

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 67/68 (1916)
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: 23.02.2026

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

INHALT: Energetische Koeffizienten der virtuellen Länge von Bahnen, insbesondere bei elektrischem Betrieb — Die Druckluft-Stellwerkanlage des Bahnhofes Spiez — Villa Neerlandia in Lausanne. — Das Haus Garbald in Castasegna (Bergell). — Eduard Züblin. — Miscellanea: Gesellschaft selbständig praktizierender Architekten Berns, G. A. B. Simplon-Tunnel II. Die Änderung der Zusammensetzung der Atmosphäre mit der Höhe. Bestimmung der geographischen Länge mit Hilfe der drahtlosen Telegrafie. — Konkurrenz: Bahnhofgebäude und Postgebäude in Biel. Umbau des

St. Martins-Turmes in Chur. Schweizerische Nationalbank in Zürich. — Korrespondenz. — Literatur: Die Wasserkräfte der Schweiz. — Vereinsnachrichten: Schweiz. Ingenieur- und Architekten-Verein. Bernischer Ingenieur- und Architekten-Verein. Gesellschaft ehemaliger Studierender: Stellenvermittlung.

Tafel 39: Villa Neerlandia in Lausanne.

Tafel 40: Das Haus Garbald in Castasegna.

Band 68.

Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet.

Nr. 25.

Energetische Koeffizienten der virtuellen Länge von Bahnen, insbesondere bei elektrischem Betrieb.

Von Prof. Dr. W. Kummer, Ingenieur, Zürich.

Virtuelle Längen als Vergleichslängen des wirtschaftlichen Wertes verschiedener Bahnlinien mit wesentlich verschiedenen massgebenden Steigungen sollen auch dann zur Anwendung gebracht werden können, wenn auf einzelnen Bahnlinien mit Dampfbetrieb zu rechnen ist, während für andere Bahnlinien ein elektrischer Betrieb zu Grunde zu legen ist. Die bisherigen Definitionen der virtuellen Länge, bzw. die bisher angegebenen Koeffizienten der virtuellen Länge, gestatten aber nicht, elektrische Bahnen und Dampfbahnen einwandfrei zu vergleichen. Mit dem Begriff der virtuellen Länge elektrischer Bahnen haben sich bisher übrigens auch nur wenige Autoren befasst. Wir erwähnen besonders Dr. C. Mutzner, der 1914 in einer sehr beachtenswerten Schrift „Die virtuellen Längen der Eisenbahnen“¹⁾ neue, bzw. verbesserte Koeffizienten der virtuellen Länge sowohl für Dampfbetrieb, als auch für elektrischen Betrieb aufgestellt hat. Zu einer Gegenüberstellung des Dampfbetriebes und des elektrischen Betriebs sind diese Koeffizienten aber nicht geeignet, sondern es können damit nur Dampfbahnen unter sich, sowie elektrische Bahnen unter sich verglichen werden; es beruht dies hauptsächlich darauf, dass in den Koeffizienten der Wegfall des Tenders für elektrischen Betrieb nicht zum Ausdruck kommt, indem der Tender als Bestandteil des Anhängewichts (Wagenzugsgewichts) betrachtet wird. Der von Mutzner aufgestellte Koeffizient α der virtuellen Länge, von dem noch die Rede sein wird, ist grundsätzlich zunächst ein Gewichts-Koeffizient, während von früheren Autoren öfters ohne weiteres Koeffizienten der Widerstandsarbeit, d. h. energetische Koeffizienten, wie wir sie in etwas allgemeinerer Weise benennen wollen, begründet wurden. Ein Vorzug des Koeffizienten von Mutzner gegenüber älteren dieser Art liegt auch darin, dass in ihm die mit zunehmender Steigung abnehmende Fahrgeschwindigkeit der Züge zum Ausdruck kommt, allerdings wiederum nicht zum direkten, einwandfreien Vergleich für Dampfbetrieb und für elektrischen Betrieb geeignet.

Da wir bei vielen Lesern unserer Studie die Kenntnis der Schrift von Mutzner voraussetzen dürfen, so wollen wir, um solchen Lesern deutlich darzutun, wo wir gegenüber jener Schrift eine etwas andere Auffassung vertreten, die dort benutzten Bezeichnungen ebenfalls anwenden. Wir bezeichnen demgemäß mit Q das Gewicht des Wagenzugs in t , und zwar Q_h in der Horizontalen, Q_s in der Steigung; wir schliessen jedoch den Tender der Dampfbahnen, den Mutzner in Q einschliesst, ausdrücklich aus Q aus. Den Tender der Dampfbahnen schlagen wir dem Maschinengewicht M in t zu, sodass also M für Dampfbahnen die Lokomotive samt Tender, für elektrische Bahnen die Lokomotive allein bezeichnet²⁾. Bezeichnet man weiter mit L die reelle Länge einer, in einer bestimmten Steigung liegenden Bahnstrecke, mit L_v die entsprechende virtuelle Länge, so kann man definieren:

$$L_v = \frac{Q_h}{Q_s} \cdot L = \alpha \cdot L$$

¹⁾ Verlag und Druck Gebr. Leemann & Co., Zürich und Leipzig. Besprochen S. 248 v. Bd. LXIII (25. April 1914) der «Schweiz. Bauzeitg.»

²⁾ Bei Motorwagenbetrieb, der aber auf Hauptbahnen mit erheblichen Steigungen, für die man die virtuelle Länge benutzt, im Allgemeinen bedeutungslos ist, würde M nur die elektrische Ausrüstung des Wagens samt bezügl. Verstärkung des tragenden mechanischen Teils bedeuten.

sodass also der virtuelle Koeffizient α als die Verhältniszahl des Wagenzugsgewichtes in der Horizontalen zum Wagenzugsgewicht in der Steigung bei den wirklichen Geschwindigkeiten erscheint; die virtuelle Länge ist demgemäß das Produkt dieses Quotienten und der wirklichen Länge.

Wird mit f die gleitende Reibung in kg/t zwischen Triebrad und Schiene gemäß einem Reibungskoeffizienten μ bezeichnet, sodass also:

$$f = 1000 \cdot \mu$$

dann gilt allgemein:

$$(M_d + Q) \cdot (w_s + s) = f \cdot M_a$$

wenn M_d das Maschinen-Dienstgewicht (bei Dampfbetrieb schliessen wir, wie schon bemerkt, den Tender ein), M_a das Maschinen-Adhäsionsgewicht und w_s den Laufwiderstand (in kg/t) in der in $\%/\text{oo}$ verstandenen Steigung s (w_s je nach der Fahrgeschwindigkeit v auf der betreffenden Steigung abgestuft) bedeuten. Bei Einführung der Verhältniszahl d des Dienstgewichts zum Adhäsionsgewichte der Maschine folgen:

$$Q_s = M_a \left(\frac{f}{w_s + s} - d \right); \quad Q_h = M_a \left(\frac{f}{w_h} - d \right)$$

$$\text{sowie: } a = \frac{Q_h}{Q_s} = \frac{\left[\frac{f}{d \cdot w_h} - 1 \right] \cdot (w_s + s)}{\frac{f}{d} - (w_s + s)}$$

Für die Widerstände w in Abhängigkeit von der Fahrgeschwindigkeit v in km/h benutzt Mutzner die Formel:

$$w = 1,2 + 0,02 \cdot v + 0,0005 \cdot v^2$$

Indem weiter $f = 143$ für den Dampfbetrieb und $f = 154$ für elektrischen Betrieb gesetzt wird, während $d = 1,25$ für beide Betriebsarten gelten soll (was eben die einwandfreie Gegenüberstellung hauptsächlich verunmöglich, wie wir schon erwähnt haben), ergeben sich dann für den Güterzugsbetrieb auf Normalbahnen die Zahlenwerte der folgenden Zusammenstellung:

Koeffizienten α nach Mutzner¹⁾:

Steigung s in $\%/\text{oo}$	Dampfbetrieb		Elektrischer Betrieb	
	Angenommene v in km/h	α	Angenommene v in km/h	α
0	45,0	1,000	45,0	1,000
3	45,0	2,018	45,0	2,014
5	45,0	2,729	45,0	2,720
10	33,8	4,367	44,8	4,592
15	29,2	6,333	40,3	6,524
20	25,6	8,536	37,5	8,696
25	22,0	11,012	35,0	11,108
30	20,0	13,772	33,5	13,792
35	20,0	16,966	31,9	16,793
40	20,0	20,601	30,4	20,165
45	20,0	24,774	29,0	23,981
50	20,0	29,615	27,8	28,334

Da bei Berücksichtigung des Tenders der Verhältniswert d bei Dampflokomotiven erhöht wird²⁾, während er für elektrische Lokomotiven gleich gelassen werden kann, muss dabei eine wesentliche Korrektur der Werte α für Dampfbetrieb auf höhern Steigungen eintreten; diese Korrektur lässt den elektrischen Betrieb auf solchen Steigungen in gerechterem und wesentlich günstigerem Licht erscheinen.

Nach Mutzner ist der Verhältniswert α auch direkt als Verhältniswert der Transportkosten zu gebrauchen, da

¹⁾ Auf Seite 133 und 136 der genannten Schrift.

²⁾ Beispielsweise auf $d = 1,75$.