

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 23/24 (1894)
Heft: 14

Artikel: Die Strassenbahnen, insbesondere die neu eröffnete elektrische Strassenbahn in Zürich
Autor: Schenker, P.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-18662>

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: 03.02.2025

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

im Lichten 33 cm Höhe und 28 cm Breite; seine Sohle liegt 57 cm unter dem Strassenpflaster. Die beiden Fahrstienen, welche den Kanal nach oben abschliessen, haben einen Abstand von 33 mm zwischen den Köpfen und sind auf gusseisernen Böcken aufgeschraubt. Letztere haben eine Entfernung von 1,2 m und eine lichte Oeffnung, die genau dem Kanalprofil entspricht. Die Kanalstrecken zwischen den Böcken sind aus Beton hergestellt. Auf den Leitungen im Kanal schleift ein Kontaktschiffchen, das die Stromzuführung zum Wagen vermittelt. Die elektrische Ausrüstung des Wagens ist von derjenigen, wie sie bei der oberirdischen Stromzuführung gewöhnlich ausgeführt ist, nicht wesentlich verschieden.

Der Betrieb in Budapest befriedigt vollkommen und es vermag dieses System auch weitgehenden Anforderungen des Verkehrs zu genügen. Einen Nachteil desselben bilden die grossen Anlagekosten, die etwa 80% höher sind als bei der oberirdischen Stromzuführung, und die Schwierigkeiten, die sich der Erstellung, Entwässerung und Reinhaltung des Kanals oft darbieten.

Die Anlage ist daher für das Innere solcher verkehrsreichen Städte zu empfehlen, bei welchen die Einlegung eines unterirdischen Kanals wegen anderer Bauten (Brücken, Entwässerungsanlagen etc.) überhaupt möglich und wo die Anbringung von Leitungen und Masten unzulässig ist.

Oberirdische Stromzuführung. Die überwiegende Mehrzahl der elektrischen Bahnen weist zur Zeit Amerika auf. Während gegenwärtig in Europa von den bestehenden Strassenbahnen nur 420 km mit 720 Wagen elektrisch betrieben werden, steigen diese Zahlen in Amerika auf 12 000 km mit 17 000 Wagen, d. h. es sind dort 61% sämtlicher Tramplinien mit elektrischem Betrieb eingerichtet. Ueberhaupt geht dort von Jahr zu Jahr sowohl der Pferde- als auch der Dampfbetrieb zu Gunsten des elektrischen Betriebes zurück, was sich aus folgender Tabelle ergibt. Von sämtlichen Strassenbahnen Amerikas waren ausgerüstet in den Jahren:

	1892	1893
mit Pferde-Betrieb	38,2 %	28,8 %
„ Kabel-Betrieb	5,6 %	5,4 %
„ Dampf-Betrieb	5,2 %	4,8 %
„ Elektrischem Betrieb	51,0 %	61,0 %
Total 100,0 %	100,0 %	

Bei dem elektrischen Betrieb ist derjenige mit oberirdischer Stromzuführung ganz überwiegend.

Europa wird gegenwärtig gegen 50 elektrische Bahnen besitzen, mehrere sind im Bau begriffen. Untenstehende Tabelle gibt eine Uebersicht der Anlagen, welche von der Allgemeinen Electricitäts-Gesellschaft in Berlin ausgeführt wurden oder in Ausführung begriffen sind.

Eine elektrische Bahn mit oberirdischer Stromzuführung, die das grösste Interesse für uns darbietet, namentlich schon deswegen, weil sie ähnliche Terrainhindernisse aufweist, wie die elektrische Bahn Zürich, ist diejenige von Marseille nach St. Louis. Dieselbe hat eine Länge von 6 km, ist

doppelspurig mit normaler Spurweite (1,44 m) angelegt. Die Summe der Steigungen beträgt in der Richtung Marseille-St. Louis, rund 85 m, in der umgekehrten Richtung 28 m. Dem „Engineering“ entnehmen wir noch folgende Einzelheiten von besonderem Interesse über diese Anlage: Radstand des Motorwagens 1,8 m, Raddurchmesser 1,0 m; Wagenlänge total 9,2 m, ohne Puffer 8,0 m; Gewicht des Wagens leer 6,8 t, mit 50 Passagieren 10,3, bei Ueberladung mit 75 Personen 12 t. Jeder Wagen hat zwei Motoren mit Gramme-Armatur und 4 Polen; jeder Motor entwickelt bei 450 Umdrehungen per Minute 18 P.S. kann aber bis 30 P.S. leisten. Uebersetzung mit Zahnrad 1:4,9.

Die Geschwindigkeit beträgt 10—24 km per Stunde und es legt ein Wagen per Tag 150—175 km zurück.

Es ist Fünfminuten-Betrieb angenommen und genügen im Durchschnitt 13 Wagen, doch werden oft so viele abgelassen, als der übrige Verkehr es gestattet, bis 18.

Als Zugkraft werden 10 kg per t bei gutem Zustand der Schienen auf horizontaler Bahn benötigt.

Beobachtungen haben ergeben, dass der mittlere Spannungsverlust in den Leitungen 5% beträgt.

Die vorkommenden Arbeitsverluste sind im Mittel folgende:

Dynamomaschine	7 %
Leitung	5 „
Motor, Uebersetzung und Handhabung	20 „
Summa	32 %

Beim Anfahren ist die erforderliche Zugkraft in der Steigung um 30%, in der Ebene um 50% grösser als während der Fahrt.

Wegen dieses Umstandes und der ungleichen Steigungsverhältnisse der verschiedenen Strecken der Bahn variiert der Strombedarf oft in einer Minute zwischen 40 und 320 Amp., die erforderliche Arbeitsleistung zwischen 30 und 240 P.S.

Um der veränderlichen Kraftabgabe entsprechen zu können, mussten die Erbauer der Dampfmaschinen, Korlissmaschinen (zwei grössere mit 80 Umdrehungen per Minute und eine kleinere mit 85 Umdrehungen) garantieren, dass die Aenderung der Geschwindigkeit zwischen Vollbelastung und Leerlauf nur zwei Umdrehungen in der Minute betragen dürfe und der Uebergang von der Vollbelastung zu 1/4 Belastung in zwei Minuten erfolgen müsse. Dabei sollen diese Maschinen bei 12 Atmosphären Druck im Kessel nicht über 9 kg Dampf verbrauchen.

Die Dynamos (zwei grössere und eine kleinere) sind mit den Dampfmaschinen mittelst Riemen gekuppelt; sie besitzen Trommelarmaturen und 4 Pole. Die beiden grösseren geben bei 300 Umdrehungen in der Minute 550 Volt, 206 kw oder 280 P.S., die kleine bei 350 Umdrehungen 550 Volt, 103 kw oder 140 P.S. Die totale Leistung der drei Dynamos beträgt 750 P.S. oder 93% der Maschinenarbeit.

Elektrische Strassenbahnen in	Betriebs-eröffnung	Geleislänge in km	Betriebslänge in km	Spurweite in mm	Schienenprofil	Grösste Steigung	Anzahl der			Anzahl der Kessel	Heizfläche in m ² pro Kessel	Anzahl der Dampfmasch.	P. S. pro Dampfmasch.	Klemmenspannung in Volt
							Motorwagen	Anhängewagen	Wagenmotoren					
Halle	Mai 1891	9,67	7,74	1000	Haarmann	1:20	25	13	50	3	126	2	175	500
Halle-Trotha	Sept. 1892	7,24	4,82	1000	Phönix 7 B	1:20	10	—	20	—	—	—	—	—
Gera	Febr. 1892	10,70	9,40	1000	„ „	1:20	18	16	36	3	161	3	175	500
Breslau	Juni 1893	28,00	17,66	1435	Phönix 11 A u. Hörde	1:40	40	25	80	4	106	3	200	500
Essen I	Aug. 1893	13,50	12,30	1000	Haarmann	1:16	13	6	26	2	156	2	200	500
„ II	noch im Bau	9,15	6,78	1000	„	1:35	7	—	14	1	156	—	—	—
Chemnitz	„	20,80	11,70	915	Phönix 7 B	1:30	24	20	48	3	156	2	175	500
Dortmund	„	11,95	10,50	1435	Hörde 29	1:40	26	20	52	3	172	3	200	500
Lübeck	„	13,63	9,87	1100	Phönix 7 A	1:20	24	20	48	3	101,6	3	150	500
Plauen	„	5,80	3,50	1000	Phönix 7 B	1:12	8	—	16	2	100	2	100	500

Der Kohlenverbrauch per Pferdekraftstunde beträgt 2,5 kg; die Kohlen kosten 24,50 Fr. per t.

Für die Monate April und Mai (1893) ergaben sich für die Zugkrafts- und Betriebskosten per Wagenkilometer im Mittel folgende Zahlen, zu welchen noch beizufügen ist, dass seither die Kraftstation bedeutend vergrößert wurde. Der Dampfverbrauch der neuen Anlage ist noch nicht bekannt, er wird aber voraussichtlich unter demjenigen der alten bleiben. Die nachfolgenden Zahlen beziehen sich auf die ursprüngliche Anlage:

<i>Zugkraftkosten.</i>	
Krafterzeugung	13,46 Cts.
Unterhalt der Centralstation	1,70 „
„ „ Leitungen	0,90 „
„ „ Wagen und Motoren	5,02 „
Führergehalte	5,07 „
zusammen	26,15 Cts.

<i>Betriebsausgaben.</i>	
Zugkraft	26,15 Cts.
Bahnunterhalt	2,62 „
Verkehrsdienst	7,85 „
Verwaltung	3,49 „
Verschiedenes	3,49 „
zusammen	43,60 Cts.

Dieser Betrieb hat bisher sehr befriedigt, und man hofft die Zugkraftkosten auf 22 Cts. per Wagenkilometer reduzieren zu können.

Die elektrischen Anlagen dieser Bahn haben übrigens grosse Aehnlichkeit mit denjenigen in Zürich, so dass, um Wiederholungen zu vermeiden, hier nicht einlässlicher auf dieselben eingetreten wird; Erbauerin von beiden ist die Maschinenfabrik Oerlikon.

Mit diesem System werden übrigens anderwärts noch grössere Steigungen überwunden, wie die in Marseille; z. B. in Florenz eine Strecke mit 8,5, in Pisa mit 9,5 0/0. In Budapest wurden Versuche auf einer Strecke von 10 0/0 gemacht, die ziemlich befriedigten.

Vergleichung der verschiedenen Systeme. Aus Allem geht hervor, dass das System des elektrischen Strassenbahnbetriebes mit oberirdischer Stromzuführung vor andern Betriebssystemen zur Zeit folgende Vorteile hat:

1. dasselbe ist nach allen Richtungen erprobt, und nicht bloss im Stadium der Versuche, wie diejenigen mit Gas-, Petrol- und Ammoniakmotoren;
2. es ist in hygieinischer Beziehung vorteilhafter als der Pferdebetrieb, weil die Strassen sauber bleiben, und es beansprucht auch weniger Platz;
3. die Belästigung von Rauch und Dampf, die beim Lokomotivbetrieb nie ganz beseitigt werden können, fallen weg;
4. die Anlagekosten sind niedriger als bei dem System mit unterirdischer Stromzuführung und die Anlage des Kanals für die Leitungen fällt weg;
5. die Betriebskosten sind geringer als diejenigen der andern erprobten Systeme, wie untenstehende Zusammenstellung zeigt. Auch der Strassenunterhalt gestaltet sich billiger, da das Strassenmaterial nicht von den Pferdehufen angegriffen wird.

Bezeichnung der Bahn	Anzahl der Passagiere	Totes Gewicht		Reine Betriebsausgaben	
		des Wagens mit Motor	per Passagier	per Wagen- km	p. Personen- km
		l	kg	Rp.	Rp.
Zürcher Pferdestrassenbahn	26	1,60	62	39,7	1,5
Genf-Veyrier (Lokomot.)	36	8,97* + 3,76**	354	45	1,2
„ Schmalspurbahn (Lokomot.)	36	8,48* + 4,02**	347	46	1,2
Strassenbahn Bern (Syst. Mek.)	28	7,00	250	58	2,1
Gasmotor (System Lührig)	26	6,00	231	—	—
Elektr. Bahn Marseille-St. Louis	50	6,80	136	43,6	0,9

* Lokomotiv-Gewicht per 1 Wagen.

** Gewicht eines leeren Wagens.

Als einziger Nachteil müssen die Luftleitungen mit dem Gestänge angesehen werden, welche schön angelegte Strassen etwas verunzieren.

Die Anlagekosten der Strassenbahnen werden in den Vereinigten Staaten im Durchschnitt geschätzt, wie folgt: Pferdebahnen 10 000, Dampfbahnen 15 000, elektr. Bahnen mit oberirdischer Stromzuführung 25 000, mit unterirdischer 45 000, Kabelbahnen 50 000 Dollars per km, exklusive Kraftstation und Rollmaterial.

Auch in bezug auf die Sicherheit des Betriebes kann sich der elektrische mit jedem andern messen, da die Motorwagen sehr schnell angehalten werden. In Breslau war es möglich, den Wagen aus voller Fahrgeschwindigkeit auf $\frac{1}{4}$ seiner Länge anzuhalten.

Aus den bisherigen Erörterungen darf man mit Zuversicht den Schluss ziehen, dass der elektrische Betrieb mit oberirdischer Stromzuführung für die in Rede stehenden Linien wohl der zweckmässigste ist.

Das Münster zu Bern.

III.

Erst nach gänzlicher Vollendung der in unserer letzten Nummer beschriebenen Verstärkungsarbeiten wurde mit dem Aufbau des Turmes nach den Plänen von Professor v. Beyer begonnen. Die in Nr. 12 auf Seite 77 abgebildete Westfassade giebt eine Darstellung des vollendeten Werkes. Im Verlaufe der Ausführung sind zwar einige kleine Abänderungen an den Details getroffen worden, z. B. in der Form der Ecktürmchen, die auf der oberen Viereckgalerie ansetzen, ferner im Ausbau der unteren Fenster der Schrägeiten des Achtecks, dann auch in der Einteilung der beiden Treppentürmchen auf der Ostseite, von denen ursprünglich die unteren, schon vorhandenen Teile belassen werden sollten. Da dieselben aber bedeutende Reparaturen erfordert hätten, zog man vor, sie ganz abzurechnen und die Steigung etwas grösser zu machen, ohne die gegebenen Formen abzuändern. Dies hatte zur Folge, dass für die Erreichung der Achteckgalerie ein ganzer Umgang wegfiel, was dem Aussehen absolut nichts schadet. Die auf S. 91 abgedruckte Nordansicht von Achteck und Helm zeigt die alte Anordnung des Treppentürmchens.

Bei der gleichen Gelegenheit sind die völlig verwitterten, formlos gewordenen, aber recht typischen Baldachine unter den Eckfialen des alten Achtecks aus dem Anfang des sechzehnten Jahrhunderts erneuert worden. Es gelang mit einiger Mühe, aus den an jedem Stück verschiedenen, noch kenntlich gebliebenen einzelnen Bestandteilen dieselben zu rekonstruieren. Ferner sind am untersten Helmgewölbe anstatt vier nunmehr acht Thüren, auf jeder Seite eine, von der Galerie ins Innere des Helmes angeordnet.

Die Konstruktion des Aufbaues ist aus dem auf S. 91 im Masstab von 1 : 400 wiedergegebenen Vertikalschnitt des Turmes von Nord nach Süd ersichtlich. Von da an, wo die Mauerdurchschnitte, anstatt schraffiert, schwarz ausgefüllt sind, beginnt der Neubau, dicht über dem unteren Achteckgewölbe, dessen Grundriss auf Seite 92 dargestellt wird. Dasselbe wird später noch mit dem aus dem Vertikalschnitt ersichtlichen Dach mit Wasserabfluss über die Fensterbänke hinaus versehen, um den Abschluss gegen alle Witterungseinflüsse noch sicherer zu machen, als der vorläufig aufgebrauchte Cementüberzug dies vermag. Die Höhe des vorhandenen Teils vom Achteck betrug — wie schon früher erwähnt — 8 m; die Oberkante desselben befand sich 54 m über dem Münsterplatz. Da es um 10 m erhöht ist und der Helm 36 m hoch ist, so ergibt dies zusammen eine Totalhöhe von 100 m. Direkt unter dem Helm befindet sich das neue Gewölbe des Achtecks, dessen Schubkräfte durch eine in der Widerlagshöhe der oberen Fensterbögen durchgehende Runderisenarmierung aufgenommen werden.

Den gleichen Zweck für den Seitenschub des Helmes erfüllt eine unter der untersten Helmschicht in die Galerieplatten eingelassene quadratische Eisenstange, die mit Blei vergossen