Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens
Herausgeber: Association suisse des électriciens
Band: 31 (1940)
Heft: 12

Artikel: Tramway, Trolleybus und Autobus
Autor: Kummer, W.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1058003

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 22.08.2025

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

ASSOCIATION SUISSE DES ÉLECTRICIENS

BULLETIN

RÉDACTION:
Secrétariat général de l'Association Suisse des Electriciens
et de l'Union des Centrales Suisses d'électricité, Zurich 8

ADMINISTRATION:
Zurich, Stauffacherquai 36 ✦ Téléphone 5 17 42
Chèques postaux VIII 8481

Reproduction interdite sans l'assentiment de la rédaction et sans indication des sources

XXXIe Année | N° 12 | Vendredi, 14 Juin 1940

Tramway, Trolleybus und Autobus.

Von *W. Kummer*, Zürich.

656.13 : 656.4

Die Darstellung der Betriebs-Selbstkosten der Verkehrsmittel Tramway, Trolleybus und Autobus zeigt, dass für jedes derselben ein Anwendungsgebiet je nach der Verkehrsdichte eindeutig festliegt. Der in den letzten Jahren in das Grenzgebiet zwischen Tramway und Autobus eingedrungene Trolleybus verdrängt den Tramway aus dem Gebiet seines bisher schwächsten Verkehrs, während er dem Autobus das Gebiet seines bisher stärksten Verkehrs abnimmt.

La représentation des frais d'exploitation des moyens de transports: tramway, trolleybus et autobus montre qu'à chaque catégorie correspond un domaine bien déterminé d'application, suivant la densité du trafic. Le trolleybus, qui s'est infiltré au cours des dernières années dans le domaine limite entre le tramway et l'autobus, refoule le tramways sur le terrain du faible trafic, tandis qu'il tend à se supplanter à l'autobus là où ce dernier présente le plus fort trafic.

Bei der vor rund zwei Jahrzehnten erfolgten Wiedereinführung des elektrischen Oberleitungs-Omnibusses (den man seither «Trolleybus» nennt) in das öffentliche Verkehrswesen fand er als von ihm zu konkurrenzierende Strassen-Verkehrsmittel den elektrischen Tramway und den mit Benzin oder Brennöl betriebenen Autobus vor. Auf Grund der Betriebs-Selbstkosten soll im folgenden eine grundsätzliche, den Allgemeinfall betreffende Festlegung der jeweiligen Anwendungsgebiete dieser drei Verkehrsmittel gegeben werden, wobei die Preis- und Wirtschaftslage der Jahre 1938 und 1939 zugrunde gelegt wird.

Wir vergleichen gleichschnelle, alleinfahrende moderne, d. h. leicht und geräumig gebaute Fahrzeuge der drei Traktionsarten, die je ungefähr gleichviel Plätze zur Personenbeförderung und auch je ungefähr gleiche Leergewichte aufweisen sollen, wobei immerhin der Tramwaywagen 10 bis 25 % schwerer als die beiden andern Alleintriebwagentypen sein darf. Die Betriebs-Selbstkosten können dann mit derselben Sicherheit sowohl pro Wagenkilometer als auch pro Platzkilometer verglichen werden. Wir entscheiden uns grundsätzlich für die Bezugnahme der Betriebskosten auf den Platzkilometer (in der Folge «Plkm» bezeichnet).

Die Jahresbetriebskosten vollständiger Betriebe lassen sich stets aus einem sog. direkten Anteil, der vom Anlagekapital unabhängig ist, und einem indirekten Anteil, der von diesem Kapital streng abhängig ist, aufbauen. Der direkte Kostenanteil unserer Verkehrsmittel, der das Fahrpersonal, die Betriebskraft sowie die Fahrzeugs-Betriebsstoffe berücksichtigt, ergibt pro Plkm einen von der Verkehrsdichte unabhängigen Zahlenwert. Von der Verkehrsdichte können als unabhängig auch diejenigen Totaljahreskosten gelten, die, als sog. «indirekte», dem für Gebäude, für Fahrleitungen und für Geleiseanlagen angelegten Kapital proportional sind; bezieht man diese Kosten aber auf den Plkm, so fallen sie nun zur Verkehrsdichte umgekehrt proportional aus. Was schliesslich die Jahreskosten der Fahrzeuge betrifft, deren benötigte Anzahl mit der Verkehrsdichte zunehmen muss, so führen sie absolut auch auf höhere Zahlenwerte für dichteren Verkehr, bei Bezugnahme auf den Plkm aber bei fester Wagenzahl wieder zur entgegengesetzten Variation; daraus folgt, dass endgültig pro Plkm die Fahrzeugs-Betriebskosten näherungsweise als unabhängig von der Verkehrsdichte gelten dürfen.

Um nun eine analytische Darstellung der Totalbetriebskosten pro Plkm in Funktion der Verkehrsdichte geben zu können, muss für diese eine möglichst geeignete Massgrösse gewählt werden. Für alleinfahrende Wagen ist sie ohne weiteres in der pro Zeiteinheit in einer Fahrrichtung verkehrenden Wagenzahl gegeben. Indem mit K die Betriebskosten in Rp./Plkm, mit n die Anzahl Wagen pro Stunde (Wg/h) bezeichnet werden, gilt offenbar die analytische Beziehung:

$$K = a + \frac{b}{n}$$

wobei man in der Konstanten a die für alle drei Traktionsarten gleich zu setzenden Personalkosten, weiter auch die Kosten für Betriebskraft und Betriebsstoffe, die am kleinsten für den Tramway, etwas grösser für den Trolleybus und noch etwas grösser für den Autobus ausfallen, und endlich auch noch die Fahrzeugs-Betriebskosten, die für die drei Traktionsarten ähnlich, wie die eben ge-

nannten Kosten abgestuft sind, vereinigt vorfindet; in der Konstanten b sind die Betriebskosten pro Plkm der ortsfesten Anlagen (Gebäude, Fahrleitungen, Geleise) berücksichtigt, wobei b am grössten für den Tramway, kleiner für den Trolleybus und am kleinsten für den Autobus sein muss.

Für die drei Traktionsarten in ihrer Anwendung auf die Verkehrsverhältnisse in schweizerischen Städten scheinen uns folgende numerischen Ansätze der Kostengleichung, durchschnittlich im Sinne grober Näherungswerte, brauchbar:

$$\text{Tramway:} \quad K = 6 + \frac{15}{n}$$

$$\text{Trolleybus:} \quad K = 7 + \frac{9}{n}$$

$$\text{Autobus:} \quad K = 10 + \frac{1{,}5}{n}$$

In Fig. 1 sind die diesen Gleichungen, mit K und mit n als Variablen, entsprechenden Hyperbeln dargestellt. Man erkennt, dass für die minimalen Verkehrsdichten von 0 bis 2,5 Wg/h der Autobus die niedrigsten Betriebskosten aufweist, für die mittleren Verkehrsdichten von 2,5 bis 6,0 Wg/h ist der Trolleybus am billigsten, während für alle Verkehrsdichten, die durch mehr als 6,0 Wg/h

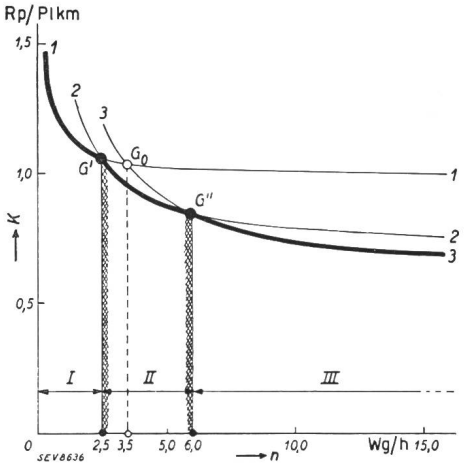

Fig. 1.
Abgrenzung der Anwendungsgebiete.
1 Autobus. *I* Gebiet des Autobus.
2 Trolleybus. *II* Gebiet des Trolleybus.
3 Tramway. *III* Gebiet des Tramway.

gekennzeichnet sind, die höchste Wirtschaftlichkeit beim Tramway liegt; die entsprechenden, begrenzenden Kurvenschnittpunkte sind mit G' und mit G'' bezeichnet. Denkt man sich den Trolleybus als nicht vorhanden, so bildet der Punkt G_0 die Grenze zwischen der wirtschaftlichen Anwendung des Autobus und des Tramway. Indem nun der Trolleybus dem Autobus das Gebiet zwischen G' und G_0, dem Tramway das Gebiet zwischen G_0 und G'' wegnimmt, beeinträchtigt er den ersten im Gebiete seiner stärksten Verkehrsdichte, während er den zweiten nur im Gebiete seiner schwächsten Verkehrsdichte beeinträchtigt. Vom Standpunkt der fortzusetzenden Elektrifizierung des Verkehrswesens ist daher der Trolleybus als wirksames Mittel zur Verdrängung von Benzin und Brennöl als Treibstoffe von Motorwagen zu bezeichnen.

Jede Variation in den Grundlagen der Berechnung der Betriebs-Jahreskosten äussert sich in andern Zahlenwerten unserer Formel-Konstanten a und b, wobei dann auch Fig. 1 anders gelegene Hyperbeln und Kurvenschnittpunkte erhält. Die in Richtung wachsender Wagenzahl pro Stunde bestehende Reihenfolge der Anwendungsgebiete der drei Traktionsarten erfährt aber keine Aenderung, wie sehr auch die Zahlenwerte für a und b innerhalb der durch die Praxis gegebenen Möglichkeiten sich verschieben mögen.

Man kann die hier betrachteten Verhältnisse natürlich auch auf Grund anders gewählter Massgrössen der Verkehrsdichte darstellen, wofür die einschlägige Literatur Beispiele liefert. Es sei für die Darstellung der Verkehrsdichte hier nur noch auf den Reziprokwert von n, d. h. auf

$$t = \frac{1}{n},$$

also auf die Wagenfolge im Zeitmass, hingewiesen. Die Kostengleichung erhält dann die für die zeichnerische Darstellung besonders bequeme lineare Form

$$K = a + b \cdot t.$$

Wir haben auf ihren Gebrauch verzichtet, weil dabei mit wachsenden Abszissen t die Verkehrsdichte abnimmt, was wir in unsern bisherigen Veröffentlichungen über Traktionsprobleme [1]) stets vermieden haben. Nun hat auch *A. Bächtiger*, Zürich, die von ihm für die Städtische Strassenbahn Zürich durchgeführten Berechnungen nach dieser linearen Regel dargestellt, wobei er, gemäss seinem in der «Schweiz. Bauzeitung» vom 18. Mai 1940 veröffentlichten Aufsatz: «Die moderne Strassenbahn als wirtschaftliches Verkehrsmittel», die bei verschiedenen Verkehrsdichten im Zürcher Netz rechnerisch bestehenden Begrenzungen der drei Traktionsarten wie folgt ermittelte: Tramway für Wagenfolgen von 0 bis 10 min, Trolleybus für solche von 10 bis 20 min, Autobus für solche über 20 min.

Wenn dauernd oder zeitweise die Platzzahl alleinfahrender Wagen nicht ausreicht, dann ist der Tramway mit Anhängewagen in der Regel geeignet, in besonders wirtschaftlicher Weise dem gesteigerten Verkehrsbedürfnis zu entsprechen. Die Kostengleichung solcher Mehrwagenzüge führt dann auf besonders günstige numerische Werte der Kosten pro Plkm.

[1]) In diesem Zusammenhang verweisen wir besonders auf unsern Vortrag «Die heutigen technischen Möglichkeiten des Landverkehrs», anlässlich des SIA-Kurses über «Neuzeitliche Verkehrsfragen» von 1932. In französischer Fassung ist dieser Vortrag vollinhaltlich veröffentlicht im «Bulletin technique de la Suisse Romande» vom 30. April 1932.