 3 %, Rollmaterial 8 %.  
Autobus: Rollmaterial 12 %.

Damit fällt allerdings die bisherige direkte Verbindung zwischen Seen und Wülflingen dahin. Genaue statistische Erhebungen zeigten aber, dass der direkte Verkehr zwischen Seen und Wülflingen nur gering ist, so dass diesen wenigen Passagieren das Umsteigen wohl zugemutet werden darf, und zwar um so mehr, als geplant ist, auch die Teilstrecke Bahnhof - Seen auf den Trolleybus umzustellen.



rungen in den Anschaffungskosten gebracht, dagegen den Betrieb wesentlich erschwert. Auf dem Bahnhofplatz und auf dem Dorfplatz bildet die Fahrleitung je eine Wendeschleife.

Da das Rollmaterial im bestehenden, etwa 2 km vom Ausgangspunkt der Trolleybuslinie entfernten Tramdepot untergebracht wird, war zu prüfen, ob die Fahrleitung wenigstens einspurig bis zum Depot geführt werden soll. Diese Leitung, die nur wenig benützt worden wäre, hätte aber im gegenwärtigen Zeitpunkt die Trolleybusanlage finanziell unzulässig hoch belastet. Es wurde deshalb auf diese Leitung verzichtet. Die Trolleybusse werden heute

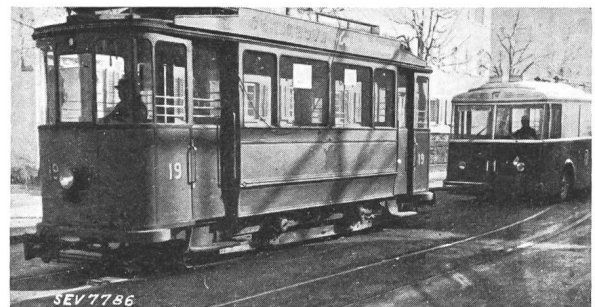


Fig. 2.

Ein Trolleybus wird von der Strassenbahn an die Ausgangsstation geschleppt.

von der Strassenbahn am Morgen früh auf den Bahnhofplatz geschleppt und nach dem letzten Abendkurs wieder in das Depot zurückgebracht. Fig. 2 zeigt einen Trolleybus im Schlepptau eines Trams. Diese Beförderung hat sich bis heute sehr gut bewährt.

Die Achse der einzelnen Fahrleitungen wurde so verlegt, dass sich die Fahrzeuge auf der ganzen Strecke wie ungebundene Verkehrsmittel bewegen können. Fig. 3 zeigt das Strassenprofil mit den hauptsächlichsten Massen. Die Fahrdrathöhe über der Strasse beträgt im Mittel 6 m; nur in der Bahnunterführung musste auf eine Fahrdrathöhe von 4 m heruntergegangen werden.

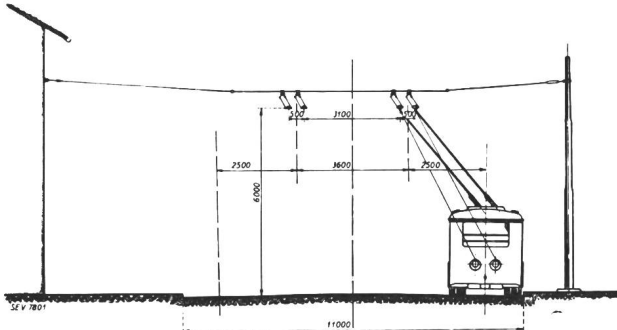


Fig. 3. Querprofil.

Die Fahrleitung wird normalerweise nur an einer Stelle gespiesen. Ein grosser Fahrdrathquerschnitt (SBB-Profildraht, 107 mm<sup>2</sup>) und 3 Querverbindungen sorgen aber dafür, dass der Spannungsabfall trotzdem in zulässigen Grenzen bleibt.

Um bei Revisionen oder Störungen eventuell einspurig fahren zu können, ist die Fahrleitung nach dem in Fig. 4 dargestellten Schema geschaltet.



Fig. 4.

Trolleybusfahrleitung Bahnhof Winterthur-Wülflingen. Schaltschema.

1 Speiseleitung vom städtischen Netz. 2 Fahrleitung Tram. 3 Signallampen, 4 Unterführung.

Trennstellen in den Querverbindungen der zwei Fahrleitungstränge können mit einem Schaltstab vom Boden aus bedient werden. Fig. 5 zeigt die Ausführung einer solchen Trennstelle. Da in der SBB-Unterführung der Fahrdrath nur eine geringe

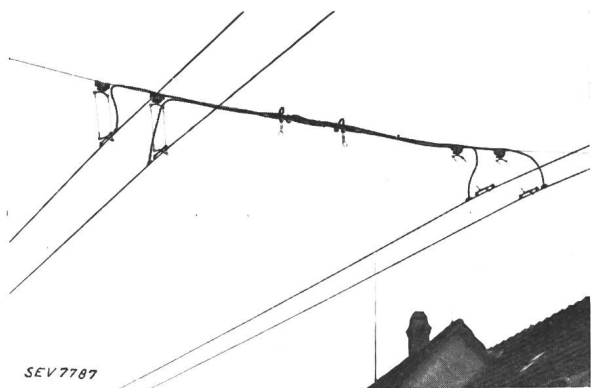


Fig. 5.

Querverbindung mit geöffneten Trennern.

Bodenfreiheit besitzt, kann dieses Leitungsstück (z. B. bei extrem hoch geladenen Fuhrwerken) spannungslos gemacht werden. Bei diesem Schaltzustand fahren dann die Trolleybusse nur in-

folge ihrer Massenträgheit unter der Unterführung durch. Als Ueberspannungsschutz sind in beiden Polen der Fahrleitung je am Anfang und am Ende einer Spur Ueberspannungsableiter, bestehend aus Plattenfunkenstrecke und spannungsabhängigem Widerstand eingebaut.

Die Isolationen der Fahrleitung sind überall doppelt ausgeführt; die Ueberschlagspannung einer Isolation beträgt im nassen Zustand 7000 Volt Gleichspannung.

### 2. Leitungssystem.

Eigene Besichtigungen der verschiedenen auf dem Markte vorhandenen Fahrleitungssysteme haben uns überzeugt, dass alle Systeme die Führung eines sicheren Trolleybusbetriebes gestatten. Ueber diese allgemeine Eigenschaft hinaus verlangten wir aber eine möglichst wirtschaftliche und das Strassenbild möglichst wenig störende Fahrleitung. Ferner verlangten wir, dass die Fahrleitung in *allen* Teilen ein derartiges Fahren mit dem Trolleybus gestatte, als ob überhaupt keine Fahrleitung vorhanden wäre. Das heisst, der Fahrzeuglenker soll den Trolleybus überall wie ein frei bewegliches Fahrzeug dem übrigen Verkehr anpassen können. Für die Wahl des Leitungssystems war ausserdem die Bedingung massgebend, dass die Leitungsmaste gleichzeitig als Tragmaste der Strassenbeleuchtung dienen müssen; der Mastabstand hatte sich damit den Forderungen einer guten Strassenbeleuchtung anzupassen.

Diese Forderungen schienen uns vom System der Firma Kummler & Matter A.-G. in Aarau am besten erfüllt zu werden. Die Ausführung der Leitung wurde deshalb dieser Firma übertragen. Die Abnahmeversuche und die bisherigen Erfahrungen haben gezeigt, dass sich diese, erstmals in Winterthur ausgeführte Art der Fahrleitung sehr gut bewährt.

Das System von K & M zeigt gegenüber den andern Systemen zwei wesentliche Unterschiede:

1. Der Fahrdrath ist auch in geraden Strassenzügen im Zick-Zack aufgehängt. Fig. 6 zeigt die grundsätzliche Anordnung. Mit dieser Zick-Zack-Aufhängung wird der mit der Temperatur sich ändernde Durchhang konstanter gehalten. Dieser Umstand gestattete ferner, die sonst üblichen Abstände von 25 m zwischen den Querspannern ohne Bedenken auf 30 bis 35 m zu vergrössern. Damit wird das Strassenbild wesentlich entlastet, die Leitungskosten werden billiger und die Masten können in Abständen aufgestellt werden, die die Strassenbeleuchtung verlangt. Fig. 7 zeigt den Unterschied der Durchhänge zwischen einer «normalen» Fahrleitung mit 25 m Abstand und der Fahrleitung K & M mit 30 m Abstand zwischen den Querspannern.



Der bisherige Betrieb hat ausserdem gezeigt, dass durch diese schräge Aufhängung des Fahrdrahtes der einzelne Stützpunkt sehr weich ist und die Schwingungen der Leitung

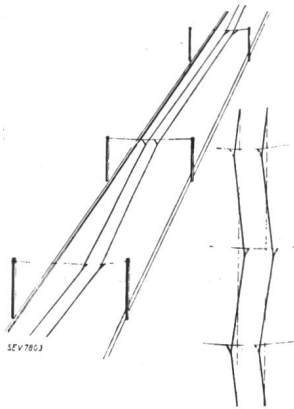


Fig. 6.

Prinzip-Zeichnung  
der Zickzackaufhängung.

trotzdem sehr rasch gedämpft werden. Wir schreiben es diesem Umstand zu, dass ohne Bedenken auch bei einer Fahrzeuggeschwindigkeit von 40 km/h mit 4 m Ablenkung gefahren werden kann, und dass bei diesen Ablenkungen

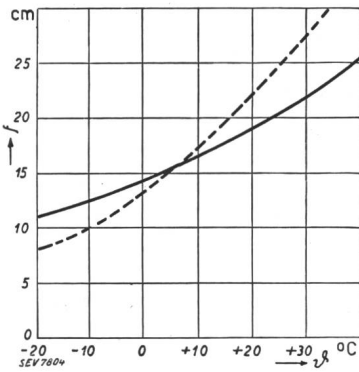


Fig. 7.

Durchhang (f) in Abhängigkeit von der Drahttemperatur  $\theta$ .  
 ---- Spannweite 25 m ohne Kompensation.  
 — Spannweite 30 m mit Kompensation.

auch rasche Bremsungen nicht zu Entgleisungen führen. Wir vermuten, dass diese Zick-Zack-Aufhängung auch die Ursache dafür ist, dass bis heute die Lebensdauer der Kohlschleifstücke wesentlich grösser ist als die, welche von andern Betrieben angegeben wird. Bei sorgfältiger Behandlung der Kohlschleifstücke kommen wir bis auf 3000 Wagenkilometer pro Stück; dabei ist noch zu beachten, dass diese Werte zum Teil bei Rauhreif und Regenwetter erreicht wurden.

2. In den scharfen Kurven besteht die Fahrleitung nicht aus Profildraht, sondern aus zusammenhängenden Rohrstück-

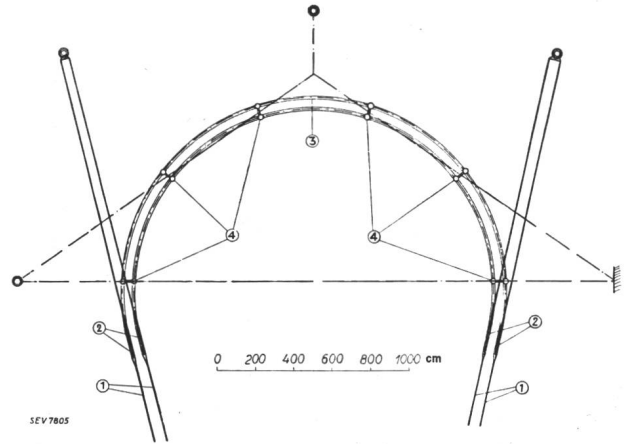


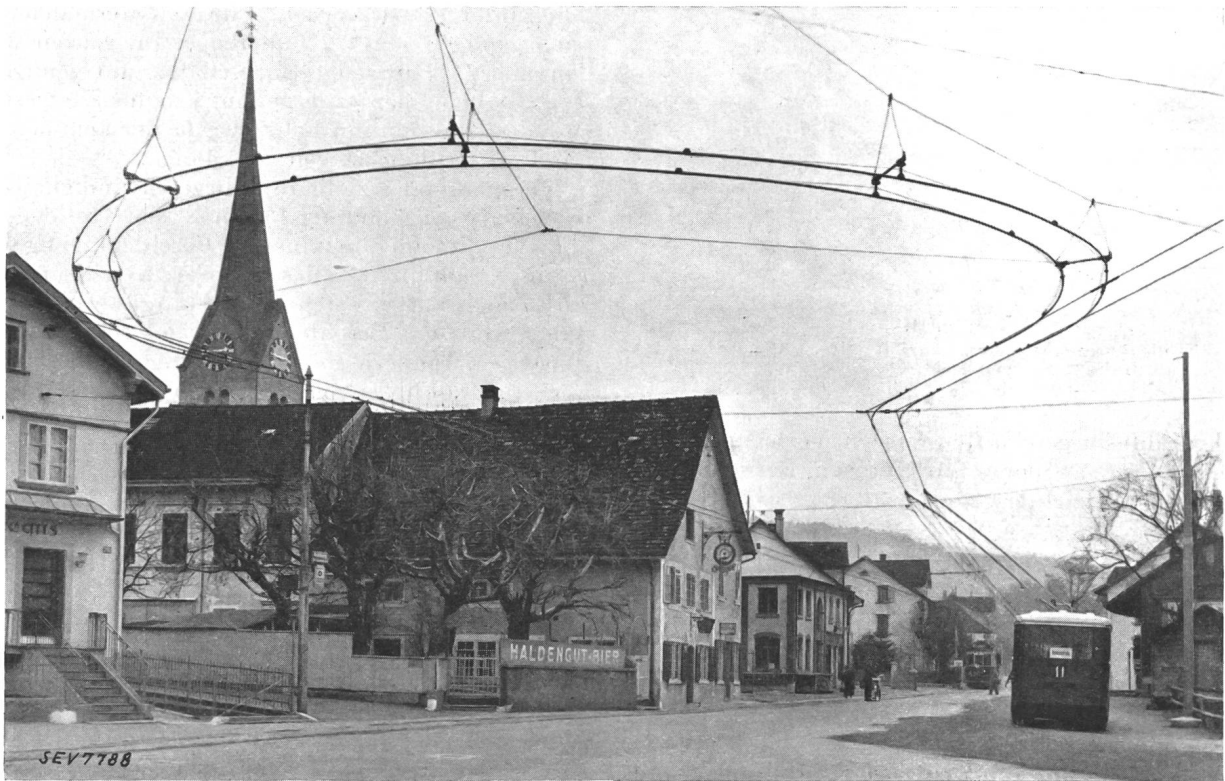
Fig. 8.

Kehre.

1 Fahrdraht. 2 Uebergangsklemme. 3 Rohrbogen. 4 Isolatoren.

ken. Damit fallen die sonst notwendigen vielen Querabspannungen weg, was vor allem bei den Wendeschleifen das Leitungsbild wesentlich weniger störend macht. Fig. 8 zeigt das Prinzip und Fig. 9 die Ausführung einer solchen Wendeschleife.

Neben diesen Besonderheiten sind auch die übrigen bekannten Forderungen, die die Erfahrung in



SEV 7788

Fig. 9.

Die Wendeschleife in Wülflingen.

andern Betrieben stellte, erfüllt: Der Fahrdrabt ist als Pendel aufgehängt und damit frei beweglich. Das gefürchtete Verkanten der Drahthalter wird durch die Parallelaufhängung der Drahtalter verhindert. Der Porzellanisolator liegt rund 35 cm höher als

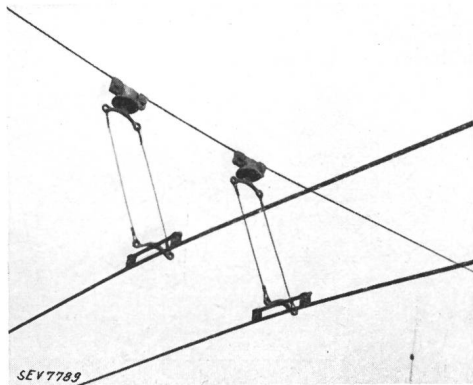


Fig. 10.  
Normale Fahrdrabt-Aufhängung.

der Fahrdrabt, was eine Sicherheit dafür bietet, dass bei Stromabnehmer-Entgleisungen der Isolator und die Querabspannung nicht entzweigeschlagen werden.

Fig. 10 zeigt eine ausgeführte Aufhängung.

Die Kreuzungen der Trolleybusleitungen mit den Leitungen der Strassenbahn, die Lira-Stromabnehmer besitzt, wurden besonders leicht ausgebildet. Auf Beidräfte konnte auch bei Kreuzungswinkeln von  $45^\circ$  vollständig verzichtet werden. In Fig. 11 ist eine solche Kreuzung zeichnerisch dargestellt. Bei dieser Ausführung muss keiner der

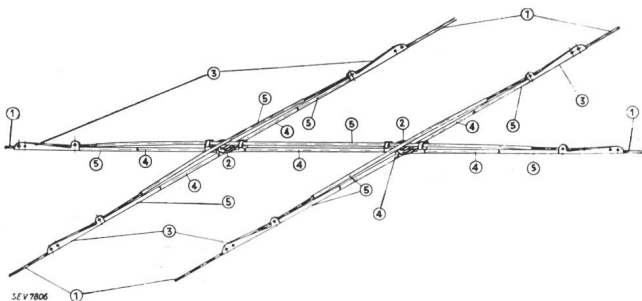


Fig. 11.  
Trolleybusanlage. Kreuzung TB mit Strassenbahn.  
1 Fahrdrabt. 2 Kreuzungstück. 3 Uebergangsklemme.  
4 Rohrverbindungsstück. 5 Isolation.

Fahrdräfte aufgeschnitten werden. Verlegungen und Reparaturen an den Fahrleitungen werden damit wesentlich erleichtert.

### 3. Depot-Anlagen.

Im Depot wurden 2 Geleise für das Abstellen der Trolleybusse hergerichtet. Da die Fahrzeuge über Gruben zu stehen kommen, mussten Führungsschienen angebracht werden, die verhindern, dass bei unvorsichtigem Fahren die Räder in die Grubenöffnung geraten können.

Vor dem Depot endigen die Fahrleitungen dieser 2 Geleise in zwei Stumpen. Deren Enden liegen so nahe beieinander, dass durch Umlegen der

Stromabnehmer wahlweise jedes Geleise zur Einfahrt benützt werden kann. Damit konnte der Einbau von Weichen vermieden werden.

Die mit Rolladen abgeschlossenen Eingangstore werden ohne Stromunterbruch durchfahren. Dazu

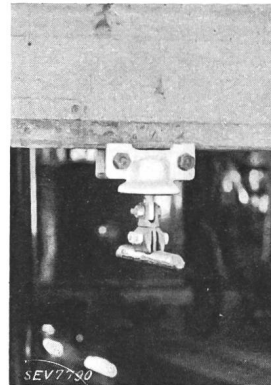


Fig. 12.  
Einrichtung am Einfahrtstor des Wagendepots.

sind an den Rolladen Leitungsstücke isoliert befestigt, die zwischen die beiden Fahrleitungsenden passen. Fig. 12 zeigt die ausgeführte Einrichtung.

### III. Das Rollmaterial.

(Fig. 13 und 14.)

#### 1. Allgemeines.

Mit dem Trolleybus wird die ursprüngliche Reisezeit von 15 Minuten auf 10 Minuten verkürzt. Die Trolleybusse erreichen bei einer mittleren Steigung von  $5\text{‰}$ , einem mittleren Halte-Abstand von 250 Meter und einer Haltezeit von 10 Sekunden pro Haltestelle eine Reisegeschwindigkeit von 20 km/h. Damit konnte bei gleichbleibender Transportleistung die Anzahl der kursierenden Züge von 3 auf 2 heruntersetzt werden. Für den normalen Betrieb genügen somit 2 Fahrzeuge. Im ganzen wurden aber 4 Fahrzeuge angeschafft, um genügend Reserve bei einer eventuellen Frequenzsteigerung zu haben und um ein Fahrzeug an der kommenden Landesausstellung zeigen zu können.

Die maximal erzielbare Fahrgeschwindigkeit beträgt bei Nennspannung 45 km/h. Die Trolleybusse können mit einer maximalen Beschleunigung von  $1,9\text{ m/s}^2$  anfahren. Diese grosse Beschleunigung wirkt auch auf die stehenden Fahrgäste nicht störend, weil die Beschleunigungsänderungen nicht stossweise, sondern möglichst stetig vorgenommen werden. Damit lässt man dem Passagier die erforderliche Zeit, um seinen Körper in die von der Beschleunigung diktierte Lage zu bringen.

An Bremsen sind vorhanden: elektrische Widerstandsbremse, Druckluft-Vierradbremse und mechanische Handbremse. Da die Bremskraft der elektrischen Bremse von der Drehzahl der Räder abhängt, gewährt diese Bremse ein weitgehende Sicherheit dafür, dass das Fahrzeug auch bei sehr glatter Strassendecke nicht ins Gleiten gerät. Die elektrische Bremse dient deshalb als normale Betriebsbremse. Ausserdem können damit beachtenswerte Ersparnisse an Bremsbelägen erzielt werden. Da die elektrische Bremse nur bis auf Geschwindigkeiten von etwa 5 km/h wirksam ist, muss das endgültige Anhalten des Fahrzeuges mit der Druckluftbremse

vorgenommen werden. Muss der Wagenführer die elektrische Bremse und die Druckluftbremse mit zwei getrennten Pedalen bedienen, so kommt er, wie die Erfahrungen anderer Betriebe zeigten, aus

reinen Druckluftbremse wird nur in Notfällen benützt. Damit der Wagenführer insbesondere beim Einmanndienst beim Anhalten in seinen Bewegungen sofort für das Einkassieren frei ist, ist die

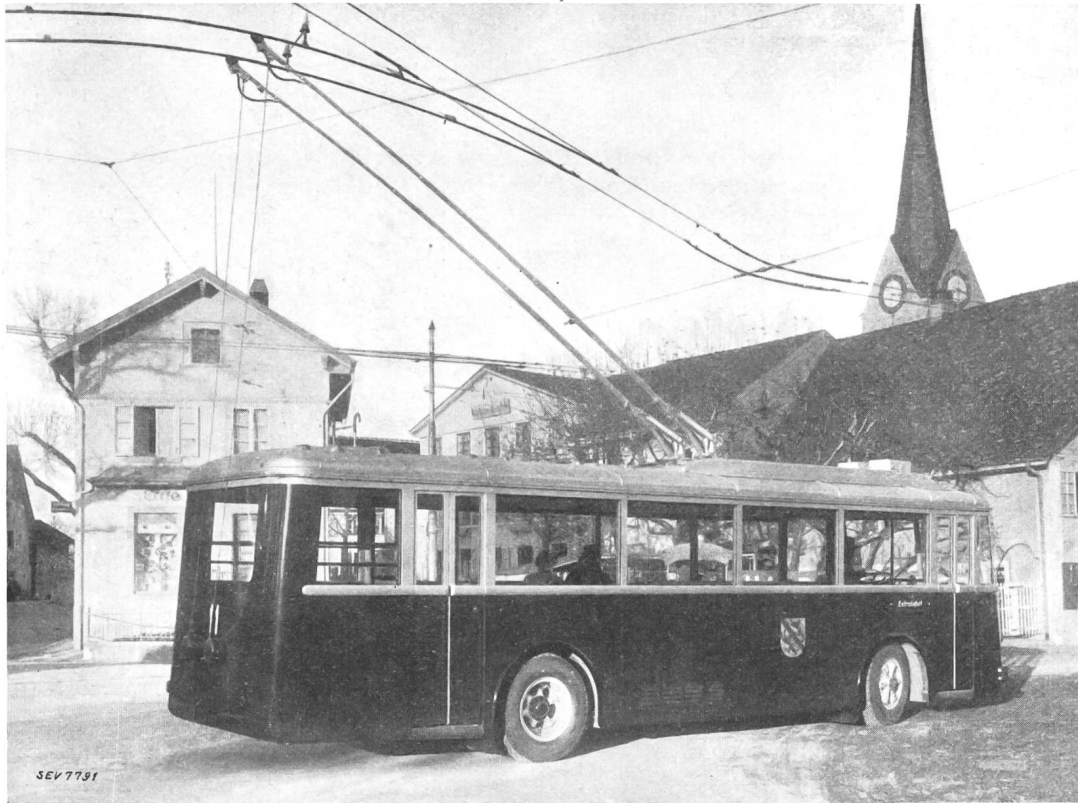


Fig. 13.

Bequemlichkeit bald dazu, nur noch die Druckluftbremse als Betriebsbremse zu bedienen. Wir kombinierten deshalb erstmals die elektrische Bremse

Druckluftbremse des elektrischen Bremspedals mit den Wagentüren in der Weise kombiniert, dass bei geöffneten Wagentüren diese Druckluftbremse in Funktion tritt. Durch diese Einrichtung wurde ausserdem erreicht, dass das Fahrzeug erst bei geschlossenen Türen abfahren kann. Unfälle infolge Ein- und Aussteigens bei fahrendem Fahrzeug sind dadurch ausgeschlossen. — Die Handbremse wird nur zum Feststellen des Fahrzeuges bei längeren Halten benützt.

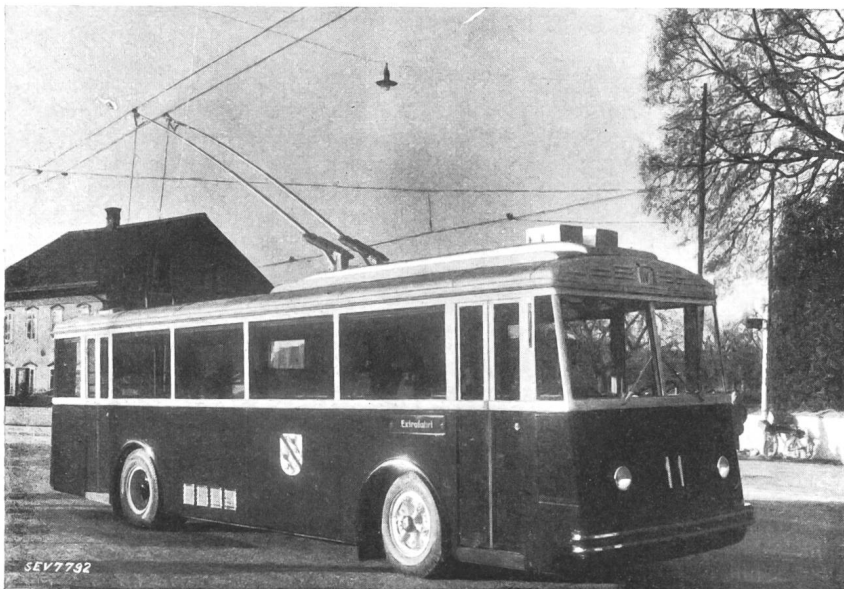


Fig. 14.

mit der Druckluftbremse in der Weise, dass das Bremspedal der elektrischen Bremse in der Endstellung ein Druckluftventil betätigt. Das Pedal der

die längste Reisezeit nur 10 Minuten beträgt, erlaubten uns, auf die sonst beliebten Quersitze zu verzichten und Längsbänke anzuordnen. Nach den

Da eine möglichst kleine Zahl von Fahrzeugen wirtschaftlich am günstigsten ist, wurden die Fahrzeuge so dimensioniert, dass sie auch in Stosszeiten genügend Platz bieten. Statistische Erhebungen hatten gezeigt, dass auf der Strecke Wülflingen von der Strassenbahn im Mittel etwa 10 Personen pro Kurs befördert wurden; nur ausnahmsweise betrug die Frequenz mehr als 50 Personen. Diese Tatsache und der Umstand, dass

Erfahrungen der ersten Betriebstage ist es damit möglich, in einem Fahrzeug, das normalerweise 26 Sitzplätze und 34 Stehplätze enthält, in ausserordentlichen Stosszeiten über 100 Personen unterzubringen und die Fahrzeugdimensionen trotzdem klein zu halten.

2. Wagenbau.

Der wagenbauliche Teil wurde von der Firma Adolph Saurer A.-G., Arbon, erstellt. Tabelle II enthält die wichtigsten wagenbautechnischen Daten.

Wagenbautechnische Daten. Tabelle II.

Zahl der Achsen . . . . .	2
Zahl der Reifen . . . . .	6
Reifengrösse . . . . .	9,75—20
Sitz- und Stehplätze . . . . .	26 + 34
Wagenlänge . . . . .	9,6 m
Wagenhöhe über Strasse . . . . .	2,4 m
Wagenbreite . . . . .	2,75 m
Fussbodenhöhe . . . . .	700 mm
Radstand . . . . .	4,75 m
Aeusserster Begrenzungsradius . . . . .	8,75 m
Wagengewicht leer . . . . .	7,9 t
Wagengewicht besetzt . . . . .	12,4 t
Antrieb . . . . .	Kardan, Differential, Schrägverzahnung
Uebersetzung . . . . .	10,6 : 1
Aufbauten . . . . .	Anticorodal, Aluman, Stahl

Besonders wichtig war für uns der kleine Begrenzungsradius, da dieser gestattet, auf dem engen Dorfplatz in Wülflingen bequem zu kehren. — Da die Besetzung der einzelnen Kurse stark wechselt, musste die Federung so ausgebildet werden, dass sie bei allen Belastungen weich ist. Dies wurde dadurch erreicht, dass die halbelliptischen Blattfedern in besonders ausgebildete Abwälzlager gelegt wurden. — Die Sitzanordnung zeigt Fig. 15 im Grundriss und Fig. 16 und Fig. 17 in der Ausführung. Die Sitzhöhe ist überall, auch über den Radkasten, gleich hoch. Dies war nur dadurch möglich, dass die Hinterachse gekröpft und in den Rädern ein Zahnradvorgelege

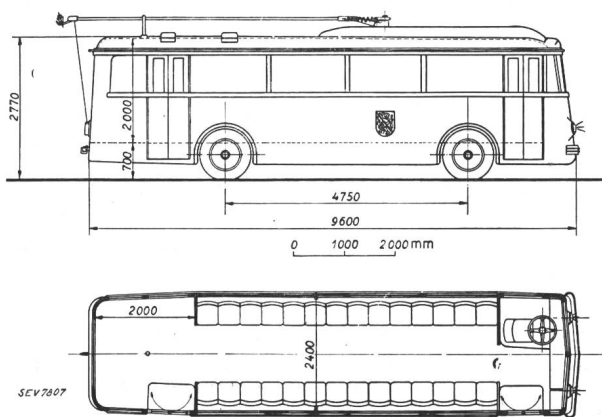


Fig. 15. Masse und Sitzanordnung.

untergebracht wurde. Fig. 18 zeigt diese Hinterachse vor der Montage. — Die Einstiege sind durch elektro-pneumatische Gleittüren, die vom Führerisch aus betätigt werden, abgeschlossen. Gegenüber Schiebetüren brachten diese Türen folgende

Vorteile: Keine Doppelwände, Möglichkeit, die Einstiege vor der Vorderachse anzuordnen, gefahrloses Schliessen auch bei grösstem Gedränge. Alle Einstiege sind bis zur Höhe des Gürtelbandes unterhalb der Wagenfenster vollkommen mit Isola-

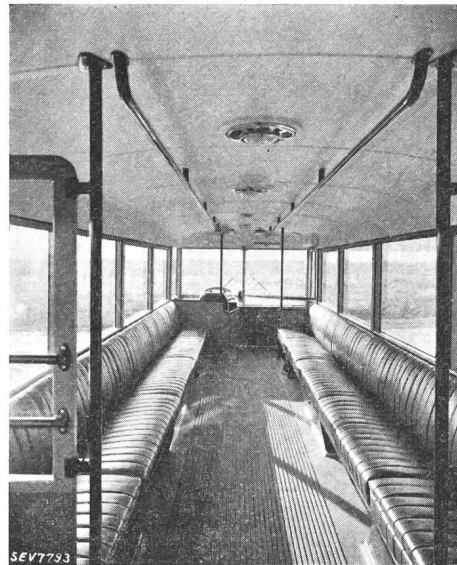


Fig. 16. Das Wageninnere. Blick nach vorn.

tionsmaterial verkleidet. Auch bei Isolationsdefekten der elektrischen Ausrüstung können deshalb die einsteigenden Passagiere nicht elektrisiert werden. — Das Dach besteht aus Aluman, ist in einzelne Felder eingeteilt und mit Rücksicht auf Wasserdichtigkeit und Wärmeausdehnung nach neuen Patenten konstruiert.

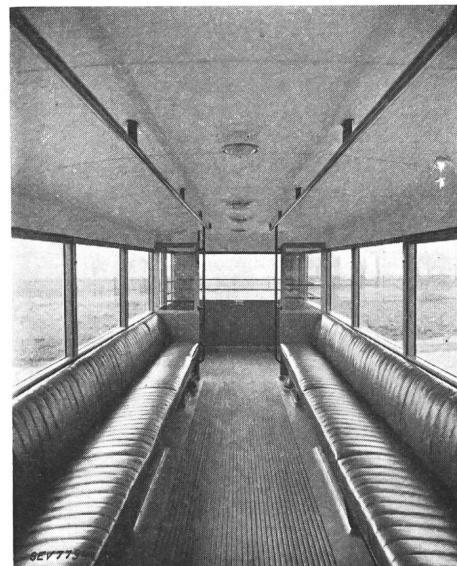


Fig. 17. Das Wageninnere. Blick nach hinten.

Durch Bespritzung mit schalldämpfendem Material wurde erreicht, dass im Wageninnern keinerlei Geräusche der Stromabnehmer hörbar sind. — Grosses Gewicht wurde auf ein möglichst freies Gesichtsfeld des Wagenführers gelegt; Fig. 19 zeigt,



wie der Führer ungehindert die ganze Fahrbahn überblicken kann. — Da sämtliche Fenster unbewegbar sind, wurde auf andere Weise für eine genügende Ventilation gesorgt: An der Stirnwand des

Der gewöhnliche Seriomotor wurde wegen seiner einfachen, robusten Bauart gewählt. Für die praktisch ebene Strecke bringt die Rekuperation keine Vorteile. Ein Fahren mit vorgeschalteten Wider-

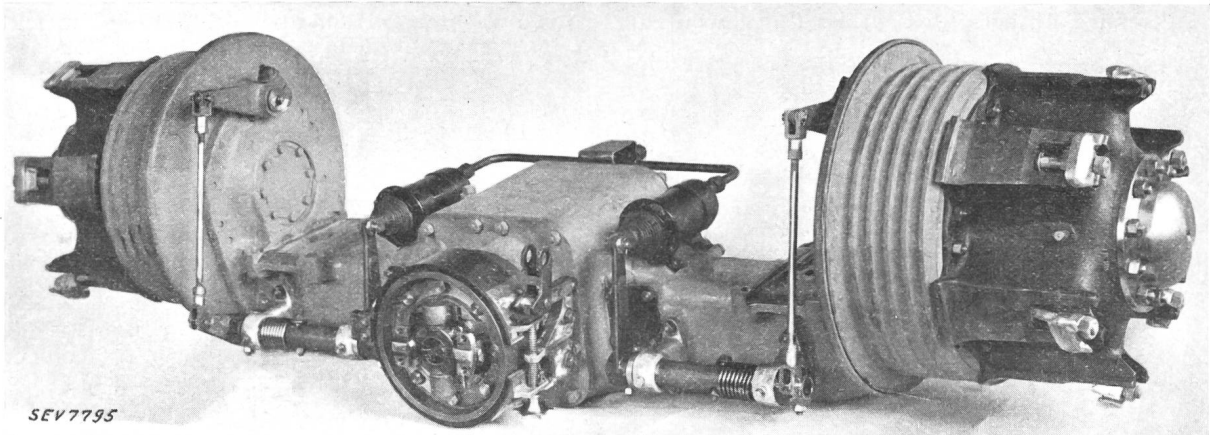


Fig. 18. Spezial-Hinterachse.

Fahrzeuges befinden sich oberhalb und unterhalb der Windschutzscheibe verstellbare Ventilations-schlitze; im hintern Teil des Wagens sind in der Decke Entlüfter angebracht. Damit wird erreicht, dass die Frischluft unter dem Wagendach durchstreicht und zuerst die dort sich stauende heisseste Luft heraustrreibt; der Passagier kommt nicht in die Zugluft zu sitzen.

Die Wagen werden vom Fahrdrabt aus elektrisch geheizt. Die Heizkörper sind unter den Längsbänken an der senkrechten Wand befestigt. Damit sich

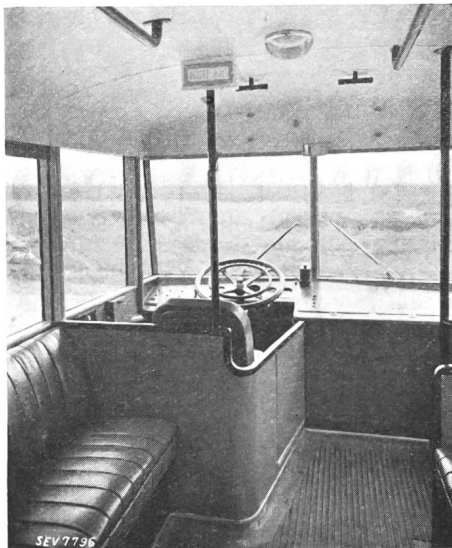


Fig. 19. Führerstand.

die warme Luft nicht unter den Bänken staut, ist zwischen Wand und Rücklehne ein durchgehender Schlitz vorhanden. Die warme Luft bestreicht also die am meisten abkühlende Fensterfläche.

3. Elektrische Ausrüstung.

Diese wurde von der A.-G. Brown, Boveri & Cie., Baden, geliefert. Die wichtigsten Daten sind in Tabelle III zusammengestellt.

ständen kommt praktisch nicht vor, weil der vielstufige Anfahr- und Bremschalter eine grosse Beschleunigung gestattet, so dass schon nach wenigen

Elektrische Daten. Tabelle III.

Motorart . . . . .	Gleichstrom-Seriomotor mit Eigenventilation
Motor-Stundenleistung . .	64 kW bei 550 V
Drehzahl b. Stundenleistg.	1660/min
Motorgewicht . . . . .	540 kg
Steuerung . . . . .	Nockenkontroller mit Line-breaker
Anfahrstufen . . . . .	21
Bremsstufen . . . . .	21
Elektr. Heizung . . . . .	3 kW, 600 V
Beleuchtung und Steuerkreise . . . . .	24 V, Cd-Ni-Batterie, 60 Ah
Gewicht der gesamten elektrischen Ausrüstung . .	1450 kg

Sekunden die max. Fahrgeschwindigkeit erreicht wird. Auf eine Serie-Parallelschaltung konnte deshalb verzichtet werden. Damit wurde auch die elektrische Steuerung sehr einfach und leicht. Fig. 20

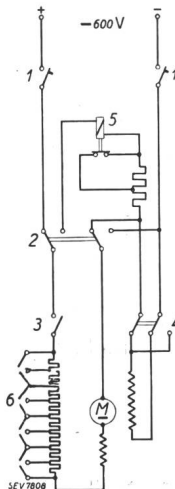


Fig. 20.

Prinzipschema der Motorsteuerung.

1 Maximalstromschalter. 2 Bremsumschalter. 3 Line-breaker. 4 Wendschalter. 5 Bremsstrombegrenzer.

6 Vielstufer (21 Stufen).

zeigt das Prinzip-Schema der Steuerung. Das Fahren und das Bremsen gehen darnach folgendermassen vor sich:

Je nach Fahrriichtung wird mit dem mechanisch betätigten Wendeschalter die Stromrichtung im Feld gekehrt. Soll angefahren werden, so wird durch einen Hilfskontakt am Fahrpedal zuerst der Line-breaker und nachher mechanisch der Vielstufer sukzessive kurzgeschlossen. Ist die gewünschte

lässiges Maas ansteigen zu lassen, ist im Bremsstromkreis ein zusätzlicher Widerstand eingebaut. Gewöhnlich ist dieser Widerstand teilweise kurzgeschlossen und wird nur bei Ueberschreitung des zulässigen Stromwertes durch einen Stromwächter voll eingeschaltet. Diese Einrichtung

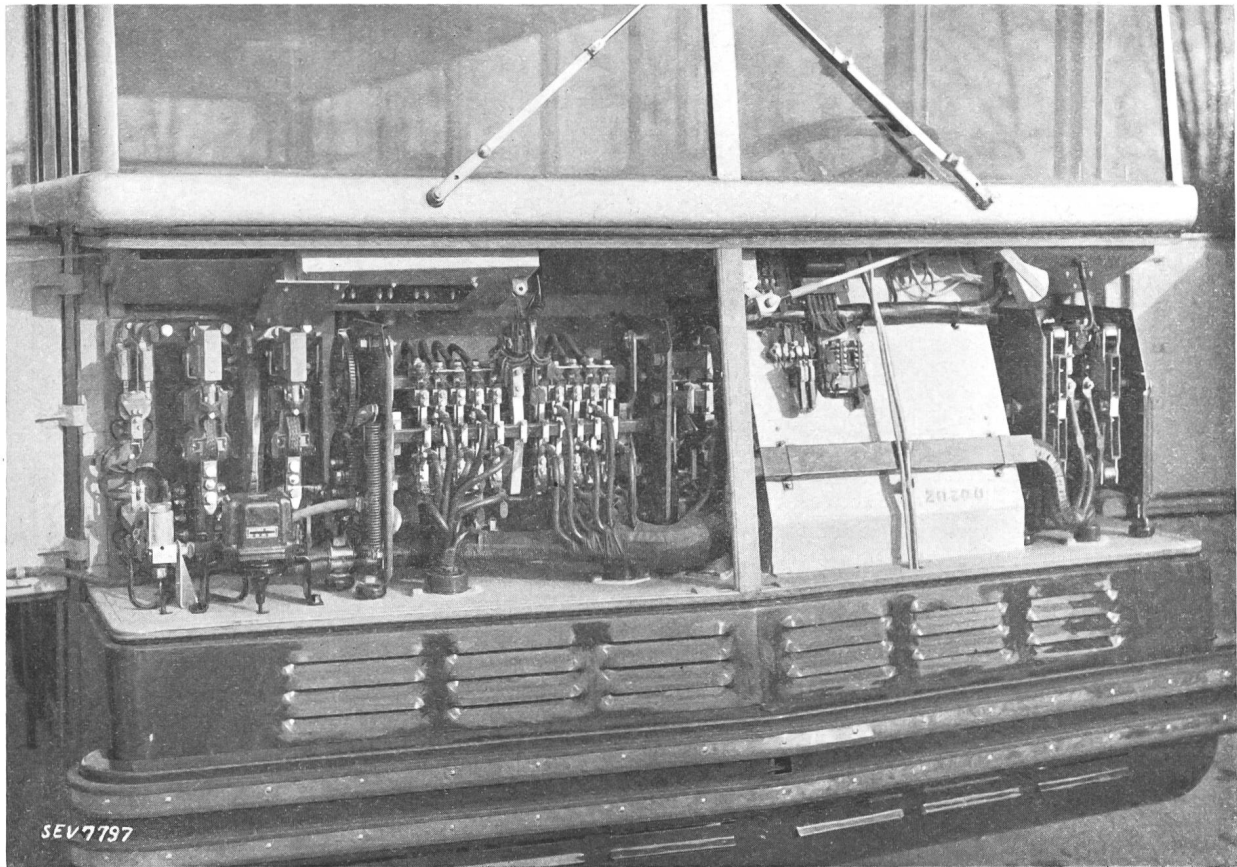


Fig. 21.  
Steuerapparate unter dem Führerpult, Ansicht von der Aussenseite.

Geschwindigkeit erreicht, so wird schon durch das erste Nachlassen des Druckes auf dem Fahrpedal zuerst der Line-breaker geöffnet und nachher elektropneumatisch der stromlose Vielstufer in die Nullleitung zurückgedreht. Ein direkter Uebergang von einer höhern auf eine niedrigere Fahrstufe ist also nicht möglich. Dieser scheinbare Nachteil macht sich aber im Betrieb auf keine Weise nachteilig bemerkbar. Die Wagenführer werden dadurch im Gegenteil gezwungen, möglichst rasch anzufahren und dann den Wagen auslaufen zu lassen. Ausserdem wurde es mit dieser Anordnung möglich, nur im Line-breaker einen Löschfunken zu haben und nur hier Kontakte auswechseln zu müssen. Wird das elektrische Bremspedal, das mit dem gleichen Fuss wie das Fahrpedal bedient wird, betätigt, so wird mechanisch der Bremsumschalter in die Bremsstellung gelegt, der Line-breaker eingeschaltet und nachher die Vielstuferkontakte geschlossen. Sobald auch hier der Druck auf dem Bremspedal nachlässt, schaltet der Line-breaker den Bremsstrom ab und lässt ebenfalls den Vielstufer stromlos in die Nullstellung zurückkehren. Um den Bremsstrom bei schroffen Bremsungen nicht über ein zu-

hat sich sehr gut bewährt, da sie erlaubte, die Grösse der Bremskraft oder, anders ausgedrückt, die Bremsen weich einzustellen. — Selbstverständlich ist durch mechanische und elektrische Verriegelungen dafür gesorgt, dass nicht gleichzeitig gefahren und gebremst werden kann und dass der Wendeschalter nur in der Nullstellung des Vielstufers und nur bei geöffnetem Line-breaker betätigt werden kann. Der wenig Platz beanspruchende und sehr leichte Vielstufer (er wiegt zusammen mit dem angebauten Wendeschalter nur 47 kg) ist in Fig. 21 links vom Lenkradkasten ersichtlich.

Sämtliche Steuerapparate, mit Ausnahme der Maximalstromschalter, die sich auf dem Wagendach befinden, sind auf der Stirnseite des Fahrzeuges, im Führerpult angeordnet. Durch wegnehmbare Wände im Innern des Wagens und durch zwei grosse Türen sind die Apparate von allen Seiten sehr leicht zugänglich. Fig. 21 zeigt das geöffnete Führerpult. Die Anfahr- und Bremswiderstände sind unmittelbar darunter, unter dem Wagenboden aufgehängt. Durch dieses Zusammenfassen aller Apparate für 600 V konnten die Leitungen sehr



kurz gehalten und damit die Gefahr eines Isolationsdefektes verringert werden.

Die Stromabnehmer-Ruten bestehen aus einem gezogenen Stahlrohr, das unten abgekröpft ist. Diese Abkröpfung gestattet, die Stromabnehmer beliebig ringsum zu drehen und deshalb an der ge-

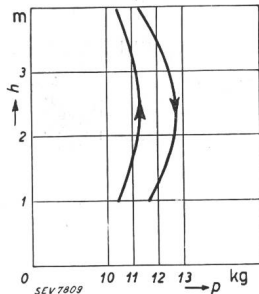


Fig. 22.

Kontaktdruck ( $p$ ) in Abhängigkeit von der Höhe des Kontaktshuhes über Unterkante Abnehmerfuss ( $h$ ).

raden Leitung, sofern die Strasse breit genug ist, in einer Kurve, d. h. ohne Spitzkehre oder Rückwärtsfahren, zu wenden. Die maximale Ablenkung während der Fahrt beträgt 4,5 m. Das Gewicht eines kompletten Stromabnehmers beträgt 62 kg. Der Anpressungsdruck kann zwischen 8 und 12 kg variiert werden. Bis heute wird mit einem Bügeldruck von

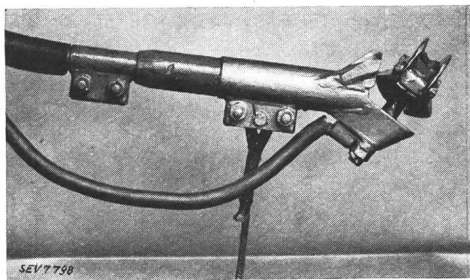


Fig. 23a.  
Gleitstück des Stromabnehmers.

10 kg gefahren; wir werden aber diesen Druck demnächst heruntersetzen. Der Kontaktdruck ist, wie Fig. 22 zeigt, für alle Stromabnehmerstellungen beinahe konstant. Fig. 23 zeigt den Stromabnehmer-Schuh.

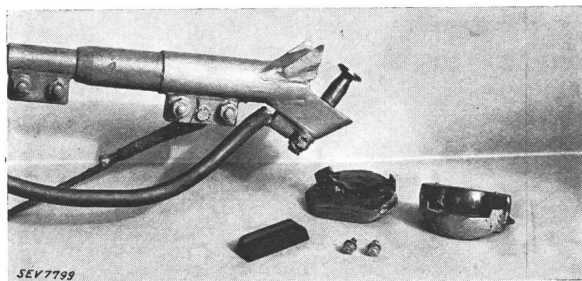


Fig. 23b.  
Gleitstück des Stromabnehmers (in seine Bestandteile zerlegt, mit Kohleschleifstück).

Sämtliche 600 V führenden Apparate und Leitungen sind doppelt isoliert. Zwischen der ersten und zweiten Isolation liegt eine leitende Zwischenschicht. Die spannungsführenden Teile, die Zwischenschichten und der Wagenkasten sind mit Prüf-

klemmen verbunden, so dass der Isolationswert jeder einzelnen Isolation bequem laufend kontrolliert werden kann. Auf weitere Sicherheitseinrichtungen wurde deshalb verzichtet. Die 24-V-Kreise werden von einer Cadmium-Nickel-Batterie gespeist; die Batterie wird von einer auf der Motor-

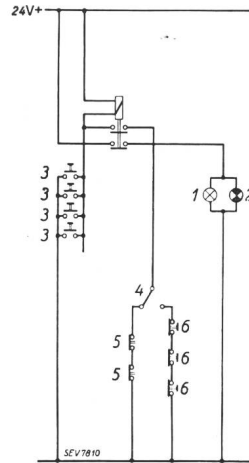


Fig. 24.

Prinzipschema der Haltesignaleinrichtung.

- 1 Signallampe. 2 Leuchtschrift.
- 3 Druckknöpfe für Passagiere.
- 4 Schalter für Einmann- oder Zweimann-Dienst (Stellung links: Einmann, Stellung rechts: Zweimann).
- 5 Kontakte an den Türen.
- 6 Abfahrtsignale für den Kondukteur.

welle fliegend montierten Dynamo geladen. An 24 V sind angeschlossen: die gesamte Beleuchtung, die Steuerkreise für die 600-V-Apparate und für die Druckluftanlage und die Signalkreise.

Am Trolleybus wurde für Winterthur zum erstenmal versucht, die Haltesignale durch die Fahrgäste selbst, nicht durch den Kondukteur geben zu lassen. Damit wird den Reklamationen, dass Haltestellen überfahren werden, ausgewichen. Das Haltesignal besteht aus einer Signallampe auf dem Führertisch und einer leuchtenden Schrift, die allen Passagieren im Wageninnern anzeigt, dass an der nächsten Haltestelle angehalten wird. Zwölf mit «Halt» bezeichnete, zweckmässig verteilte Druckknöpfe gestatten sowohl dem sitzenden, als auch dem stehenden Fahrgast, das Signal zum Anhalten zu geben. Das Haltesignal leuchtet so lange, bis im Einmanndienst der Wagenführer die Türen zum Aussteigen öffnet, oder bis im Zweimanndienst der Kondukteur, der hier das Zeichen zur Weiterfahrt gibt, mit einem von 4 besonderen Druckknöpfen das Signal zum Erlöschen bringt. Die Schaltung dieser Einrichtung zeigt Fig. 24. Ein Missbrauch der nur für den Zweimanndienst bestimmten Druckknöpfe ist nicht möglich, da der Wagenführer je nach Art des Dienstes einen Schalter auf «1 Mann» oder «2 Mann» stellt. Die Einrichtung ist so getroffen, dass das Anhalten vom Passagier in beiden Dienstarten in gleicher Weise verlangt werden kann. Auch der Wagenführer hat sich nur zu merken, dass er im Einmanndienst erst weiterfahren darf, wenn er sich vergewissert hat, dass die Passagiere ausgestiegen sind.

#### IV. Betriebserfahrungen.

Da das neue Verkehrsmittel erst seit einigen Wochen in Betrieb steht, kann natürlich noch nicht von Erfahrungen gesprochen werden. Immerhin

hat uns die Konstruktion der Fahrleitung und des Rollmaterials bis heute voll befriedigt. Das neue Fahrzeug erfreut sich auch beim Publikum grosser Beliebtheit, und es scheint, als ob die Frequenz des

Trolleybus, auch nach der Zeit der ersten Neugierde, grösser als bei der Strassenbahn sein werde. Der Abonnementsverkauf hat ziemlich stark zugenommen.

## Betriebsuntersuchungen an einem Lasttrenner mit selbsttätiger Druckluftherzeugung.

Von G. F. Ruegg, Sissach.

621.316 57.064.45

*Im Hochspannungsraum des Fernheizkraftwerkes wurden von Herrn Prof. Dr. Bruno Bauer Untersuchungen über den Abschaltvorgang in Lasttrennern durchgeführt. Im folgenden wird unter Bezugnahme auf die Prüfprotokolle über die Hauptergebnisse auszugsweise berichtet.*

*Dans le local à haute tension de la centrale de chauffage à distance de l'EPF, le professeur Bauer a procédé à des recherches sur le phénomène de rupture dans les sectionneurs en charge. L'étude ci-après, basée sur les procès-verbaux d'essai, donne un aperçu des principaux résultats.*

Während noch vor wenigen Jahren in den Schaltanlagen von Kraft- und Unterwerken bis hinaus in die letztverzweigte Ortstransformatorenstation der Oelschalter anzutreffen war, zeigt sich heute bei Neuanlagen ein vollständig verändertes Bild. Das Bestreben, jeder Schaltstelle im Verteilnetz den technisch und wirtschaftlich günstigsten Schaltertyp zu geben, führte neben der Weiterentwicklung des Oelschalters zur Schaffung neuer Schalterkonstruktionen mit Luft als Löschmittel. Es kommen daher in modernen Verteilanlagen je nach Eigenart der örtlichen Betriebsverhältnisse der betreffenden Schaltstelle folgende Schalterarten zur Verwendung:

Oelschalter längstbewährter Konstruktionen,  
Oelarme Schalter,  
Lasttrenner mit selbsttätiger Druckluftherzeugung,  
Druckluftschalter mit separater motorischer Druckluftherzeugung.

Ein besonderes Anwendungsgebiet schuf sich der Lasttrenner in den letzten Jahren überall dort, wo in Orts- und Fabriktransformatorenstationen, sowie in kleineren Verteilstationen geringer Schaltheufig-

keit, auf die Vermeidung jeglicher Brandgefahr und eine einfache, übersichtliche und platzsparende Anordnung der Schalter Wert gelegt wird.

Da im Lasttrenner Schalter und Trenner im gleichen Apparat vereinigt sind, erübrigen sich separate Trenner. Wird ein spezieller Kurzschluss-Schutz verlangt, so können Hochleistungs-Sicherungen am Schalter angebaut werden.

Der Aufbau eines R & S-Lasttrenners<sup>1)</sup> ist aus Fig. 1 zu erkennen. Der bewegliche Kontakt des Schalters ist mechanisch direkt mit einem Leichtmetallkolben verbunden. Beim Ausschalten bewegt sich dieser Kolben in einem Luftzylinder und erzeugt dort Druckluft, welche durch einen Kanal in der Kolbenstange direkt in die Mitte des unteren Kontaktklotzes gelangt und dort aus einer Düsenöffnung gegen den oberen festen Kontakt ausgeblasen wird. Im Zylinder wird die Luft auf einen Druck von ca. 0,3 kg/cm<sup>2</sup> verdichtet. Sie strömt aus der Düse mit einer mittleren Geschwindigkeit von ca. 150 m/s.

Die Abschaltgeschwindigkeit wird möglichst gross gehalten, indem die Handbetätigung des Schalters durch ein Hebelsystem mit zwischengeschalteten starken Federn bewerkstelligt wird. Dieses Hebelsystem ist so disponiert, dass beim Abschalten zunächst die Federn gespannt werden, worauf nach Erreichen einer bestimmten Hebelstellung mit Hilfe der aufgespeicherten Zugkraft der Feder über einen geschwindigkeitsvergrössernden Hebel das Trennen der Kontakte stattfindet. Die Ausschaltfeder ist also in dieser Konstruktion bei ein- und ausgeschaltetem Lasttrenner dauernd im ungespannten Zustand, wodurch jede Ermüdungserscheinung der Feder vermieden wird. Die Geschwindigkeit, mit welcher der untere Kontakt sich vom oberen entfernt, beträgt ca. 0,7 m/s. Fig. 2 zeigt das Weg-Zeitdiagramm dieser Kontaktbewegung.

Zur Verbesserung des Stromüberganges im eingeschalteten Zustand sind die eigentlichen Abschaltkontakte durch stark federnde flache Fingerkontakte überbrückt. Die Zuleitung des Stromes von der unteren Klemme zum beweglichen unteren Kontakt ist durch ähnliche Kontakte für den eingeschalteten Zustand ebenfalls gesichert.

Ein Lasttrenner dieser Konstruktion wurde im Hochspannungsraum des Fernheizkraftwerkes der

<sup>1)</sup> Fabrikat der Firma Rauscher & Stoecklin A.-G., Sissach.

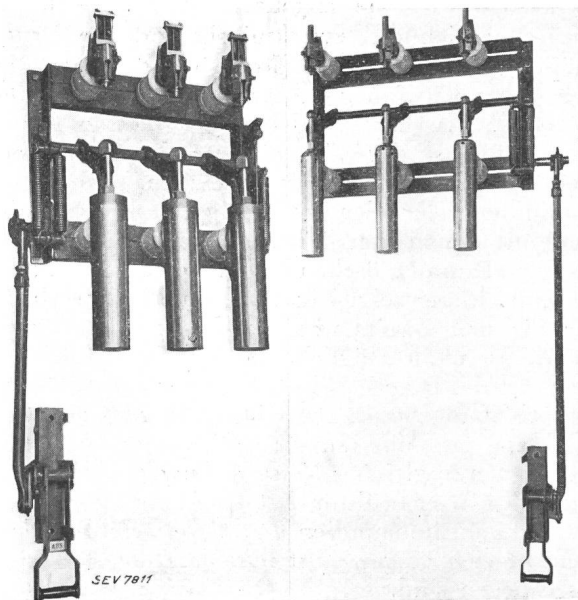


Fig. 1.

R & S Lasttrenner der Reihe STML.

Links: Typ für 3000 V Nennspannung und 200 A Nennstrom.  
Rechts: Typ für 6000 V Nennspannung und 200 A Nennstrom.  
Beide Lasttrenner wurden untersucht und schalten 4000 kW bei  $\cos \varphi = 1$  anstandslos ab. Die Untersuchungen, über die im folgenden berichtet wird, beziehen sich auf den Prüfling rechts.