

Objekttyp: **TableOfContent**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **93/94 (1929)**

Heft 7

PDF erstellt am: **19.09.2024**

### **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: Energierückgewinnung und Effektschwankung im elektrischen Bahnbetrieb. — Die neuen Völkerbundsgebäude im Arianapark. — Die Stauwand 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: Behaupungsplan 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 Zuförderung 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“<sup>1)</sup> zahlenmässig festzustellen. Damals fehlte uns aber noch eine strenge Methode zur Vorausberechnung des Schwankungsverhältnisses  $K$  des Effektsbedarfs, 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 in Besitze eines rein analytischen Verfahrens der Vorausberechnung des Verhältnisses  $K$  befinden, das wir übrigens schon vor vier Jahren bekanntgaben<sup>2)</sup> und erst kürzlich zu einer Untersuchung der Einwirkung der Zugbildung auf die Effektschwankung verwendeten<sup>3)</sup>, 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 Zugzahl  $N$  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 Zugzahlen  $N$ , gemäss der Beziehung<sup>3)</sup>:

$$Q = v N G,$$

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  $\bar{W}$  im Kraftwerke verschieden. Gegenüber einem Betriebe ohne Rückgewinnung, für den die Grössen  $y$  und  $\bar{W}$  gelten sollen, findet bei Betrieb mit Rückgewinnung

eine Aenderung in  $y - \Delta y$ , sowie in  $\bar{W} - \Delta \bar{W}$  statt, wobei:

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

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:

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

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.<sup>1)</sup>

Für die jährlichen Energiekosten  $J$  eines Bahnbetriebes ohne Rückgewinnung, für den die Mittelwertgrösse  $y$ , sowie der ihr entsprechende Durchschnittseffekt  $\bar{W}$  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  $\bar{W}$  in  $\bar{W} - \Delta \bar{W}$ . 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  $\Delta J$  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:

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

<sup>1)</sup> „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.

<sup>1)</sup> „S. B. Z.“ Band 71, Seite 191 (4. Mai 1918).

<sup>2)</sup> „S. B. Z.“ Band 86, Seite 169 (3. Oktober 1925).

<sup>3)</sup> „S. B. Z.“ Band 94, Seite 6 (6. Juli 1929).

<sup>4)</sup> Damit  $Q$  in tkm/Jahr erscheint, ist  $G$  in t,  $v$  in tkm/Jahr gemessen.

