Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung

Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine

Band: 71/72 (1918)

Heft: 18

Artikel: Das Urteil über die Energierückgewinnung bei elektrischen Bahnen angesichts der jüngsten technischen Fortschritte

Autor: Kummer, W.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-34748

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: 11.12.2025

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

INHALT: Das Urteil über die Energierückgewinnung bei elektrischen Bahnen angesichts der jüngsten technischen Fortschritte. — Der Polizeiposten am Wielandplatz in Basel. — Meister Hans Gieng, der Bildhauer, und die ältesten Brunnen der Stadt Bern. — Miscellanea: Die neue Wasserkraftanlage der Laurentide Power Co. Nordostschweizerischer Schiffahrtsverband. Die deutschen Technischen Hochschulen im Winter 1917/18. Das neue Trockendock in Boston. Die Renovation der Kirche zu St. Martin in Chur. — Konkurrenzen: Bebauungsplan Zürich und Vororte. Architektonische Gestaltung der Bauten für das bernische Kraftwerk Mühleberg. Gestaltung des Seujets-Quartiers und des Turrettini-Quais in Genf. — Literatur. — Vereinsnachrichten: Bernischer Ingenieur- und Architekten-Verein. Gesellschaft ehemaliger Studierender: Stellenvermittlung.

Band 71. Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet. Nr. 18.

Das Urteil über die Energierückgewinnung bei elektrischen Bahnen, angesichts der jüngsten technischen Fortschritte.

Von Professor Dr. *W. Kummer*, Ingenieur, Zürich.

Vor sechs Jahren haben wir in dieser Zeitschrift die Frage der Energierückgewinnung auf der Gotthardbahn, unter Berücksichtigung der Resultate der Giovi-Linie, einer Betrachtung unterzogen, die besonders deswegen zu einer Ablehnung der Rückgewinnung führen musste, weil sie bei dem damaligen Stande der Technik nur mittels des Drehstromsystems erfolgreich durchführbar gewesen wäre, und dabei, wegen der doppelpoligen Fahrleitung, den Verzicht auf die höchstmögliche Fahrspannung, und damit auch auf die höchstmögliche Wirtschaftlichkeit der Stromversorgung, und weiter auch den Verzicht auf die bestmögliche Regelung der Fahrgeschwindigkeit nach sich gezogen hätte. Das Beispiel der Giovi-Linie war insofern lehrreich, als der damalige Betrieb dieser Linie kaum diejenige Energiemenge zurückgewinnen liess, die nötig war, um Verluste in Unterstationen zu decken, die sich bei Wahl eines geeigneteren und tatsächlich wirtschaftlichen Stromsystems überhaupt erübrigen.[1])

In jüngster Zeit hat nun die Technik der Energie-Rückgewinnung auf Gleichstrombahnen und auf Einphasenbahnen derartige Fortschritte zu verzeichnen, dass heute ein Urteil über den wirtschaftlichen und technischen Wert oder Unwert der Energierückgewinnung sozusagen unabhängig von der Wahl der Stromart der elektrischen Zugförderung gefällt werden kann. Das Verdienst praktischer Förderung der Energierückgewinnung auf Gleichstrombahnen und auf Einphasenbahnen gebührt amerikanischen Fachleuten; einer ihrer berufensten Vertreter, *R. E. Hellmund*, hat sich geradezu zur Ansicht bekannt, dass die Möglichkeit der Energierückgewinnung mit der Zeit einen der wichtigsten Gesichtspunkte für die Einführung des elektrischen Betriebs auf Dampfbahnen bilden werde.[2])

Die jüngsten technischen Fortschritte der Energie-Rückgewinnung bei Gleichstrombahnen betreffen Fahrzeug-Ausrüstungen mit Seriemotoren, die erst durch die Verwendung von Hülfserregungsquellen zu einem einigermassen sichern Betrieb der Energierückgewinnung und der Fahrt selbst gebracht werden konnten; unter den verschiedenen Ausführungen und Versuchsbetrieben der amerikanischen Praxis verdienen die Anordnungen auf der „Chicago, Milwaukee und St. Paul Ry"[3]) und auf der „Lake Erie und Northern Ry" zufolge ihrer bisherigen Bewährung besondere Beachtung.

Hinsichtlich der Energierückgewinnung auf Einphasenbahnen haben die amerikanischen Fachleute den im Jahre 1907 durch *W. Cooper*[4]) angegebenen Weg der Zuhülfenahme einer Zusatzmaschine zur Beeinflussung der Erregung normaler Einphasen-Seriemaschinen verlassen, und dafür Fahrzeug-Ausrüstungen mit Stromumformung von einphasigem auf dreiphasigen Wechselstrom zur Anwendung gebracht. Bezügliche Ausführungen mit Umformern, die als „Phasenteiler" nach dem 1896 von *G. Ferraris* und *R. Arnò* angegebenen Schema ausgeführt wurden, sind von der „Norfolk und Western Ry"[5]) und neuerdings von der „Pennsylvania Rd"[1]) in Betrieb genommen worden. In Europa haben demgegenüber besondere Schaltungen der normalen Einphasen-Seriemaschinen zu einem vollen Erfolge geführt, die als Weiterentwicklung grundsätzlicher Versuche angesprochen werden dürfen, die erstmals, wenn auch zunächst noch ohne Erfolg, im Jahre 1907 durch den *Verfasser*[2]) des vorliegenden Aufsatzes unternommen, dann aber, mit einem wenigstens teilweisen Erfolge, Ende 1912 durch *A. Scherbius*[3]) vorgenommen und bekannt gegeben wurden. Bezügliche Ausführungen dürften ohne Zweifel noch im Laufe dieses Jahres auf den heute im Bau befindlichen Probelokomotiven für die Gotthardbahn zur praktischen Erprobung kommen.

So wie also heute die technische Entwicklung vorgeschritten ist, dürften hinsichtlich der Energierückgewinnung die Stromsysteme des Gleichstroms und des Einphasenstroms dem Drehstromsystem gewachsen sein, unbeschadet ihrer sonstigen, allgemein bekannten Ueberlegenheit über dasselbe. Deshalb kann auch die nachfolgende Beurteilung der Energierückgewinnung talfahrender Züge im Hinblick auf die Jahreskosten der für die Zugförderung benötigten elektrischen Energie und im Hinblick auf fahrtechnische Verhältnisse von einer Systemerörterung unabhängig bleiben.

1. *Beurteilung hinsichtlich der Jahreskosten der zur Zugförderung benötigten elektrischen Energie.*

Der Einfluss der Energierückgewinnung auf die Jahreskosten der zur Zugförderung benötigten Energie ist ein etwas verschiedener, je nachdem diese Energie aus Wasserkraftwerken oder aus Wärmekraftwerken bezogen wird. In beiden Fällen besteht aber übereinstimmend eine Abhängigkeit der Energiekosten von den Schwankungen des Kraftbedarfs, die ihrerseits gerade auf den für Rückgewinnung von Energie geeigneten Bahnstrecken charakteristische Werte annehmen und je nach der Einführung oder Nichteinführung einer Rückgewinnung ungleich gross ausfallen. Zur Berücksichtigung der Schwankungen des Kraftbedarfs der elektrischen Zugförderung beziehen wir uns auf unsere bezügliche Studie, die wir vor zwei Jahren in dieser Zeitschrift veröffentlicht haben[4]), und in der eine allfällige Energierückgewinnung noch *keine* Berücksichtigung fand. Wir hatten damals für eine Bahnstrecke vom Jahresverkehr Q, der in *tkm* des Gesamtzugsgewichts gegeben sein soll, die am Radumfang der Züge auftretende durchschnittliche Leistung $\overline{L}$ in *PS* berechnet, gemäss der Beziehung:

$$\overline{L} = \frac{Q}{8760} \cdot \frac{\overline{z}}{270}$$

wobei die Zahl 8760 die Anzahl Stunden pro Jahr bezeichnet, $\overline{z}$ dagegen die durchschnittliche Zugkraft in *kg/t* am Radumfang, entsprechend der von der motorischen Ausrüstung der Züge zu entwickelnden Durchschnittsleistung $\overline{L}$. Neben der Durchschnittsleistung $\overline{L}$ ist für die betrachtete Bahnstrecke auch die Maximalleistung L_{max} am Radumfang der Züge von Bedeutung, die mit $\overline{L}$ nach Massgabe des Schwankungsverhältnisses k verknüpft ist, wie aus der Beziehung:

$$L_{max} = k \cdot \overline{L}$$

zu ersehen ist. Am einen oder an den verschiedenen Speisepunkten der betrachteten Bahnstrecke entsprechen den

[1]) Schweiz. Bauzeitung, Bd. LIX, Seite 146 (16. März 1912), und Bd. LX, Seite 115 (31. August 1912).

[2]) Proc. Am. Inst. El. Eng., Bd. 36, 1917, Seite 1.

[3]) Schweiz. Bauzeitung, Bd. LXIX, Seite 8 (6. Januar 1917).

[4]) Schweiz. Bauzeitung, Band L, Seiten 217 und 223 (26. Oktober und 2. November 1907).

[5]) Schweiz. Bauzeitung, Band LXII, Seite 276 (15. Nov. 1913).

[1]) Schweiz. Bauzeitung, Seite 141 lfd. Bandes (23. März 1918).

[2]) Elektrische Kraftbetriebe und Bahnen, 1907, Seite 361.

[3]) E. T. Z., 1912, Seite 1264.

[4]) Schweiz. Bauzeitung, Band LXVII, Seite 199 und 214 (22. und 29. April 1916).

mechanischen Leistungen $\overline{L}$ und L_{max} elektrische, in *kW* ausgedrückte Leistungen $\overline{W}$ und W_{max}, die für Betrieb *ohne* Rückgewinnung mit Hülfe der Wirkungsgrade $\overline{\eta}$ und η_m gemäss den Beziehungen:

$$\overline{W} = \frac{0{,}736}{\overline{\eta}} \cdot \overline{L}; \quad W_{max} = \frac{0.736}{\eta_m} \cdot L_{max}$$

erhältlich sind. Die elektrischen Leistungen $\overline{W}$ und W_{max} sind durch ein Schwankungsverhältnis K mit einander verbunden, das sich aus:

$$K = \frac{W_{max}}{\overline{W}} = \frac{\overline{\eta} \cdot L_{max}}{\eta_m \cdot \overline{L}} = \frac{\overline{\eta}}{\eta_m} \cdot k = \frac{1}{k_\eta} \cdot k$$

ergibt. Anderseits kann geschrieben werden:

$$\overline{W} = \frac{0{,}736}{\overline{\eta}} \cdot \frac{Q}{8760} \cdot \frac{z}{270}$$

Nun ist zu beachten, dass für eine gegebene Bahnstrecke bei nur mässiger Veränderlichkeit des Jahresverkehrs Q die Grössen $\overline{z}$ und $\overline{\eta}$ als nahezu konstant und $\overline{W}$ als proportional zu Q gelten können. Anderseits ist stets:

$$K < k,$$

wobei aber der Unterschied dieser zwei Grössen recht geringfügig ist. Die Zahl k_η ist nämlich von der Grössenordnung:

$$k_\eta = \backsim 1{,}05.$$

In der Studie über das Schwankungsverhältnis k wiesen wir auf dessen Abhängigkeit von Q hin und brachten diese durch eine Kurve zur Darstellung, die wir hier in Abbildung 1 nochmals vorführen.

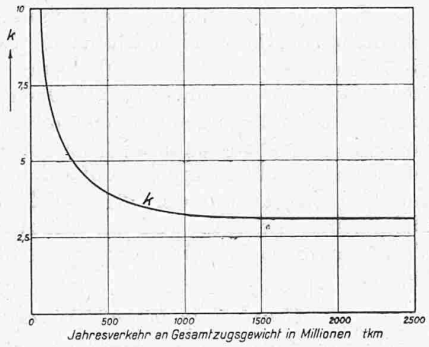

Abb. 1. Abhängigkeit des Schwankungsverhältnisses k vom Jahresverkehr.

Für Betrieb ohne Rückgewinnung führen wir auch noch die Energiemenge A in *kWh* ein, die als Jahresenergie der Leistung $\overline{W}$ gemäss:

$$A = 8760 \cdot \overline{W} = \frac{0{,}736}{\overline{\eta}} \cdot \frac{Q \cdot \overline{z}}{270}$$

entspricht. Es möge ferner mit E_1 der Einheitspreis der Energie, in Rappen pro *kWh*, bezeichnet sein, sodass sich die Jahreskosten J der Energie ohne Rückgewinnung ergeben zu:

$$J = E_1 \cdot A = E_1 \cdot \frac{0{,}736}{\overline{\eta}} \cdot \frac{Q \cdot \overline{z}}{270}$$

Da für konstante $\overline{z}$ und $\overline{\eta}$ zwischen A und Q Proportionalität besteht, die wir bei Einführung der Proportionalitätskonstanten C_1 durch:

$$A = C_1 \cdot Q$$

festlegen können, folgt weiterhin:

$$J = E_1 \cdot C_1 \cdot Q$$

Nun bestehen aber, je nach der Herkunft der elektrischen Energie A, verschiedene Beziehungen zur Ermittlung des Energie-Einheitspreises E_1, die uns veranlassen werden, die Fälle des Bezugs der benötigten elektrischen Energie aus Wasserkraftwerken und aus Wärmekraftwerken getrennt zu betrachten.

Zunächst soll aber noch festgestellt werden, dass die *Einführung der Energierückgewinnung* mittels talfahrender Züge auf der betrachteten Bahnstrecke offenbar eine Energie-Ersparnis ΔA bewirkt, die im Vergleich mit einem Betrieb ohne Energierückgewinnung, aber endgültig gleichem, Energiebezug auf derselben Strecke, einer Verkehrsverkleinerung ΔQ entspricht, indem man sich dann einfach einen Teil der mit Energie zu versorgenden Züge überhaupt wegfallend denken kann. Wir machen die Annahme, es sei zulässig, hierfür die Beziehung:

$$\Delta A = C_1 \cdot \Delta Q$$

zu benutzen. Nun steigt aber, nach Abbildung 1, bei einer Verkehrsverminderung das Schwankungsverhältnis k, und zwar muss dann der Abnahme ΔQ eine Zunahme Δk entsprechen. Da erfahrungsgemäss die Einführung der Rückgewinnung, gegenüber ihrer Nichtbenützung, beim *gleichen* Verkehr Q ebenfalls zu grösseren Schwankungen der Leistung führt, so soll die weitere Annahme gemacht werden, die Abbildung 1 dürfe auch für diesen Zusammenhang benutzt werden und dürfe für den gleichwertigen, aber nur scheinbaren Wegfall eines Teils der Züge, d. h. mit dem Eintreten der Energieersparnis ΔA ebenfalls eine Zunahme von k auf $k + \Delta k$ in Betracht gezogen und nach Massgabe der Beziehung:

$$\Delta A = C_1 \cdot \Delta Q$$

die Abbildung 1 auch für den tatsächlichen Fall der Rückgewinnung zur Bestimmung eines solchen Wertes von Δk verwendet werden.

a) Beim Bezug elektrischer Energie aus Wasserkraftwerken ist zu beachten, dass die Energiekosten einfach proportional den Anlagekosten der Werke und diese wieder proportional W_{max} sind. Da W_{max} aber annähernd proportional zu $Q \cdot k$ ist, gilt:

$$E_1 = C_2 \cdot k$$

Der Grösse $k + \Delta k$ muss dann aber auch ein auf $E_1 + \Delta E_1$ erhöhter Einheitspreis der Energie entsprechen, für den die Beziehung:

$$\Delta E_1 = C_2 \cdot \Delta k$$

zutreffend sein wird.

Die Jahreskosten J' für die beim Verkehr Q für den Betrieb *mit* Energierückgewinnung aus Wasserkraftwerken zu beziehende elektrische Energie sind dann gegeben durch den Ausdruck:

$$J' = (E_1 + \Delta E_1) \cdot C_1 \cdot (Q - \Delta Q)$$
$$= C_1 \cdot C_2 \cdot (k + \Delta k) \cdot (Q - \Delta Q)$$

Anderseits gilt beim gleichen Verkehr Q für den Bezug von Wasserkraft-Energie für den Bezug ohne Rückgewinnung:

$$J = C_1 \cdot C_2 \cdot k \cdot Q$$

Zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit der Energierückgewinnung hinsichtlich der Energie-Jahreskosten bilden wir nun das Verhältnis

$$i = \frac{J'}{J} = \frac{k + \Delta k}{k} \cdot \frac{Q - \Delta Q}{Q} = \backsim \left(1 + \frac{\Delta k}{k} - \frac{\Delta Q}{Q}\right)$$

das kleiner als 1 sein muss, wenn die Energierückgewinnung zu einer Verbilligung der Energie-Jahreskosten führen soll. Wir erkennen, dass i grösser, gleich oder kleiner als 1 ist, je nachdem auf Grund der Annäherungsformel für i gilt:

$$+ \frac{\Delta k}{k} \gtreqless - \frac{\Delta Q}{Q}.$$

Es mag bemerkt werden, dass die bisherige Praxis der Rückgewinnung Ergebnisse zeitigte, für die:

$$\frac{\Delta A}{A} = \frac{\Delta Q}{Q} = 0{,}10 \text{ bis } 0{,}20$$

gilt. Der Grenzfall eines Zusammenhanges von k und Q, für den $v = 1$ ständig erfüllt wäre, ergibt sich auf Grund unendlich kleiner Aenderungen dk und dQ aus der Differenzialgleichung:

$$\frac{dk}{k} + \frac{dQ}{Q} = 0$$

mit der allgemeinen Lösung:

$$\lg k + \lg Q = \lg C$$

die auch in der Form:

$$k \cdot Q = C$$

geschrieben werden kann, wobei die Integrationskonstante C sofort als Bestimmungskonstante einer Schar gleichseitiger Hyperbeln in einem Koordinatenfeld mit k und Q als Axen erkennbar ist. Wenn jemals eine solche Hyperbel, für die $i = 1$ ist, die tatsächliche Abhängigkeit des Schwankungsverhältnisses k vom Verkehr Q zum Ausdruck bringen würde, dann müsste der wirtschaftliche Nutzen der

Rückgewinnung hinsichtlich der Energiekosten für die betreffende Bahnstrecke und für jeden Verkehr auf derselben von vornherein ständig gleich null sein. Im allgemeinen ist aber für irgend eine Bahnstrecke die Abhängigkeit der Grösse k vom Verkehr Q durch eine Kurve:

$$k = f(Q)$$

gegeben, wie sie in Abbildung 1 dargestellt ist; der Charakter dieser Kurve ist ein solcher, dass jedenfalls für alle grössern Beträge von Q Werte:

$$i < 1$$

gelten. Den kritischen Wert $i = 1$ können wir für die Kurve nach Abbildung 1 dadurch erhalten, dass wir an die äussersten Kurvenpunkte der Abbildung 1, mit minimalen Werten der Abszissen Q, eine oskulierende Hyperbel H, die der Gleichung $k \cdot Q = C$ genügt, anlegen, wie dies in Abb. 2 ersichtlich ist. Da nach dieser Abbildung die Kurve:

$$k = f(Q),$$

soweit sie überhaupt zur Darstellung kommt, stets oberhalb dieser Hyperbel liegt, so ist auch analytisch erwiesen, dass ein gewisser Erfolg der Rückgewinnung hinsichtlich der Energiekosten für alle grössern Werte Q (grösser als 81 Millionen *tkm*) zu erwarten sei. Insofern also den Kurven unserer Abbildungen 1 und 2 ein allgemein gültiger Charakter zuerkannt werden darf, halten wir uns auch zum Schluss berechtigt, dass für alle irgend wie erheblichen Werte von Q grundsätzlich mit:

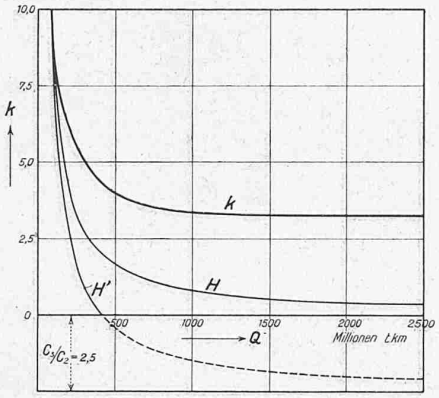

Abb. 2. Schwankungsverhältnis (k) und Grenz-Hyperbeln für Wasserkraft-Energie (H) und für Wärmekraft-Energie (H') über dem Jahresverkehr.

$$i < 1$$

d. h. mit einer gewissen Wirtschaftlichkeit der Energierückgewinnung im Hinblick auf die Jahreskosten der Energie gerechnet werden müsse. Diese Wirtschaftlichkeit fällt dann umso grösser aus, je grösser der Verkehr Q auf derjenigen Bahnstrecke ist, auf der ein Betrieb mit Rückgewinnung durchgeführt wird.

Unsere Betrachtung über den Einfluss der Energie-Rückgewinnung auf die Energie-Jahreskosten für Energiebezug aus Wasserkraftwerken führt deshalb zum Schluss, dass besonders für verkehrsreiche Bergstrecken ein wirtschaftlicher Erfolg der Rückgewinnung erreichbar ist.

b) Beim Bezug elektrischer Energie aus Wärmekraftwerken dürfte für den Einheitspreis der Energie ein Ansatz

$$E_1 = C_2 \cdot k + C_3$$

zutreffend sein, wobei mit C_3 eine neue, den Brennstoff-Kosten entsprechende Konstante eingeführt werden muss; anderseits gilt auch hier wieder:

$$\Delta E_1 = C_2 \cdot \Delta k$$

sodass man erhält:

$$i = \left(1 - \frac{\Delta Q}{Q}\right) \cdot \left(1 + \frac{\Delta k}{k + \frac{C_3}{C_2}}\right) = \backsim \left(1 + \frac{\Delta k}{k + \frac{C_3}{C_2}} - \frac{\Delta Q}{Q}\right)$$

Man erkennt, dass das für diesen Fall bestimmte Verhältnis i mit dem für den frühern Fall ermittelten i übereinstimmen würde, wenn $\frac{C_3}{C_2}$ neben k vernachlässigt werden dürfte, was nur bei kostenlosem Brennmaterial möglich wäre. Offenbar ist eine solche Annahme auszuschliessen, womit sich, für gleiche Verkehrsmengen und Schwankungs-Verhältnisse, die Energierückgewinnung ohne weiteres vorteilhafter geltend macht, wenn die bezogene Energie aus Wärmekraftwerken anstatt aus Wasserkraftwerken herrührt.

Beim Energiebezug aus Wärmekraftwerken ergibt sich zur Bestimmung des kritischen Grenzwertes $i = 0$ die Differentialgleichung:

$$\frac{dk}{k + \frac{C_3}{C_2}} + \frac{dQ}{Q} = 0$$

deren Lösung:

$$\left(k + \frac{C_3}{C_2}\right) \cdot Q = C$$

als kritische Kurven des Zusammenhangs zwischen k und Q wiederum eine Schar gleichseitiger Hyperbeln erkennen lässt. Die in Abbildung 2 mit H' bezeichnete und für die Annahme $\frac{C_3}{C_2} = 2{,}5$ aufgestellte Hyperbel stellt diejenige Kurve dieser Schar dar, die als oskulierende Hyperbel an die äussersten Kurvenpunkte von k, für minimale Werte der Abszissen Q, anzusehen ist, und die für diese Punkte also mit der Hyperbel H zusammenfällt. Die Hyperbeln H und H' haben somit dieselbe vertikale Asymptote, die durch die k-Axe dargestellt ist, während ihre horizontalen Asymptoten um einen festen Abstand $\frac{C_3}{C_2}$ von einander abstehen. Die Hyperbel H' weist auf der Abszissenaxe eine Nullstelle auf, deren Lage dem allgemeinen Ausdruck:

$$k = 0; \qquad Q = C \cdot \frac{C_2}{C_3}$$

entspricht; nur der links dieser Nullstelle liegende Teil der Kurve H' ist überhaupt einer praktischen Interpretation fähig, da negative Werte von k in Wirklichkeit nicht in Frage kommen.

Unsere Betrachtung über den Einfluss der Energierückgewinnung auf die Energie-Jahreskosten für Energiebezug aus Wärmekraftwerken führt also zum Schluss, dass besonders für verkehrsreiche Bergstrecken und hohe Brennmaterialkosten ein wirtschaftlicher Erfolg der Energierückgewinnung erreichbar, der jenen bei Energiebezug aus Wasserkraftwerken grundsätzlich übertreffen muss.

2. Beurteilung hinsichtlich der fahrtechnischen Eigenschaften.

Zwischen der soeben vorgenommenen rein finanziellen und der ebenfalls beabsichtigten fahrtechnischen Beurteilung der Energierückgewinnung liegt die weitere Betrachtungsmöglichkeit auf Grund der Einführung energetischer Koeffizienten der virtuellen Länge von Bahnen mit und ohne Energierückgewinnung. Da wir die Grundlagen einer solchen Betrachtungsweise bereits vor etwas mehr als Jahresfrist in dieser Zeitschrift erörtert haben, begnügen wir uns mit dem bezüglichen Hinweis[1]), wobei wir lediglich noch beifügen möchten, dass durch die neue genaue Darlegung des Einflusses der Rückgewinnung auf die Energie-Jahreskosten auch eine Erweiterung der Möglichkeit der Beurteilung mittels virtueller Längen bewirkt wird, indem die Fälle des Energiebezuges aus Wasserkraftwerken und aus Wärmekraftwerken getrennt betrachtet werden können.

In rein fahrtechnischer Hinsicht ist die Energierückgewinnung insbesondere zur Vornahme von Dauerbremsungen von Interesse. Die elektrische Dauerbremsung, die einer mechanischen Dauerbremsung durch die Beseitigung mechanischer Abnützungsvorgänge weit überlegen ist, ist bislang meistens mittels der sog. Kurzschlussbremsung verwirklicht worden, die bei den elektrisch betriebenen Bergbahnen der Schweiz sehr verbreitet ist und zu verschiedenen bemerkenswerten technischen Lösungen geführt hat; dabei wird die Bremsenergie auf den Lokomotiven oder Motorwagen in elektrischen Widerständen in Wärme umgesetzt, was solange keine besondern Schwierigkeiten verursacht, als nur einige wenige Hundert *PS* als Dauerleistungen in Betracht fallen. Wenn jedoch mehrere Tausend *PS* als Dauerleistungen der Bremsung in Betracht kommen, wie dies auf den eingangs erwähnten nordamerikanischen Bahnen der Fall ist, dann ist das Verlangen nach Beseitigung der entsprechenden Energiemengen, bezw. Wärmemengen, aus den Fahrzeugen wohl verständlich, und dann erscheint die

[1]) Schweiz. Bauzeitung, Band LXVIII, Seite 285 (16. Dezember 1916).

Einrichtung der Rückgewinnung, die zudem noch den oben erörterten günstigen Einfluss auf die Jahreskosten der zur Zugförderung benötigten elektrischen Energie aufweist, als gegebene Lösung. Da diese grossen Dauerleistungen bei der Talfahrt zunächst nur im Güterzugbetrieb auftraten, so bestanden auch weniger Bedenken hinsichtlich der allenfalls kleinern Betriebsicherheit beim Bremsbetriebe mittels der Energierückgewinnung; in dieser Beziehung ist nämlich besonders die Gefahr zu erwähnen, die bei der Talfahrt mit Rückgewinnung im Aufruhen der an die voranfahrende Lokomotive angehängten Zuglast auf den Lokomotivpuffern liegt. Die bisherigen Erfahrungen im Rückgewinnungsbetriebe mit maximalen Fahrgeschwindigkeiten, die bislang 50 *km/h* noch nicht überschritten haben, scheinen indessen derart zu sein, dass die genannte Gefahr von uns möglicherweise bisher überschätzt worden ist; ein Endurteil wird man sich indessen erst bilden können, wenn systematische Versuche bis zu den höchsten in Betracht fallenden Fahrgeschwindigkeiten ausgeführt sein werden. Dass bei uns bereits mit den im Bau befindlichen Probelokomotiven für die Gotthardbahn derartige Versuche vorgenommen werden sollen, ist durchaus zu begrüssen, obwohl wir der Ansicht sind, dass für die Gotthardbahn die Frage der Energierückgewinnung lange nicht die Bedeutung hat, wie für die genannten nordamerikanischen Bahnen, deren einzelne Lokomotiven allein schon bis zu 250 *t* schwer sind.

Zusammenfassung.

Ausgehend von der Erwähnung der jüngsten technischen Fortschritte der Energierückgewinnung auf Gleichstrombahnen und auf Einphasenbahnen vertreten wir die Ansicht, dass die Rückgewinnungsfrage nunmehr unabhängig von der Frage der Stromart der elektrischen Zugförderung beurteilt werden könne. Um eine Beurteilung der Rückgewinnung hinsichtlich der Jahreskosten der zur Zugförderung benötigten elektrischen Energie durchführen zu können, mussten wir zunächst gewisse Annahmen über die Einwirkung der Rückgewinnung auf das Schwankungsverhältnis der Leistung in den Speisepunkten der betreffenden Bahnstrecke machen; es kann hierauf das Wirtschaftlichkeits-Kriterium der Rückgewinnung analytisch formuliert und diskutiert werden. Für die im praktischen Betrieb bei veränderlichem Verkehr zu erwartenden Aenderungen in den Leistungsschwankungen ist ein wirtschaftlicher Erfolg der Rückgewinnung bei grösserem Verkehr stets zu erwarten, und zwar in stärkerem Masse beim Energiebezug aus Wärmekraftanlagen, als beim Energiebezug aus Wasserkraftanlagen. In fahrtechnischer Hinsicht ist die Rückgewinnung ebenfalls vorteilhaft durch die Entfernung der Brems-Energie aus den Fahrzeugen, während die Frage der Veränderung der Betriebsicherheit durch die Wahl eines Fahrdienstes mit Rückgewinnung noch nicht als endgültig geklärt anzusehen ist.

Der Polizeiposten am Wielandplatz in Basel.

Von *Widmer, Erlacher & Calini*, Arch. in Basel.

Dieses Gebäude ist im Auftrage der Regierung des Kantons Baselstadt von unserer Firma auf Grund des uns im Wettbewerb unter Basler Architekten s. Z. zugefallenen ersten Preises[1]) ausgeführt worden. Der Polizeiposten befindet sich am westlichen Ende der Schützenmatte und bildet die östliche Abschlusswand des Wieland-Platzes, der dadurch und durch eine gleichzeitig durchgeführte Korrektur eine regelmässige Form erhielt. In Anpassung an verschiedene Wünsche der Behörde und durch weiteres Studium wurde, teilweise in Abweichung vom prämiierten Entwurf, dem Bau die heutige breit gelagerte Form gegeben. Der Grundriss selbst ist, wenigstens in Bezug auf die Dispositon der Räume des Erdgeschosses, beibehalten worden; die Fassade wurde eingeschossig gehalten und durch Dachaufbauten die Unterbringung der geforderten Wohnung ermöglicht. Durch eine die ganze Gebäudebreite einnehmende offene Säulenhalle wurde eine innigere Beziehung zum Platze geschaffen, und damit ein Motiv aufgenommen, das oft bei ähnlichen Gebäuden der Barock- und Empirezeit zu sehen ist.

Das Wachtlokal als Hauptraum wird in der Mitte direkt von der Vorhalle aus betreten und hat, mit Ausnahme einer Kastenwand und Sitznische, keinen weitern Ausbau erhalten (Abb. 3 bis 6). Rechts davon liegt sich das Bureau des Postenchefs, daneben die Treppe zum ersten Stock, mit besonderem seitlichem Hauseingang. Im Kasten-

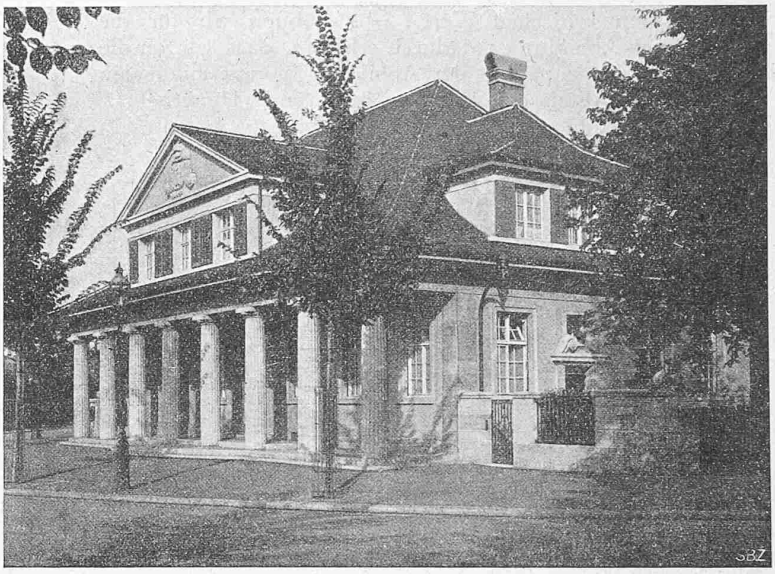

Abb. 2. Polizeiposten am Wielandplatz in Basel.

raum besitzt jeder Polizeimann seinen eigenen Schrank; im Waschraum befinden sich ausserdem Tröge für Fussbäder, Douche und Toilette, sowie ein Wäscheschrank zur Benützung für die Mannschaft. Ferner sind vorhanden ein Schlafsaal für zehn Betten und in der linken Gebäudehälfte, von aussen durch die Vorhalle aus zugänglich, ein Raum für Velos und für Materialien der Promenaden-Verwaltung, sowie ein solcher für Krankenwagen. Die zwei Arrest-Zellen, Aborte usw. sind durch einen Gang vom Wachtlokal getrennt, der hinten durch eine besondere Türe zugänglich gemacht ist, was ermöglicht, Arrestanten ungesehen vom Publikum wegführen zu können.

Im Untergeschoss befindet sich, durch eine äussere Treppe direkt zugänglich, ein Sanitätsraum mit anschliessendem Wärterraum, welche Lokale bei Festlichkeiten auf der nahen Festwiese in Anspruch genommen werden sollen. Im ersten Stock liegt die Wohnung des Polizeioffiziers, umfassend vier Zimmer, Küche und Mädchenzimmer mit dem üblichen Zubehör.

Die Architekturteile, wie Architrav und Hauptgesims, sind in Vorsatzbeton aus Muschelkalk ausgeführt und steinhauermässig überarbeitet. Die Hausteine selbst sind in gleichem Material, sodass der einheitliche Eindruck gewahrt blieb. Die gesamte Spenglerarbeit ist in Kupferblech ausgeführt.

Mit dem Bau wurde im Frühjahr 1914 begonnen; er konnte, infolge der Hemmungen des Krieges etwas später als vorgesehen, am 1. April 1915 bezogen werden. Die Baukosten betrugen ohne Architektenhonorar 81000 Fr.; der Kostenanschlag ist trotz der inzwischen gestiegenen Baupreise eingehalten worden.

[1]) Ergebnis dargestellt in Bd. LXIII, S. 55 (24. Januar 1914).

Meister Hans Gieng, der Bildhauer, und die ältesten Brunnen der Stadt Bern.

Autoreferat eines Vortrages von *O. Weber*, Architekt[1]).

In dem reichen Kranz der Trinkwasserbrunnen nicht nur der Stadt Bern, sondern der ganzen Schweiz nehmen acht alte Brunnen der Bundesstadt eine künstlerisch hervorragende Stellung ein.

Abgesehen von dem obersten Brunnen an der Kramgasse, dem sog. Zähringerbrunnen, der 1542 errichtet wurde, haben sechs der acht erwähnten Brunnen die ältesten noch vorhandenen Brunnen-

[1]) Gehalten am 28. Febr. 1918 im Bernischen Ingenieur- und Architekten-Verein.