

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 43/44 (1904)
Heft: 25

Inhaltsverzeichnis

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: 05.02.2026

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

INHALT: Rechnerische Bestimmung der Anfahrlinien elektrischer Vollbahnen. — Wettbewerb für eine Primarschulhausgruppe für Knaben und Mädchen in Solothurn. — «Schweizer Bauart.» — Miscellanea: Eine Turnhalle im Dachgeschoss. Neue katholische Kirchen in Schlesien. Das Maihofschulhaus in der Weggimatt in Luzern. Illerbrücken bei Kempten. Der japanische Turm im königlichen Park zu Laeken bei Brüssel. Der

Neubau der Diskonto-Gesellschaft in Frankfurt a. M. Malereien in der Dreifaltigkeitskirche in Bern. Die Erbauung eines Modelltheaters in Wien. Dampfturbinen auf deutschen Schiffen. Ein neues Hotel am Pariser-Platz in Berlin. Der Neubau der Berliner Sezession. — Literatur: Augen auf. Eingegangene literarische Neuigkeiten — Vereinsnachrichten: Tessiner Ingenieur- und Architekten-Verein.

Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur unter der Bedingung genauerer Quellenangabe gestattet.

Rechnerische Bestimmung der Anfahrlinien elektrischer Vollbahnen.

Von Dr. W. Kummer, Ingenieur in Zürich.

In einer früheren Studie¹⁾ hat der Verfasser die Anfahrlinien der Motorwagen elektrischer Bahnen für verschiedene Motortypen verglichen unter Vernachlässigung des quadratischen Gliedes $r_2 v^2$ in der Funktion, die den Traktionswiderstand r pro Einheit des Zugsgewichts darstellt und lautet:

$$r = r_1 + r_2 v^2,$$

wo r_1 und r_2 Konstanten und v die variable Geschwindigkeit bedeuten. Die Vernachlässigung des Gliedes $r_2 v^2$ war damals gerechtfertigt durch den gestellten Zweck der Vergleichung verschiedener Motortypen, wobei es wesentlich war, möglichst einfache Ausdrücke für die abgeleiteten Größen des zurückgelegten Weges, der geleisteten Arbeit usw. zu erhalten; insbesondere wurde damals Gewicht darauf gelegt, die Anfahrgeschwindigkeitskurve aus der allgemeinen Form:

$$g(v,t) = 0$$

in die besondere Form:

$$v = \psi(t)$$

überzuführen, wobei letztere analytisch möglichst einfach beschaffen sein musste, um die verschiedenen Motortypen durch einfache und charakteristische Funktionen zum Ausdruck zu bringen.

Die damals abgeleiteten Formeln haben seither beim Projektieren von Bahnen mit nicht allzugrossen Maximalgeschwindigkeiten gute Dienste geleistet und den Wunsch nach einer Vervollständigung für Bahnen mit beliebigen Maximalgeschwindigkeiten aufkommen lassen, d. h. für Bahnen, bei denen also das quadratische Glied $r_2 v^2$ im Ausdruck für den Traktionswiderstand berücksichtigt werden muss und die man als „Vollbahnen“ bezeichnet.

Nachstehend gelangen nun die bezüglichen Rechnungen zur Veröffentlichung; in denselben sind die charakteristischen Größen nicht mehr im Anschluss an eine in der Form:

$$v = \psi(t)$$

gegebene Anfahrgeschwindigkeitskurve, sondern jeweilen auf die möglichst einfachste Art und Weise entwickelt.

Als Typ des Traktionsmotors wurde der Seriemotor mit Anlasswiderstand vorausgesetzt, der einerseits den praktisch wichtigsten Fall darstellt und anderseits die in der früheren Studie ebenfalls behandelten Typen des Seriemotors ohne Anlasswiderstand und des Drehstrommotors mit schaltbarem Rotorwiderstand als spezielle Fälle enthält.

Das untenstehende Diagramm stellt die Zugkraft des genannten Traktionsmotortyps als Funktion der Geschwindigkeit dar und lässt deutlich zwei verschiedene Phasen erkennen, von denen die erste durch Konstanz der Zugkraft und die zweite durch die als Funktion der Geschwindigkeit linear abnehmende Zugkraft gekennzeichnet ist.

In der ersten Phase, wo die konstante Zugkraft z den Wert C_0 haben möge, gilt dann die folgende Bewegungsgleichung:

$$z = C_0 = r_1 + r_2 v^2 + \frac{1}{g} \frac{dv}{dt}$$

¹⁾ Siehe Schweiz. Bauzeitung, Bd. XLIV, Nr. 2 und 3.

wenn $g = 9,81$ die Beschleunigung des freien Falls darstellt. Aus obiger Bewegungsgleichung folgt allgemein die Beschleunigung

$$\gamma = -\frac{dv}{dt} = g (C_0 - r_1 - r_2 v^2),$$

welche für die besondern Geschwindigkeitswerte $v = 0$ und $v = v_1$ zu Anfang und zu Ende der ersten Phase, die besondere Werte γ_0 und γ_1 hat:

$$\begin{aligned} v &= 0, & \gamma_0 &= g (C_0 - r_1) \\ v &= v_1, & \gamma_1 &= g (C_0 - r_1 - r_2 v_1^2). \end{aligned}$$

Die Anfahrzeit ergibt sich zu:

$$\begin{aligned} dt &= \frac{1}{g} \frac{dv}{(C_0 - r_1) - r_2 v^2} \\ t &= \frac{1}{2gM} \lg \frac{M + r_2 v}{M - r_2 v}, \end{aligned}$$

$$\text{wo: } M = \sqrt{(C_0 - r_1) r_2}.$$

Seien o und t_1 die Zeitpunkte für die Geschwindigkeitswerte $v = 0$ und $v = v_1$ und sei T_1 der zwischen den Zeitpunkten o und t_1 liegende Zeitabschnitt, dann ist:

$$\begin{aligned} T_1 &= \left[t \right]_o^{t_1} = \frac{1}{2gM} \left[\lg \frac{M + r_2 v}{M - r_2 v} \right]_o^{v_1} \\ T_1 &= \frac{1}{2gM} \lg \frac{M + r_2 v_1}{M - r_2 v_1}. \end{aligned}$$

Den Anfahrweg S_1 in der ersten Phase erhält man zu:

$$S_1 = \int_o^{v_1} ds = \int_o^{v_1} v dt = \frac{1}{g} \int_o^{v_1} \frac{v dv}{C_0 - r_1 - r_2 v^2} = \frac{1}{2gr_2} \lg \left(\frac{\gamma_0}{\gamma_1} \right)$$

Ferner folgt die Arbeit A_1 während der ersten Phase zu:

$$A_1 = \int_o^{s_1} z ds = C_0 \int_o^{s_1} ds = C_0 \cdot S_1 = \frac{C_0}{2gr_2} \lg \left(\frac{\gamma_0}{\gamma_1} \right)$$

Damit sind für die erste Phase die charakteristischen Größen bereits abgeleitet.

In der zweiten Phase stellen wir die Zugkraft z als Funktion der Geschwindigkeit dar durch die mechanische Charakteristik des Traktionsmotors:

$$z = a - b \cdot v,$$

a und b sind die charakteristischen Motorkonstanten. Es folgt

$$a - b v = r_1 + r_2 v^2 + \frac{1}{g} \frac{dv}{dt}$$

Ist $\gamma = -\frac{dv}{dt}$ allgemein in die Beschleunigung während der zweiten Phase, dann hat dieselbe für die Geschwindigkeitswerte $v = v_1$ und $v = v_2$ zu Anfang und zu Ende der zweiten Phase die besondern Werte:

$$\gamma_1 = g (a - r_1 - b \cdot v_1 - r_2 v_1^2)$$

$$\gamma_2 = g (a - r_1 - b \cdot v_2 - r_2 v_2^2).$$

Die Anfahrzeit folgt aus:

$$dt = \frac{1}{g} \frac{dv}{(a - r_1) - bv - r_2 v^2}$$

$$t = \frac{1}{2gN} \lg \frac{N + \frac{b}{2} + r_2 v}{N - \frac{b}{2} - r_2 v},$$

$$\text{wo: } N = \sqrt{\frac{b^2}{4} + r_2 (a - r_1)}.$$

Seien t_1 und t_2 die Zeitpunkte zu Anfang und zu Ende der zweiten Phase entsprechend den Geschwindigkeitswerten v_1 und v_2 und sei T_2 die Zeittdauer der zweiten Phase, dann ist:

$$T_2 = \left[t \right]_{t_1}^{t_2} = t_2 - t_1 = \frac{1}{2gN} \lg \frac{(N + \frac{b}{2} + r_2 v_2)(N - \frac{b}{2} - r_2 v_1)}{(N + \frac{b}{2} + r_2 v_1)(N - \frac{b}{2} - r_2 v_2)}$$

