

Objektyp: **TableOfContent**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

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

Heft 24

PDF erstellt am: **12.07.2024**

### **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.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*  
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, [www.library.ethz.ch](http://www.library.ethz.ch)

<http://www.e-periodica.ch>

INHALT: Zur Wirtschaftlichkeit der Nahverkehrsmittel Strassenbahn, Autobus und Trolleybus. — Das Petoskop, ein künstliches Auge. — Wettbewerb für die Erweiterung des Kantospitals St. Gallen. — Kanalisation und Reinigungsanlagen der Stadt St. Gallen. — Mitteilungen: Neue Friedhofordnung in Deutschland. Elektrische Triebwagen der Pilatusbahn. Der V. Internat. Kongress für Neues Bauen. Die Kleeblatt-Kreuzung.

zung. Der V. Kongress für angewandte Mechanik. XIV. Internat. Architekten-Kongress, Paris 19. bis 25. Juli. — Nekrologe: Albert Beutter, Dr. Ing. Herm. Bertschinger. Ernst Grob. — Wettbewerbe: Gemeindehaus in Meggen. Reformierte Kirche mit Pfarrhaus in Kriens. Bebauungsplan Uster. Kasino Zürichhorn, Zürich. — Mitteilungen der Vereine. — Schweiz. Verband für die Materialprüfungen der Technik. — Vortrags-Kalender.

Band 109

Der S. l. A. ist für den Inhalt des redaktionellen Teils seiner Vereinsorgane nicht verantwortlich. Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet.

Nr. 24

### Zur Wirtschaftlichkeit der Nahverkehrsmittel Strassenbahn, Autobus und Trolleybus

Von Dipl.-Ing. ERNST ANDEREGG, Zürich-Oerlikon.

Neue Strassenbahnen werden heute kaum mehr gebaut, bestehende und Autobusbetriebe sind vielerorts unwirtschaftlich und erhöhen die Wagenfolgezeit. Andererseits ertönt laut der Ruf nach Vermehrung der Verkehrsgelegenheiten und nach Beschleunigung des Verkehrs. Der Trolleybus, in jeder Hinsicht ein Mittelglied zwischen Strassenbahn und Autobus, hat sich in den letzten Jahren im Ausland ein grosses Feld erobert, und seine Wirtschaftlichkeit gegenüber Strassenbahn und Autobus ist unter bestimmten Voraussetzungen erwiesen. Bei Betrieben, die vor der Erneuerung ihrer Betriebsmittel (Geleise, Fahrleitung, Rollmaterial) stehen, ist daher die Einbeziehung dieses dritten Verkehrsmittels in die Wirtschaftlichkeitsrechnung angezeigt, umso mehr, als noch andere Gründe zu seinen Gunsten sprechen; auf zwei der wichtigsten sei auch hier hingewiesen: die Verdichtung des Automobilverkehrs stempelt die Strassenbahn im Stadttinnern zu einem Verkehrshindernis. Die zulässige Grenze für ihre minimale Wagenfolgezeit ist heute erreicht. Diese ist beim Trolleybus viel weniger beschränkt. Seine Haltestellen befinden sich am Strassenrand, und er bewegt sich auf der Fahrbahn wie ein gewöhnlicher Autobus. Gegenüber dem Autobus besitzt der Trolleybus aber den Vorteil des Betriebs mit einheimischer Energie. Dieser Vorteil wird vielleicht einmal aus den selben Gründen wie in den Nachkriegsjahren die Elektrifizierung der Dampfbahnen zur Umstellung von Autobusbetrieben mit grösserem Verkehr auf elektrischen Betrieb führen. Der Trolleybus ist daher aller Beachtung auch von Seiten der Elektrizitätswerke wert.

#### 1. Analytische Darstellung des Kostenverlaufs. — Kostenschema.

Für die nachfolgenden qualitativen Betrachtungen über den Kostenaufbau der Verkehrsmittel Strassenbahn, Autobus und Trolleybus wurde wegen ihrer Anschaulichkeit die analytische Darstellung herangezogen. Sie erfasst das Grundsätzliche des Kostenverlaufs und eignet sich, wie Vergleiche mit ausgeführten Wirtschaftlichkeitsberechnungen zeigen, bei wohlüberlegter Wahl der Koeffizienten auch für Ueberschlagsrechnungen, sofern sich diese nur über einen beschränkten Bereich der mittleren Wagenfolgezeit erstrecken. Eine genaue Untersuchung für einen bestimmten Betrieb folgt im wesentlichen dem selben Rechnungsgang, gestaltet sich aber, da eine grosse Zahl von Kostenanteilen berechnet und summiert werden muss, sehr mühsam, weitläufig und unübersichtlich.

Der Betrieb befahre eine Schleife von  $L$  km Länge; Hin- und Rückfahrt auf dem selben Geleise und der selben Fahrleitung erfordert sinngemässes Ansetzen der Koeffizienten. Weiter bedeute im Folgenden:  $V$  die Reisegeschwindigkeit [km/h] einschliesslich Halte,  $z$  die Anzahl der Wagen,  $t$  die minimale Wagenfolgezeit und  $T$  die totale Betriebszeit [h] im Jahr.

Der tägliche und damit auch der jährliche Betrieb teile sich in Perioden mit verschiedenen in Betrieb befindlichen Wagenzahlen, d. h. Wagenfolgezeiten:  $\alpha_i z$  Wagen während  $\beta_i T$  h, wobei  $\sum \beta_i = 1$ . Diese Anpassung des Betriebs an den Verkehr wird zur Erzielung von Betriebsersparnissen mehr und mehr durchgeführt, meist in Form der Vergrösserung der Wagenfolgezeit in verkehrschwachen Zeiten. Die Zahl  $W$  der im Jahr gefahrenen Wagenkilometer (Wkm) ergibt sich zu

$$W = \sum \alpha_i z \beta_i T V = \gamma z T V \dots (1)$$

worin  $\gamma = \sum \alpha_i \beta_i$  den «Ausnutzungsfaktor» des Rollmaterials darstellt; wenn ständig alle Wagen in Betrieb wären, würde  $W = z T V$ . Ein Beispiel zeige, dass der Ausnutzungsfaktor bei Betriebsverhältnissen, wie sie heute vielfach bestehen, beträchtlich unter dem Wert 1 bleibt:

|  |             |             |                                   |
|--|-------------|-------------|-----------------------------------|
| Tägliche Betriebszeit: 5 bis 24 h gleich 19 Std. |             |             |                                   |
| 7 bis 8,   | 12 bis 14,  | 18 bis 20 h | $\alpha = 0,96^*)$ $\beta = 0,26$ |
| 8 bis 12,  | 14 bis 18 h |             | $\alpha = 0,48$ $\beta = 0,42$    |
| 5 bis 7,   | 20 bis 24 h |             | $\alpha = 0,24$ $\beta = 0,32$    |

$\gamma = 0,53$

\*) 4% Reservewagen.

Die minimale Wagenfolgezeit ist

$$t = L/zV \dots (2)$$

werde als *mittlere* Wagenfolgezeit bezeichnet.

Anlage- und Betriebskosten bestehen allgemein aus einem vom Betriebsumfang unabhängigen und einem mit ihm wachsenden Anteil. Der Betriebsumfang ist gekennzeichnet einerseits durch die Wagenzahl  $z$ , andererseits durch die jährlich gefahrenen Wagenkilometer  $W$ . Im nachfolgenden Kostenschema sind die einzelnen Kostenanteile nach ihrer Abhängigkeit von  $z$  und  $W$  geordnet.

Kostenschema

|   | Kostenanteile             |  |                                |                                     |
|---|---------------------------|--|--------------------------------|-------------------------------------|
|   | Fest                      |  | Veränderlich                   |                                     |
|   | Unabhängig von $z$ u. $W$ | (Prop. $z$ ) Bezogen auf 1 Wagen           | (Prop. $W$ ) Bezogen auf 1 Wkm |                                     |
| <b>I. Anlagekosten</b>                    |                           |  |                                |                                     |
| a) Geleise                                | $p_a L$                   |  |                                |                                     |
| b) Fahrleitung                            | $p_b L$                   |  |                                |                                     |
| c) Rollmaterial                           |                           | $p_c$                                      |                                |                                     |
| d) Uebrige feste Anlagen *)               | $A_d$                     | $A_d z$                                    |                                |                                     |
| <b><math>\Sigma</math> Anlagekosten</b>   | <b><math>A</math></b>     | <b><math>A_z</math></b>                    |                                |                                     |
| <b>II. Jährliche Betriebskosten</b>       |                           |  |                                | ausgeschrieben                      |
| 1. Abschreibung                           |                           |  |                                |                                     |
| a) Geleise                                | $p_a L \zeta_a$           |  | $p_a/N_a$                      | $p_a L \frac{W/L}{N_a} \frac{1}{W}$ |
| b) Fahrleitung                            | $p_b L \zeta_b$           |  | $p_b/N_b$                      |                                     |
| c) Rollmaterial                           |                           | $p_c \zeta_c$                              | $p_c/N_c$                      | $p_c z \frac{W}{N_c} \frac{1}{W}$   |
| d) Uebr. feste Anlagen                    | $A_d \zeta_d$             | $A_d z \zeta_d$                            |                                |                                     |
| 2. Unterhalt                              |                           |  |                                |                                     |
| a) Geleise                                | $p_a L \xi_a$             |  | $p_a/v_a$                      | $p_a L \frac{W/L}{v_a} \frac{1}{W}$ |
| b) Fahrleitung                            | $p_b L \xi_b$             |  | $p_b/v_b$                      |                                     |
| c) Rollmaterial                           |                           | $p_c \xi_c$                                | $p_c/v_c$                      | $p_c z \frac{W}{v_c} \frac{1}{W}$   |
| d) Uebr. feste Anlagen                    | $A_d \xi_d$               | $A_d z \xi_d$                              |                                |                                     |
| 3. Energie, Brennstoff                    |                           |  | $\epsilon$                     |                                     |
| 4. Entlohnung d. Fahrpersonals            |                           | $\gamma \lambda T$                         |                                | $\lambda \gamma z T \frac{1}{W}$    |
| 5. Verschied.**)                          | $D$                       | $D_z$                                      |                                |                                     |
| <b><math>\Sigma</math> Betriebskosten</b> | <b><math>B</math></b>     | <b><math>B_z + \gamma \lambda T</math></b> | <b><math>B_w</math></b>        |                                     |

$p_a$  = Anlagekosten/km Geleise  
 $p_b$  = Anlagekosten/km Fahrleitung  
 $p_c$  = Anschaffungskosten für ein Fahrzeug

\*) Unterwerke, Tankanlagen, Depots, Werkstätten, sonstige Dienstgebäude summarisch.

\*\*) Verwaltungs- und Werkkosten, Versicherungen, Steuern, summarisch.

Für Strassenbahnbetrieb kommen alle Summanden in Betracht. Bei Trolleybusbetrieb wird  $p_a = 0$ , bei Autobusbetrieb ausserdem  $p_b = 0$ . In  $A_d z$  sind die von der Wagenzahl  $z$  abhängigen Kostenanteile für Unterwerke, Tankanlagen, Depots, Werkstätten enthalten. Abschreibungs- und Unterhaltungskosten sind den jeweiligen Anlagekosten proportional angenommen. Die Koeffizienten  $\zeta$  und  $\xi$  der Betriebskosten für Geleise, Fahrleitung und Rollmaterial berücksichtigen, dass die Anlagen abgeschrieben und unterhalten werden müssten, auch wenn der Betrieb eingestellt wäre. Die Anteile mit  $N$  und  $v$  berücksichtigen die Verkürzung der Abschreibungsdauer bzw. die Erhöhung der Unterhaltungskosten durch die Benützung der Anlagen.  $W/L$  stellt die Anzahl Wagendurchfahrten im Jahr,  $W/z$  die von einem Fahrzeug im Jahr gefahrenen km dar. Die Koeffizienten  $N$  entsprechen einer bis zur Erneuerung höchstzulässigen Zahl Wagendurchfahrten (Geleise, Fahrleitung), bzw. Fahrstrecke pro Wagen bei  $\zeta = 0$  und Wegfall der Zinsezinsen. Die von  $W$  abhängigen Kostenanteile für Abschreibung und Unterhalt von Geleise und Fahrleitung fallen gegenüber den festen Anteilen umso mehr ins Gewicht, je dichter der Verkehr ist. Die Reduktion der Abschreibungsquoten durch die Zinsezinsen kann in den Koeffi-