Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 93/94 (1929)
Heft: 7

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: 22.07.2025

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

INHALT: Energierückgewinnung und Effektschwankung im elektrischen Bahnbetrieb. — Die neuen Völkerbundsgebäude im Arianapark. — Die Staumauer als Hochwasserschutz im Oberlauf der Albigna (Bergell). — Zum Thema „Kunst-Museen". — Wettbewerb für den Neubau eines thurgauischen kantonalen Kinderheims in Romanshorn. — Die Wiener Tagung für wirtschaftliches Bauen. — Mitteilungen: Aarewerke A.-G. Ein Messinstrument für den Beleuchtungstechniker und Installateur. Eine schweizerische Gesellschaft zum Studium der Ersatzbrennstoffe. Der neue Schnelldampfer „Bremen". Das Luftschiff „Graf Zeppelin". A.-G. Brown Boveri & Cie., Baden. Limmatkraftwerk Wettingen der Stadt Zürich. Elektrifikation der italienischen Staatsbahnen. — Nekrolog: Karl Auer von Welsbach. — Wettbewerbe: Bebauungsplan für die rechtsufrigen Quartiere in Genf. Deutsch-reformierte Kirche in Münster (Bern). — Literatur.

Band 94 Der S. I. 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. 7

Energierückgewinnung und Effektschwankung im elektrischen Bahnbetrieb.

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

Die wirtschaftliche Bedeutung der Tatsache, dass die Energierückgewinnung im elektrischen Bahnbetrieb neben einer Energieersparnis, die eine Verbilligung der Zugförderung bedeutet, zugleich eine Erhöhung der Effektschwankung hervorruft, die jene Verbilligung teilweise aufhebt, suchten wir bereits in einer Arbeit „Das Urteil über die Energierückgewinnung bei elektrischen Bahnen angesichts der jüngsten technischen Fortschritte"[1]) zahlenmässig festzustellen. Damals fehlte uns aber noch eine strenge Methode zur Vorausberechnung des Schwankungsverhältnisses K des Effektbedarfs, d. h. des Quotienten „Effektmaximum durch Effektmittel", sodass wir auf einen empirisch gewonnenen Zusammenhang von K mit dem Jahresverkehr abstellen mussten und gezwungen waren, an Betrieben mit und ohne Rückgewinnung die jeweiligen Schwankungsverhältnisse zu gewinnen, indem wir diese Betriebe als Bahnen mit mehr oder weniger Jahresverkehr symbolisierten. Nachdem wir uns nunmehr im Besitze eines rein analytischen Verfahrens der Vorausberechnung des Verhältnisses K befinden, das wir übrigens schon vor vier Jahren bekanntgaben[2]) und erst kürzlich zu einer Untersuchung der Einwirkung der Zugbildung auf die Effektschwankung verwendeten[3]), besitzen wir auch die Möglichkeit direkter Behandlung des Zusammenhangs der Energierückgewinnung mit der Effektschwankung und der damit gegebenen wirtschaftlichen Sachlage. Die in der Abbildung zugleich mit andern, weiter noch zu erörternden Kurven gegebene Darstellung des Schwankungsverhältnisses K über der Mittelwertgrösse y, auf die unser analytisches Verfahren führt, bewahrt ihre Allgemeingültigkeit auch für Bahnen mit Energierückgewinnung; jedoch ändert sich für einen Betrieb mit und ohne Rückgewinnung die Grösse y, sowie der Zusammenhang von y mit dem Verkehr und mit dem Energiebedarf des Bahnbetriebes. Die Mittelwertgrösse y, als Produkt aus der Zugszahl N und der im Sinne einer „Benutzungsdauer" festgestellten Strombezugszeit t eines Zuges, beide Grössen normal je auf die Zeit „ein Jahr" bezogen, ändert sich für einen Betrieb mit und ohne Rückgewinnung proportional mit der Zeit t, die im Falle der Rückgewinnung natürlich kleiner wird. Der im allgemeinen in tkm/Jahr ausgedrückte Verkehr Q der Bahn, als Produkt aus jährlich mit der Geschwindigkeit v gefahrenen Gewichten G und Zugszahlen N, gemäss der Beziehung[3]):

$$Q = v\,N\,G,$$

kann mittels der Definition $y = N\,t$ in die Form:

$$Q = v\,G\left(\frac{y}{t}\right)$$

gebracht werden. Da y/t für Betrieb mit und ohne Rückgewinnung unverändert bleibt, ist bei gleichbleibenden Werten v und G auch der Jahresverkehr Q unverändert. Dagegen ist, je nachdem mit oder ohne Rückgewinnung gearbeitet wird, der zum Betriebe benötigte Durchschnittseffekt $\overline{W}$ im Kraftwerke verschieden. Gegenüber einem Betriebe ohne Rückgewinnung, für den die Grössen y und $\overline{W}$ gelten sollen, findet bei Betrieb mit Rückgewinnung eine Aenderung in $y - \Delta y$, sowie in $\overline{W} - \Delta\overline{W}$ statt, wobei:

$$\Delta y : y = \Delta\overline{W} : W$$

zu setzen ist. Statt der verhältnismässigen Ersparnis an Durchschnittseffekt zufolge der Rückgewinnung kann natürlich auch die verhältnismässige Ersparnis an elektrischer Jahresarbeit gesetzt werden, d. h. es gilt auch:

$$\Delta\overline{W} : \overline{W} = \Delta A : A$$

Diese Ersparnis, für die die Praxis Zahlenwerte von 0,1 bis 0,2 zeitigte, ist einer grundsätzlichen Vorausberechnung fähig, die wir vor neun Jahren bekannt gaben.[1])

Für die jährlichen Energiekosten J eines Bahnbetriebes ohne Rückgewinnung, für den die Mittelwertgrösse y, sowie der ihr entsprechende Durchschnittseffekt $\overline{W}$ gelten sollen, lässt sich, bei Einführung der Konstanten C_1 und des (z. B. in Rappen pro kWh angegebenen) Energie-Einheitspreises E_1 schreiben:

$$J = C_1\,E_1\,y.$$

Nach Massgabe der bei der Energieabgabe durch die Effektschwankung hervorgerufenen Einwirkung auf den Einheitspreis gilt weiter:

$$E_1 = C_2\,K + C_3$$

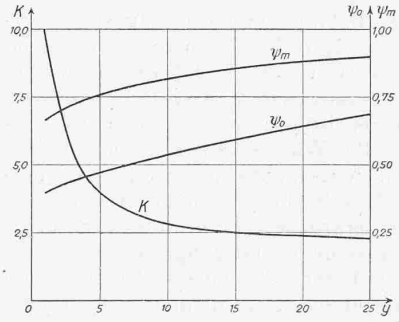
wobei mit C_2 und C_3 neuerdings konstante Grössen eingeführt werden.

Wenn nun für den betrachteten Betrieb bei gleichbleibendem Verkehr die Rückgewinnung eingeführt wird, so ändert sich y in $y - \Delta y$, sowie $\overline{W}$ in $\overline{W} - \Delta\overline{W}$. Nach der in Abbildung 1 gegebenen Kurve:

$$K = f(y)$$

ändert sich dabei aber auch das Schwankungsverhältnis, und zwar von K auf $K + \Delta K$. Es muss sich deshalb auch der Einheitspreis ändern, und zwar von E_1 auf $E_1 + \Delta E_1$, wobei offenbar gelten muss:

$$\Delta E_1 = C_2\,\Delta K.$$



Die jährlichen Energiekosten, die für den Betrieb ohne Rückgewinnung durch den Ausdruck:

$$J = C_1\,(C_2\,K + C_3)\,y$$

darzustellen sind, nehmen bei Einführung der Rückgewinnung einen Wert J' an, für den nun der Ausdruck gilt:

$$J' = C_1\,(C_2\,K + C_2\,\Delta K + C_3)\,(y - \Delta y).$$

Soll die Einführung der Energierückgewinnung einen wirtschaftlichen Gewinn bringen, so erscheint dieser als Ersparnis $\Delta J = J - J'$. Dafür folgt:

$$J - J' = \Delta J = C_1\,C_2\,(-\Delta K\,y + K\,\Delta y + \Delta K\,\Delta y) + C_1\,C_3\,\Delta y.$$

Das dritte Glied in der Klammer kann, als besonders klein, neben den zwei ersten Gliedern weggelassen werden. Indem wir die Ersparnis ΔJ auf die Energiekosten J des Betriebs ohne Rückgewinnung beziehen, folgt:

$$\frac{\Delta J}{J} = \frac{C_1\,C_2\,(K\,\Delta y - y\,\Delta K) + C_1\,C_3\,\Delta y}{C_1\,(C_2\,K + C_3)\,y} = \frac{\Delta y\,(C_2\,K + C_3) - y\,\Delta K\,C_2}{y\,(C_2\,K + C_3)}$$

$$= \frac{\Delta y}{y} - \frac{\Delta K}{K + \frac{C_3}{C_2}}.$$

Nun ist rein formelmässig:

$$\Delta K = \frac{\Delta K}{\Delta y}\,\Delta y = \sim \frac{dK}{dy}\,\Delta y = K'\left(\frac{\Delta y}{y}\right) y$$

[1]) „S. B. Z." Band 71, Seite 191 (4. Mai 1918).

[2]) „S. B. Z." Band 86, Seite 169 (3. Oktober 1925).

[3]) „S. B. Z." Band 94, Seite 6 (6. Juli 1929).

[4]) Damit Q in tkm/Jahr erscheint, ist G in t, v in tkm/Jahr gemessen.

[1]) „S. B. Z." Band 75, Seite 121 (13. März 1920). Diese Darstellung mit teilweise besonders günstigen Werten berücksichtigt nur bei Talfahrten mit Rückgewinnung lose, sonst gestreckte Kupplungen der Wagen der Züge.