

# Technische Entwicklungsmöglichkeiten des Trolleybus

Autor(en): **Wüger, H.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **109/110 (1937)**

Heft 14: **Zur 21. Schweizer Mustermesse in Basel**

PDF erstellt am: **21.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-49024>

## **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.

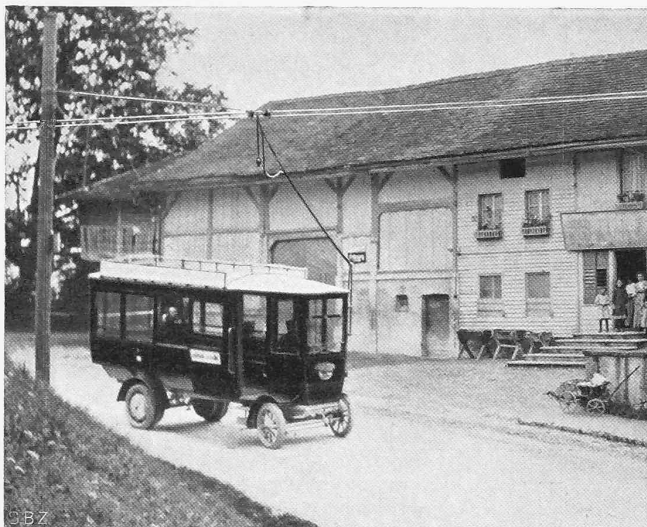


Abb. 1. Alter Trolleybus Fribourg-Farvagny, in Betrieb 1911 bis 1933!



Abb. 2. Moderner Trolleybus Lausanne-Ouchy (Bauart BBC).

leiten. Wir schaffen damit der Waldwirtschaft einen neuen Weg, die vollkommen unverwertbaren, dem Verderb ausgesetzten Holzüberschüsse einer wirtschaftlichen Verwertung entgegenzuführen. Wir ermöglichen aber auch der schweizerischen Maschinenindustrie, sich auf einem neuen, zukunftsreichen Gebiet zu betätigen, einzuarbeiten und Erfahrungen zu sammeln.

Die schweizerische Waldwirtschaft ist entschlossen, die Verwirklichung der Bestrebungen, die sie mit der Holzverzuckerung verbindet, tatkräftig zu fördern. Die Erreichung ihrer Ziele könnte von seiten der Behörden stark erleichtert werden, wenn mit der schon längst als notwendig erkannten Räumung der Lagerbestände an Obst- und Obstresterspiritibus Ernst gemacht würde.

### Technische Entwicklungsmöglichkeiten des Trolleybus

von Dipl. Ing. H. WÜGER, Zürich

Schon vor mehr als 30 Jahren wurde der Trolleybus in Deutschland und unabhängig davon in Frankreich entwickelt und gelangte in mehreren europäischen Staaten zur Einführung. Der damalige Stand des Strassenbaues wie des Fahrzeugbaues verhinderten indessen eine stärkere Verbreitung, da dem System noch zuviele Mängel anhafteten (z. B. Vollgummireifen). Erst als der Luftreifen erfunden war und als viele namhafte Fortschritte im Kraftwagenbau erlangt waren, begann man etwa 1928 in Amerika neuerdings mit dem Bau von Trolleybussen. Unterdessen hatte man auch im Strassenbau gewaltige Verbesserungen erzielt, und so waren die Voraussetzungen für den Erfolg wesentlich günstiger.

Viele kennen den Trolleybus nur in seiner alten, sehr unzulänglichen Form, wie er z. B. in der Schweiz auf der Strecke Fribourg — Farvagny<sup>1)</sup> verkehrte (Abb. 1). Daher sind Skepsis und Vorurteile gegenüber dem Trolleybus selbst in Fachkreisen noch weit verbreitet, weshalb es angezeigt erscheint, erneut auf dieses Problem des Strassenverkehrs einzutreten.

<sup>1)</sup> System-Beschreibung in «SBZ», Bd. 56, S. 261\* (12. Nov. 1910). Die Strecke Fribourg-Farvagny misst rd. 15 km. Fahrleitung von oben bestrichen durch Kabelstromabnehmer, die bei Wagenkreuzung gegenseitig ausgetauscht und mit Steckkontakt am Wagen angeschlossen wurden.

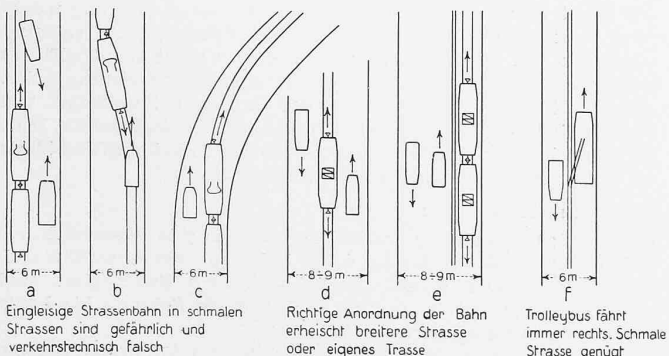


Abb. 3. Strassenbreiten für Strassenbahn und Trolleybus.

### Gegenwärtiger Stand.

Während wir in der Schweiz früher an der Spitze der technischen Entwicklung standen, sind wir heute, was den Trolleybus und einige andere Verkehrsprobleme anbetrifft, ziemlich rückständig. Es besteht ein einziger Trolleybusbetrieb in Lausanne, wo jetzt drei Wagen<sup>2)</sup> auf der 1,7 km langen Strecke zwischen Lausanne CFF und Ouchy verkehren (Abb. 2). Demgegenüber sind Trolleybusbetriebe eingeführt in 34 Städten des europäischen Kontinentes, in 25 Städten Englands, in mindestens 14 Städten in englischen Kolonien, in 9 Städten Chinas und Japans und in 34 Städten der USA mit zusammen etwa 2600 Fahrzeugen; Projekte bestehen bereits für weitere rd. 2000 Wagen, von denen etwa 600 bestellt sein dürften. Ueber die Streckenlängen sind keine vollständigen Angaben zugänglich, doch dürfte es sich um eine Netzlänge von annähernd 3000 km handeln. Offensichtlich hat der Trolleybus heute schon eine recht beträchtliche Verbreitung gefunden. Man geht nicht fehl, wenn man für die nächsten Jahre mit einer weiteren und starken Zunahme rechnet. Es ist schwer verständlich, daß gerade in der Schweiz, wo ausschließlich Wasserkräfte als Energiequelle verfügbar sind, der Trolleybus nicht schon häufiger eingeführt worden ist.

### Mängel der heute bestehenden öffentlichen Verkehrsmittel.

Viele Verkehrsbetriebe sind notleidend geworden. Es wäre falsch, die Krise allein für diese Notlage verantwortlich zu machen. Betrachten wir die Verhältnisse in der Schweiz, so müssen wir folgendes feststellen:

1. Die Bahnanlagen stammen zum grössten Teil aus den Vorkriegsjahren und weisen demzufolge ein Alter von 20 bis 35 Jahren auf. Namentlich die Geleiseanlagen von Strassenbahnen und Ueberlandbahnen entsprechen den modernen Anforderungen nicht, da sie viele enge Kurven aufweisen, dazu keine Uebergangsbogen und keine Geleiseüberhöhungen besitzen. Diese Mängel nötigen zu starker Geschwindigkeitsbeschränkung in allen Kurven und drücken so auf die Reisegeschwindigkeit.

2. Das Wagenmaterial ist für kleine Fahrgeschwindigkeiten gebaut und entspricht hinsichtlich Bequemlichkeit (hohe Fussbodenlage, Sitzanordnung, Beleuchtung und Geräusch) den heutigen Anforderungen des Publikums nicht mehr.

<sup>2)</sup> Gestützt auf die guten Erfahrungen beabsichtigt die dortige Strassenbahn-Verwaltung 33 weitere Trolleybusse in Dienst zu stellen, um damit rd. 40% ihrer tot. Wagen-km zu leisten, und zwar auf 17 km = 32% der Gesamtstreckenlänge, vorwiegend auf Steilrampen. Red.

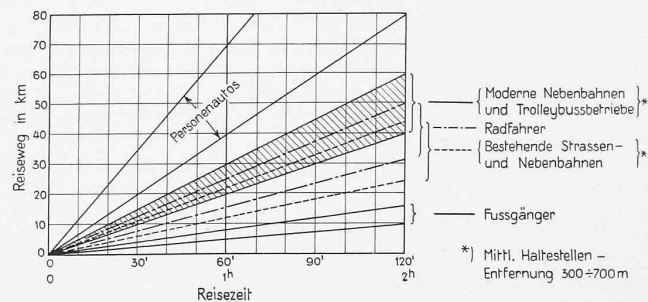


Abb. 4. Vergleich der Reisegeschwindigkeiten verschied. Verkehrsmittel.

\*) Mithl. Haltestellen - Entfernung 500-700m

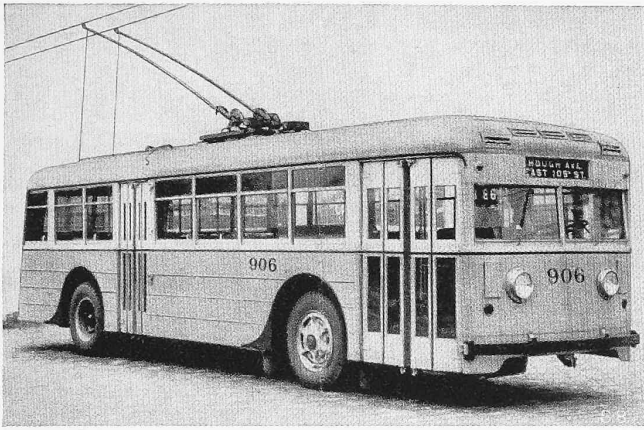


Abb. 5. Moderner amerikanischer Trolleybus für 40 Sitzplätze.

3. Die Fahrleitungsanlagen sind entsprechend dem Alter ebenfalls nur für kleinere Fahrgeschwindigkeiten geeignet; immerhin sind bei einigen Bahnen die Fahrleitungen in den letzten Jahren verbessert worden.

4. Bei Ueberlandbahnen und Vorortstrassenbahnen, die eingleisig gebaut sind, liegt dieses Geleise meist in der Strasse. Die Wagen oder Züge verkehren deshalb in der einen Fahr- richtung verkehrstechnisch falsch (links), was für den freien Verkehr keine geringe Gefahr bedeutet, namentlich für Orts- fremde (Abb. 3). Diese Sachlage führt dazu, dass der Gesetz- geber aus Sicherheitsgründen Geschwindigkeitsbegrenzungen auferlegen muss.

Das Ergebnis dieser Verhältnisse ist, dass von 95 Klein- bahnen 58 Reisegeschwindigkeiten von unter 20 km/h und davon 37 sogar solche unter 15 km/h aufweisen. Auch die meisten Strassen- und Vorortstrassenbahnen weisen Reisegeschwindig- keiten von 12 bis 16 km/h auf. Diese Geschwindigkeiten sind, auch bei Berücksichtigung der zum Teil bedeutenden Stei- gungen, heute vollständig ungenügend, indem sie durchwegs unter der Reisegeschwindigkeit der Radfahrer liegen, von jenen des Auto gar nicht zu sprechen (Abb. 4).

Während in den grössern Städten die Verkehrsdichte die Anlage breiter Strassen mit doppelspurigen Strassenbahnen durchaus rechtfertigt, sind bei den Vorort- und Ueberland- strecken meist andere Verhältnisse anzutreffen. Schmale Strassen und eingleisige Bahnanlagen sind daher hier die Regel, was, wie oben angedeutet, zu verkehrstechnisch sehr unbefriedigenden Verhältnissen führt. Abhilfe kann hier geschaffen werden, indem die Strassen verbreitert und die Geleise in Strassenmitte verlegt werden, oder indem die Bahn auf ein eigenes Trasse gelegt wird oder schliesslich, indem man die Schienentraktion verlässt und zum Trolleybus- oder Autobusbetrieb übergeht und damit teuren Landerwerb erspart.

**Vor- und Nachteile des Trolleybus.**

Bevor die Trolleybusanlagen beschrieben werden, seien die wichtigsten (zahlenmässig nicht vollständig zu erfassenden) Vor- und Nachteile gegenüber den andern Verkehrsmitteln erwähnt.

**I. Gegenüber der Strassenbahn:**

a) Vorteile: 1. Keine Geleise, daher auch keine Strassen- aufbrüche wegen Geleisearbeiten. 2. Der Trolleybus fährt immer rechts, also verkehrstechnisch richtig, auch wenn nur eine einspurige Fahrleitung vorhanden ist. 3. Der Trolleybus kann andern Fahrzeugen ausweichen, kommt daher mit dem Minimum von nur zwei Fahrspuren aus. 4. Störung an einem Wagen stört den übrigen Betrieb auf der Strecke nicht. 5. Kein Lärm, weil gummiereifte Wagen. 6. Radiostörungen werden vermieden, da der Stromabnehmerschuh stärker an die Oberleitung ange- presst wird als die Bügel. 7. Sichereres Anfahren auf Steigungen als bei der Strassenbahn wegen besserem Reibungsverhältnissen. 8. Grössere Reisegeschwindigkeit als die Strassenbahn (weil grösserer Reibungskoeffizient zwischen Gummi und Strasse als zwischen Eisenrad und Schiene), und 9. grössere Bremsver- zögerungen möglich und damit höhere Fahrgeschwindigkeit zulässig.

b) Nachteile: 1. Infolge des Wegfalls der Schienen ergeben sich höhere Spannungsabfälle. 2. Zweipolige Fahrleitung nötig.

**II. Gegenüber dem Diesel-Autobus.**

a) Vorteile: 1. Verwendung einheimischer Energie, geringere Preisschwankungen. 2. Sauberer, geruchloser Betrieb, da kein

Auspuff. 3. Die Motoren sind stark überlastbar, daher rasches Anfahren und grosse Fahrgeschwindigkeit auf Steigungen mög- lich, daher grössere Reisegeschwindigkeit. 4. Einfachere Wagen- bedienung. 5. Im Winter reichliche Heizung der Wagen möglich. b) Nachteile: An eine Fahrleitung gebunden und daher nicht so freizügig wie der Autobus.

**III. Gegenüber Akkumulatoren-Autobussen:**

a) Vorteile des Trolleybus: 1. Kleineres Gewicht, besserer Wirkungsgrad und daher bedeutend geringerer Energiebedarf. 2. Unbegrenzter Aktionsradius im Bereiche des Netzes. 3. Grosse Reisegeschwindigkeit. 4. Im Winter reichliche Heizung der Wagen möglich. 5. Weniger Wartung.

6. Nachteil des Trolleybus: An Fahrleitung gebunden.

Es ist leider nicht möglich, alle genannten Vor- und Nach- teile zahlenmässig gegeneinander abzuwägen. Die Abwertung hat gezeigt, dass Preisschwankungen des ausländischen Betrieb- stoffes eben doch möglich sind. Nicht vergessen darf man, dass dort, wo der Trolleybus ein anderes, älteres Betriebsmittel er- setzt, die neuen Fahrzeuge verkehrswerbend wirken und schliess- lich sei auch noch darauf hingewiesen, dass das ältere Personal leichter auf einen Trolleybus umgeschult werden kann als auf Autobusse.

Zusammenfassend kann man sagen, dass der Trolleybus sehr viele Vorteile der Strassenbahn und des Autobus in sich ver- einigt, ohne aber mit allen ihren Nachteilen belastet zu sein.

**Das Rollmaterial.**

**Der heute gebräuchlichste Fahrzeugtyp.** Dass der Trolley- bus von heute sich von jenem von anno dazumal wesentlich unterscheidet, zeigen schon die Abbildungen 1, 2 und 5, jene den alten Trolleybus in Freiburg, diese einen amerikanischen Typ neuerer Bauart darstellend. Der heute gebräuchlichste Fahrzeugtyp kann kurz folgendermassen charakterisiert werden.

Der ganze Wagen ruht auf einem Auto-Chassis. Für den Antrieb sind ein oder mehrere Elektromotoren vorhanden, die meist im Rahmen längs gelagert sind. Eine einheitliche Bauart hat sich noch nicht herausgebildet, vielmehr bestehen noch recht verschiedenartige Bauarten nebeneinander. In der Abb. 6 sind die hauptsächlichsten Antriebs-Anordnungen dargestellt. Wich- tig ist vor allem, dass der Antrieb stärker gebaut wird als für Brennkraftfahrzeuge, da der Elektromotor stark überlastbar ist und aus einer annähernd unerschöpflichen Energiequelle, dem elektrischen Verteilnetz, gespeist wird. In Amerika besteht die Tendenz, den Motor nicht mehr unter dem Wagenboden anzu- ordnen, sondern am Heck, was eine extrem tiefe Bodenlage er- möglicht und den Motor gut zugänglich macht.<sup>2)</sup>

Bei der Wahl nur eines Motors wird die Schaltung einfach; bei zwei oder mehr Motoren hat man dafür die Möglichkeit, die energiesparende Serie-Parallelschaltung anzuwenden; auch hier bestehen noch recht verschiedene Arten. Für die Steuerung, die sowohl als reine Kontrollersteuerung als auch als Schützen- steuerung ausgebildet werden kann, ist auf eine feine Staffelung der Anfahr- und Bremswiderstände zu achten, damit mit hohen Anfahrbeschleunigungen und Bremsverzögerungen gearbeitet werden kann. Man geht heute in Amerika betriebsmässig bis auf etwa 1,5 bzw. 2 m/sec<sup>2</sup>.

Als Bremsen kommen in Betracht: Elektrische Nutzbrem- sung mit Rückspeisung ins Netz, elektrische Widerstandsbrem- sung, Druckluft- oder Vakuumbremse und eine Handbremse.

Die Stromabnahme von der zweipoligen Fahrleitung erfolgt mit zwei Stromabnehmerstangen, deren löffel- oder schuhartiger Kopf mit etwa 8 bis 12 kg gegen diese gedrückt wird. Die früher üblichen Rollen sind fast vollständig verschwunden, da die

<sup>2)</sup> Vergl. die Beispiele in «SBZ» Band 107, Seite 28\*.

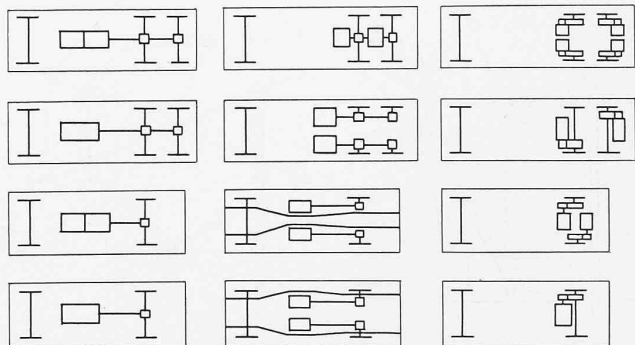


Abb. 6. Verschiedene Antriebsanordnungen für Trolleybusse.

Stromabnahme und die mechanische Abnutzung ungünstiger waren und die Rolle Anlass zu Radiostörungen gibt. Die Stromabnehmer sind so gebaut, dass die Wagen seitlich bis zu 4,5 m von der Fahrleitung abweichen können, somit grösste Anpassungs- und Einordnungsfähigkeit in den übrigen Strassenverkehr besitzen.

Die Bedienung des Trolleybus ist sehr einfach, da nur zwei Pedale (für Fahren und Bremsen) und das Lenkrad zu betätigen sind. In Lausanne angestellte Vergleichsversuche mit Strassenbahnwagen, Autobussen und Trolleybus ergaben die in der Tabelle angegebenen Verhältnisse.

		Strassenbahn	Trolleybus	Autobus
Motorleistung	PS	60	120	87
Wagengewicht	t	9,2	10,3	9,3
Leistung	PS/t	6,5	11,7	9,4
Beschleunigung auf 8,5 ‰ Steigung	m/sec <sup>2</sup>	0,7	0,7	0,8
			0,8	0,42

**Entwicklungsmöglichkeiten.** Wenn man den Trolleybus auch für den starken Stadtverkehr und den Ueberlandverkehr anwenden will, treten neue Probleme auf. Beim Stadtverkehr stellt sich die Forderung nach grossem Fassungsvermögen, dem man z. B. in England durch die Schaffung von Doppeldeckwagen gerecht wurde. Diese Lösung eignet sich für unsere hügeligen Strecken weniger. Dagegen ist es möglich, durch einen Anhängerbetrieb das nötige Fassungsvermögen zu gewinnen; Anhängerbetrieb ist sowohl für städtische als auch für Ueberland-Verhältnisse durchaus ernsthaft zu erwägen. Die gegenwärtig unter Leitung der schweiz. Postverwaltung auf der Strecke Baden-Oberendingen im Gang befindlichen Versuche mit einem Saurer-Dieselmotor dürften wesentlich zur Klärung des Problems beitragen und viele Bedenken beseitigen.

Da die meisten bestehenden Ueberlandbahnen neben dem Personen- auch dem Güterverkehr zu dienen haben, sollte ein Trolleybusbetrieb, wenn er eine Kleinbahn vollständig ersetzen soll, auch die Güterbeförderung übernehmen. Auch das ist möglich, namentlich wenn auch hier mit Anhängern gefahren werden kann.

Man ist aber heute sogar in der Lage, die Güterbedienung zu verbessern und bis zu einem gewissen Grad den Haus-Haus-Dienst einzurichten, wenn an Stelle des gewöhnlichen Trolleybus die sogenannten **Zweikraftwagen** eingesetzt werden. Darunter versteht man Trolleybusse, die neben der vollständigen elektrischen Ausrüstung für Fahrleitungsbetrieb einen Benzin- oder Dieselmotor oder eine kleine Akkumulatoren-batterie besitzen, so dass sie auch auf Strecken ohne Fahrleitung verkehren können. Solche Wagen sind vor etwa vier Jahren erstmals in Newark (NJ) entwickelt worden und haben sich glänzend bewährt. Heute stehen dort 192 solcher Fahrzeuge im Betrieb und weitere 195 sind bestellt (Abb. 7). Die Wagen in Newark besitzen einen benzin- bzw. dieselelektrischen Antrieb gemäss der schematischen Skizze in Abbild. 8, der den Vorteil hat, dass die Steuerung einfach und für beide Betriebsarten gleich ist. In der Anschaffung billiger, aber im Betrieb komplizierter ist die von der Firma Brozincevic in Wetzikon vorgeschlagene Lösung, bei der Brennkraft- und Elektromotor auf die gleiche Kardanwelle arbeiten. Ein beachtenswerter deutscher Vorschlag für die Lösung des Zweikraftwagens geht dahin, Dieselmotor samt Generator in einem einachsigen Anhänger unterzubringen. Man erreicht dadurch den Vorteil, dass das zusätzliche Gewicht nur auf den fahrleistungslosen

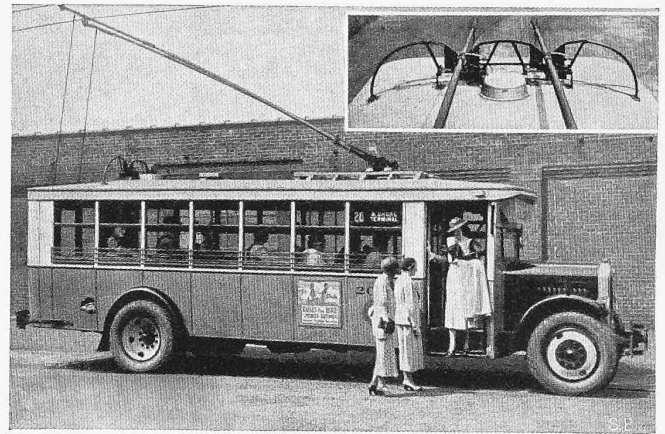
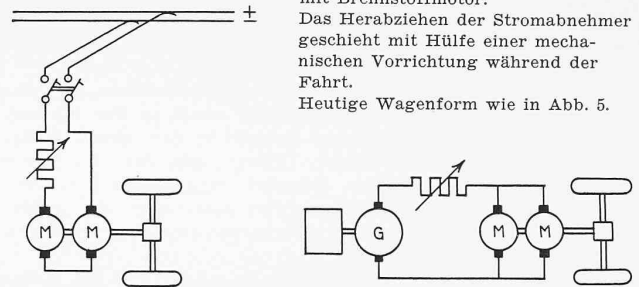


Abb. 7. Erste Versuchsausführung eines Zweikraft-Trolleybus in Newark, N. J. — Oben rechts automat. Fangvorrichtung für Fahrt mit Brennstoffmotor. Das Herabziehen der Stromabnehmer geschieht mit Hilfe einer mechanischen Vorrichtung während der Fahrt. Heutige Wagenform wie in Abb. 5.



Als Trolleybus, Als Diesel- oder Benzinautobus laufend. Abb. 8. Antriebschema der Zweikraftwagen von Newark.

Strecken mitgeführt werden muss. Es ist so möglich, bei einem grösseren Fahrzeugpark mit einer verhältnismässig kleinen Zahl von solchen Diesel-Generator-Anhängern auszukommen, da diese nacheinander an die am Fahrleitungsende ankommenden Wagen angekuppelt und von den von aussen, am Fahrleitungsanfang anlaufenden wieder abgehängt werden können, während das eigentliche Nutzfahrzeug auf der mit Oberleitung versehenen Stammstrecke allein laufen kann.

Akkumulatoren als zweite Kraftquelle eignen sich nur dort, wo nur kurze fahrleistungslose Strecken befahren werden sollen, da die Batterien sonst zu gross und zu schwer werden. Da die Batteriespannung aus praktischen Gründen nur etwa 200 bis 300 Volt betragen kann, die Fahrdrahtspannung aber meist 500 und noch mehr Volt (bis 1500) beträgt, ergeben sich bei Akkumulatorenbetrieb sehr kleine Fahrgeschwindigkeiten.

Die Anwendungsgebiete des Zweikraftwagens sind beim Personenverkehr die Bedienung von Abzweigen mit schwächerem Verkehr und Ausflugsstrecken, für die die Anlage der Fahrleitung sich nicht lohnt. Sie bieten andererseits für die Stammstrecke die Möglichkeit der Auswertung der Vorteile des elektrischen Betriebes. Beim Güterverkehr schafft der Zweikraftwagen die Möglichkeit eines beschränkten Haus-Haus-Dienstes.

Schliesslich muss noch der Zweirichtungsmotorwagen erwähnt werden. In engen Strassen kann das Wenden der Wagen

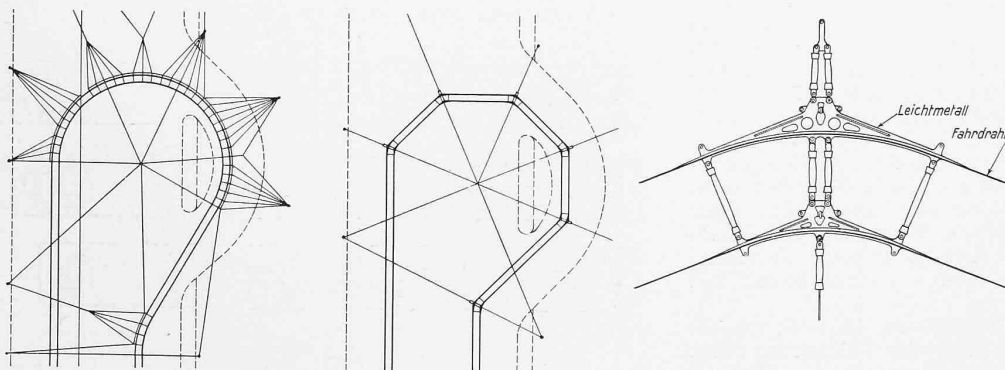


Abb. 11. Fahrleitungsschleifen: links in üblicher Bauart, rechts Bauart Westinghouse-Holden mit wenigen Stützpunkten und Leichtmetall-Kurvenstücken.

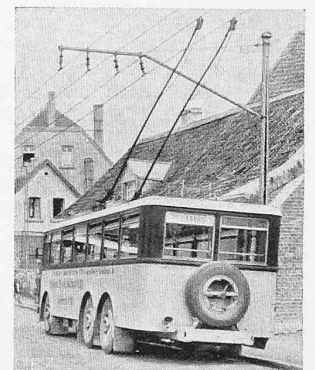


Abb. 9. Bewegl. Aufhängung System A. E. G. (Mettmann-Gruiten).

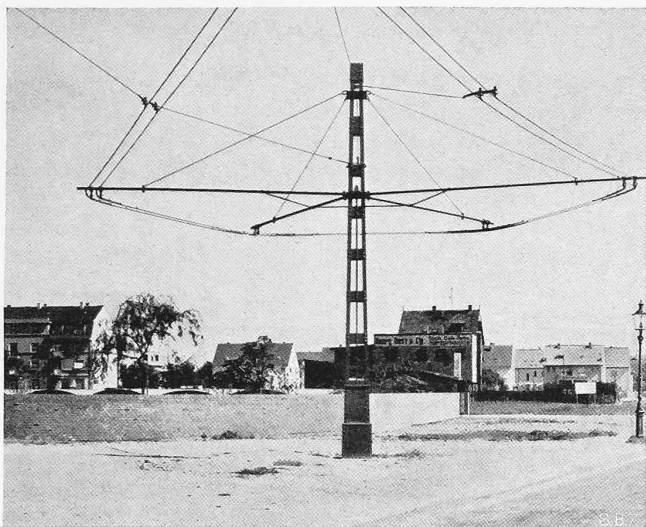


Abb. 12. Polygonale Wendeschleife in München.

Photos zu Abb. 12 und 14 von Dipl. Ing. H. Lang (Bern), Vertreter für die Schweiz des Bahnleitungs-Bureau München von BBC Mannheim.



Abb. 14. Einstangen-Stromabnehmer und Vielfach-Aufhängung BBC.

mit gewöhnlicher Einrichtung unmöglich oder zu gefährlich werden. Da ist der Zweirichtungswagen am Platz, der mit zwei Führerständen ausgerüstet ist und wie ein Strassenbahnwagen in beiden Richtungen verkehren kann. Steuerung und Aufbau des Antriebes werden komplizierter, da beide Endachsen gesteuert werden müssen. In Lüttich verkehrt ein dreiachsiger Zweirichtungs-Trolleybus, bei dem der Antrieb nur auf die mittlere, starre Achse erfolgt. Die «Schweiz. Industrie-Gesellschaft» Neuhausen hat eine eigene Bauart entwickelt, bei der mit zwei Achsen auszukommen ist, wobei zwar beide Achsen gesteuert werden, jedoch so, dass die jeweilige hintere nur halb so stark eingeschlagen wird wie die vordere. Der höheren Kosten wegen wird diese Fahrzeugart nur in Sonderfällen Anwendung finden.

**Die Fahrleitungsanlagen.**

**Entwicklung und heutiger Stand.** Die ersten Trolleybus-fahrleitungen waren von Stützisolatoren getragen, und der Stromabnehmer, ein vierrädriges Wägelchen, rollte auf den beiden Drähten, indem er vom fahrenden Wagen an einem Kabel mitgezogen wurde (Abb. 1). Die heute gebräuchlichen Fahrleitungen sind von unten bestrichen. Die Schwierigkeiten beim Bau der Trolleybusfahrleitungen bestehen darin, dass wegen der seitlichen Abweichung der Fahrzeuge von der Fahrleitung diese auch seitlich beansprucht wird und dass der Stromabnehmer-Schuh trotz allen Relativbewegungen des Fahrzeuges zur Fahrleitung genau der Fahrleitung folgen muss. Der Stromabnehmer neigt am wenigsten zu Entgleisungen, wenn die Fahrleitung einen möglichst stetigen Kurvenzug bildet und keine schroffen Richtungswechsel aufweist. Die Erfahrung lehrt, dass

eine Fahrleitung so verlegt werden sollte, dass die Ablenkung an den Stützpunkten nirgends grösser als etwa  $8^\circ$  wird; die Amerikaner fordern sogar höchstens  $4^\circ$ , was natürlich das Befahren mit höheren Geschwindigkeiten zulässt. Diese Forderungen machen bei Kurven sehr viele Stützpunkte nötig, wodurch etwas schwer wirkende Konstruktionen entstehen. Neben den normalen Bauarten der Fahrleitungen sind in Deutschland von der AEG und von Siemens bewegliche Fahrdrachtaufhängungen entwickelt worden, die die Materialbeanspruchung im Fahrdracht wesentlich herabsetzen, indem Schwingungen verhindert werden (Abb. 9).

Für das Wenden der Fahrzeuge werden zweckmässig Wendeschleifen angelegt, oder, wo hierzu der Platz fehlt, Wendedreiecke. Es ist jedoch möglich, an jeder beliebigen Stelle auf offener Strecke einen Trolleybus an der glatten einspurigen Fahrleitung zu wenden, sofern nur die nötige Strassenfläche zur Verfügung steht. Für behelfsmässiges Wenden sind daher keine besondern Einrichtungen nötig. Für vermaschte Netze und für die Schleifen und Dreiecke sind alle notwendigen Kreuzungsstücke und Weichen durchgebildet; Abb. 10 zeigt zum Beispiel eine Weiche. Wie bei den Geleiseweichen gibt es auch bei den Fahrleitungsweichen verschiedene Bauarten; Federweichen, handbediente und elektrisch vom fahrenden Wagen aus steuerbare; bei diesen sind natürlich Signale nötig, die dem Führer die Stellung anzeigen.

**Entwicklungsmöglichkeiten.** Das Streben nach höheren Fahrgeschwindigkeiten sowie nach billigen und schönen Konstruktionen hat in den letzten Jahren neue Bauarten entstehen lassen. In den Vereinigten Staaten wurde im Herbst 1934 die in Abb. 11 (Mitte und rechts) gezeigte Anordnung für Weichenabzweige und Schleifen vorgeschlagen. Die Neuerung besteht in der Verwendung stetig gekrümmter Leichtmetallprofilschienen. Da-

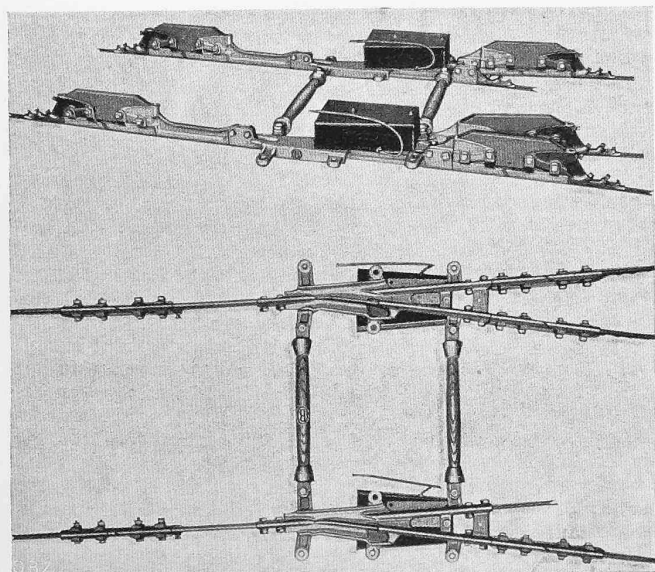


Abb. 10. Vom Wagen aus elektrisch gesteuerte Weichen der Ohio Brass Co. — Seitenansicht und Untersicht,

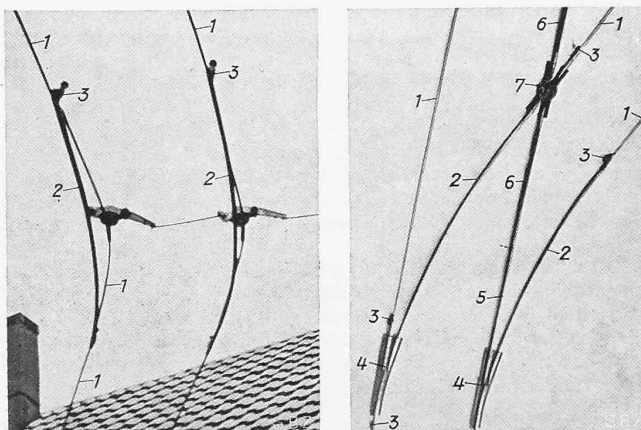


Abb. 13. Fahrleitungskurve und -Weiche mit stabilen Rohrbogenstücken Bauart Kummler & Matter (Aarau).  
1 Fahrdracht; 2 Bogenstücke mit Uebergangsklemmen 3; 4 Weichen; 5 Verbindungsstück; 6 Stab-Isolatoren; 7 Kreuzungsstück.

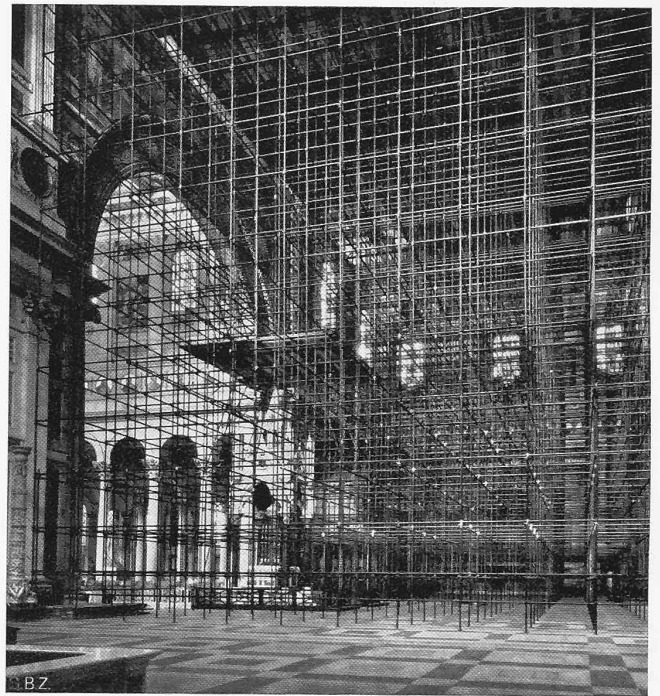
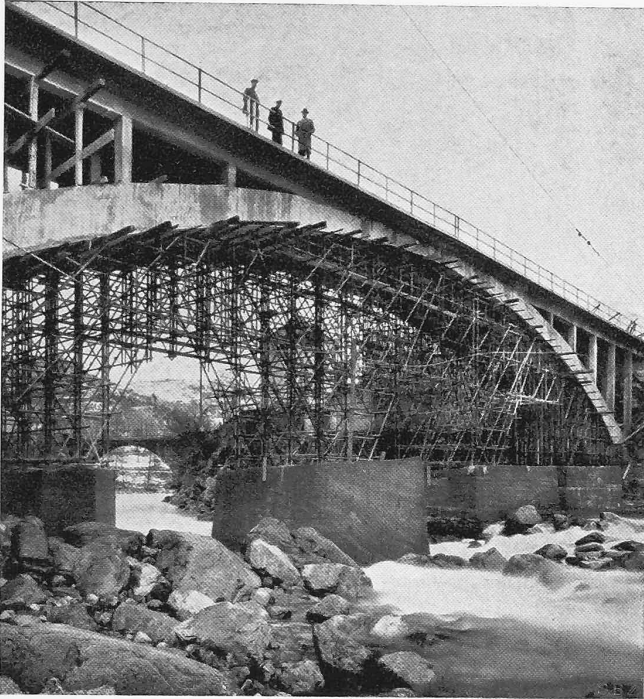


Abb. 5. Stahlrohr-Lehrgerüst einer Betonbrücke in Italien. — System «Innocenti». — Abb. 4. Deckengerüst in der «Basilica S. Paolo» in Rom.

durch gelingt es, bei gleichzeitig besserer Führung des Stromabnehmers, mit weniger Stützpunkten auszukommen; heute werden diese Spezialstücke von Westinghouse gebaut. Aus dem gleichen Bedürfnis heraus haben BBC eine Kurvenbauart entwickelt mit einem Federstück, bei dem nach Abb. 12 ebenfalls mit viel weniger Aufhängepunkten auszukommen ist. Während bei der Westinghouse-Holden-Bauart der Profilbogen zugentlastet ist, wird beim BBC-Kurvenstück der Fahrdratzug von diesem aufgenommen. Als Neuestes hat schließlich die Firma Kummeler & Matter in Aarau Fahrleitungen entworfen mit Rohrbogenstücken, wobei diese Bögen zugentlastet sind (Abb. 13). Auch für die gerade Strecke wurden von BBC wie von Kummeler & Matter neue Bauarten entwickelt, die es ermöglichen, auch hier mit grösseren Spannweiten zu arbeiten, um mit weniger Stützpunkten auszukommen (Abb. 14).

Eng verknüpft mit den Fragen der Fahrleitung ist die Frage der Spannungshöhe. Während für städtische Strecken mit vielen Vermaschungen und kürzerer Längenausdehnung in der Regel die heute für Strassenbahnen übliche Spannung von 550 V genügt, zeigt sich bei langen Ueberlandstrecken die Notwendigkeit, die Spannung bis gegen 1500 V hinaufzusetzen. Auf diese Weise gelingt es, die Spannungsabfälle in erträglichen Grenzen zu halten und trotzdem mit wenigen Speisepunkten auszukommen.

#### Zur Wirtschaftlichkeit des Trolleybus.

Wie die vorstehenden Ausführungen zeigen, stellt der Trolleybus ein durchaus modernes Verkehrsmittel dar, das sehr grosse Anwendungsmöglichkeiten bietet. Der Trolleybus erlaubt die Erlangung höherer Reisegeschwindigkeiten (etwa 20 bis 25 km/h, je nach Haltestellenabstand) und wäre daher geeignet, manchen Verkehrsbetrieb, der an zu kleiner Reisegeschwindigkeit krankt, auch von dieser Seite her zu sanieren. Vom volkswirtschaftlichen Standpunkt aus ist hervorzuheben, dass er einheimische Elektrizität nützt und dass bei Umstellungen von Bahnbetrieb die teuren elektrischen Anlagen (Kraftwerke, Leitungen, Gleichrichterstationen) weiter verwendbar bleiben.

Das Arbeitsgebiet des Trolleybus liegt zwischen dem der Strassenbahn (die für intensiven Verkehr noch immer das rationellste Verkehrsmittel bleibt) und dem des Autobus (der für ganz schwachen Verkehr am geeignetsten ist), wobei aber die Grenzen für den Trolleybus eher weiter werden. Bei einer Umstellung von Schienen- auf Trolleybusbetrieb machen, wie viele praktische Beispiele des Auslandes und einige Projekte im Inland zeigen, die Baukosten für die Einrichtung des Trolleybusbetriebes (Fahrleitungen, Speisepunkte, Rollmaterial und Anpassungsarbeiten) etwa gleich viel aus wie die Kosten eines Geleiseersatzes und die Anpassung der Fahrleitung, jedoch ohne Modernisierung oder gar Neubeschaffung des Wagenparkes.

## + GF + Stahlrohrbau System Innocenti

Am letztjährigen Eidgen. Turnfest in Winterthur erregten die drei grossen Tribünen und der Kommandoturm, der als Fahnenräger unserer kantonalen Farben als machtvolle Dominante den Festplatz beherrschte, auch durch die dabei verwendete Stahlrohrbauweise der A.-G. Eisen- und Stahlwerke vorm. Georg Fischer (Schaffhausen) berechtigtes Aufsehen. Das System ist gekennzeichnet durch eine besondere Art von Doppel-Rohrschellen, die in beliebigen Winkeln zueinander eine feste Verbindung von Rohren ermöglichen, sodass aus diesen Fachwerke beliebiger Formen gebildet werden können (Abb. 1 bis 3). Die Stabkräfte werden dabei durch die Reibungskraft der verschiedenartig geformten Stahlguss-Rohrschellen an den Rohren übertragen. Eine eingehendere Beschreibung des Systems hinsichtlich Festigkeit und statischer Verhältnisse wird folgen; für heute mögen obige Bilder die Bauweise und ihre mannigfaltigen Anwendungsmöglichkeiten veranschaulichen. Zufolge des leichten und raschen Aufbaues und ebensolchen Wiederabbruchs und der Wiederverwendbarkeit des gesamten Materials eignet sich das System in erster Linie für provisorische Bauten, und zwar, wie die hier abgebildeten zeigen, in ganz beträchtlichen Ausmassen und Beanspruchungen (Abb. 4 u. 5).

## Die neuen schweizerischen Dachziegel-Normen.

Von Dipl. Ing. P. HALLER, Abteilungschef der EMPA, Zürich.

Am 1. April dieses Jahres wurden die neuen Bestimmungen für die Lieferung, die Prüfung und die technische Güte von gebrannten Dachziegeln, aufgestellt von der Eidg. Materialprüfungs- und Versuchsanstalt für Industrie, Bauwesen und Gewerbe, in Kraft gesetzt. Bis zum 1. Januar 1938 können aber noch Lieferungen entsprechend den seit 1912 gültigen S. I. A.-Vorschriften angefordert werden. Die Neubearbeitung der Normen ist notwendig geworden, weil Dachziegel, die den SIA-Bestimmungen vollständig genügen, in der Praxis zu Schadenbildungen geführt haben. Das 25malige Abkühlen im Kühlschrank auf eine Temperatur von  $-15^{\circ}\text{C}$ , verbunden mit Wiederauftauen in zimmerwarmem Wasser, ist eine für unsere Verhältnisse nicht ausreichende Prüfung. Obwohl sie meist bestanden wurde, sind auf Dächern gleichwohl Frostschäden entstanden. Die Wasserdurchlässigkeitprobe wurde von den meisten Ziegeln bestanden, und trotzdem sind Dachlatten durch Fäulnispilze auf den Dächern zerstört worden. — Werden Anstrengungen zur Veredelung eines Baumaterials gemacht, so sind zuerst die im Material selbst liegenden Mängel und die durch eine unzureichende Konstruktion entstandenen Schäden aufzudecken, ihre Ursachen festzustellen und daraus die notwendigen Schlussfolgerungen zu ziehen. Der vorliegende Bericht muss sich deshalb vielfach mit den während den Versuchen und auf den Dächern zu Tage getretenen

<sup>1)</sup> Neuer Name der von der E. T. H. abgetrennten EMPA. Red.