

Gotthardbahn und Giovi-Linie: ueber Berechnungen und Messungen des Kraftbedarfs bei elektrischem Betrieb

Autor(en): **Kummer, W.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **59/60 (1912)**

Heft 9

PDF erstellt am: **13.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-30043>

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.

INHALT: Gotthardbahn und Giovi-Linie. — Das Heiligbergsschulhaus in Winterthur. — Bremsraum nach Prof. Reichel. — Technik und soziale Frage? — Miscellanea: Schweizer Bundesbahnen, Eidg. Technische Hochschule, Schweizer Landesausstellung in Bern 1914, Gartenbau-Ausstellung in Zürich 1912, Kraftwerk Augst-Wyhlen. — Konkurrenzen: Hypotheken- und Ersparniskasse in Sitten. — Nekrologie: Dr. Joseph

Annaheim. — Vereinsnachrichten: Gesellschaft ehemaliger Studierender: Stellenvermittlung.

Tafel 27 bis 30: Das Heiligbergsschulhaus in Winterthur.
Feuilleton: Von der XXXII. Generalversammlung der G. e. P. vom 17. bis 19. August in Winterthur.

Band 60.

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

Nr. 9.

Gotthardbahn und Giovi-Linie.

Ueber Berechnungen und Messungen des Kraftbedarfs bei elektrischem Betrieb.

Zweiter Teil.

Von Dr. W. Kummer, Ingenieur, Zürich.

In meinem Vortrage vom 6. März d. J.¹⁾ musste ich mich, insofern als die Gegenüberstellung von Berechnungsdaten für den elektrischen Betrieb auf der Gotthardbahn und von Messergebnissen vom elektrischen Betrieb auf der Giovi-Linie in Betracht kam, kurz fassen. Die vorstehende Einsendung des Herrn Direktor K. v. Kando gibt mir nun die sehr erwünschte Gelegenheit, diese Gegenüberstellung etwas näher zu begründen und auf verschiedene von Herrn v. Kando aufgeworfene Nebenfragen, insbesondere auf eine Kritik der verschiedenen bisher veröffentlichten Messungsergebnisse auf der Giovi-Linie, näher einzutreten. Der Redaktion der „Schweizerischen Bauzeitung“, die uns für diese Erörterungen einen verhältnismässig so grossen Teil des ihr für Aufsätze aus dem Maschinen- und Verkehrswesen zur Verfügung stehenden Raumes einräumt, sei an dieser Stelle für das dadurch bewiesene ausserordentliche Entgegenkommen verbindlich gedankt.

1. Zum Kraftbedarf der Gotthardbahn.

Obwohl Gotthardbahn und Giovi-Linie durchaus verschiedene Steigungsverhältnisse aufweisen, ist dennoch, wie gezeigt werden wird, ihr Energieverbrauch am Fahrdrabt für gleiche Transportmengen in beiden Richtungen annähernd derselbe. Es muss den Fachmann nicht wenig überraschen, dass Herr v. Kando zum Beleg seiner Ansicht, der Energieverbrauch am Fahrdrabt müsse für die Giovi-Linie grösser sein als für die Gotthardbahn, nur den Vergleich des Kraftbedarfs am Radumfang heranzieht und keine Rücksicht nimmt auf den äusserst verschiedenen mittlern Wirkungsgrad der Triebfahrzeuge — dies bei zwei Linien, von denen die eine (Giovi) ein sehr gleichmässiges, die andere (Gotthard) ein äusserst ungleichmässiges Längenprofil aufweist. Aber auch schon seine Kraftbedarfsziffern für den Radumfang sind nicht einwandfrei; es geht nicht an, die Beschleunigungsarbeit zu vernachlässigen, und es ist auch nicht zulässig, nur eine idealisierte Hinfahrt zu betrachten und mit Zahlen zu vergleichen, die für betriebsmässige Hin- und Herfahrt gelten. Anstelle der von Kando gegebenen Ziffer $26 + 5$ ergibt sich richtiger die Ziffer $13,0 + 2,5 + 0,8$ als Summe der in Tausenden *mkg* ausgedrückten Arbeiten pro *tkm* für Hebung, Reibung und Beschleunigung auf der Giovi-Linie; weiter ergibt sich anstelle seiner Ziffer $11,14 + 5$ richtiger die Ziffer $5,1 + 5,6 + 1,0$ als Summe der in Tausenden *mkg* ausgedrückten Arbeiten pro *tkm* für Hebung, Reibung und Beschleunigung auf der Gotthardbahn. Das massgebende Verhältnis der Arbeiten *am Radumfang* wird dann nicht 1,92 sein, sondern:

$$\frac{13,0 + 2,5 + 0,8}{5,1 + 5,6 + 1,0} = \frac{16,3}{11,7} = 1,39.$$

Dabei sind die Ziffern für die Gotthardbahn meinem in der „Schweizerischen Bauzeitung“ behandelten Projekte für die Schweizerische Studienkommission für elektrischen Bahnbetrieb entnommen und enthalten hohe Werte der Reibungswiderstände wegen der grossen Geschwindigkeiten, wegen der vielen Krümmungen und in etwelchem Masse auch zur Berücksichtigung der Zugkraft, die für die Tal-fahrt auf grossen Gefällen infolge der Vorschritt gestreckter Kupplungen von den Triebfahrzeugen mitunter, z. B. bei

zu scharfem Bremsen der angehängten Wagen aufzubringen ist. So hohe Reibungswiderstände fallen bei der Giovi-Linie angesichts der dortigen kleinen Geschwindigkeiten nicht in Betracht.

Zwischen Fahrdrabt und Radumfang, bzw. für die Triebfahrzeuge, muss beim Gotthard mit 68 bis 70 % Wirkungsgrad (je nach Zuglast, bzw. ob Durchschnittsverkehr oder Maximalverkehr) gerechnet werden; für die Giovi-Linie beträgt dieser Wirkungsgrad für Hin- und Herfahrt ohne Rückgewinnung:

$$\frac{16,3 \cdot 1000 \cdot 9,81}{3600} : 47,5 = 93,5 \%$$

Damit wird nun das massgebende Verhältnis der Arbeiten *am Fahrdrabt* im Mittel etwa den Betrag annehmen:

$$\frac{0,69}{0,935} 1,39 = \sim 1,03.$$

Damit ist aber auch erwiesen, dass für die Gotthardbahn nach dem Projekte für die Studienkommission nahezu derselbe Energiebedarf am Fahrdrabt zu erwarten ist als für die Giovi-Linie bei gleichen Transportmengen in beiden Fahrrichtungen.

Da jedoch Herr v. Kando in seinem Gotthardprojekt von 1909 andere Geschwindigkeiten und Fahrverhältnisse im allgemeinen annahm und weiter auch die Talstrecken Zug-Goldau, Bellinzona-Luino und Bellinzona-Locarno ausser Betracht liess, so ergibt sich für den Vergleich der Giovi-Linie mit diesem Projekte ein etwas anderes Verhältnis der Arbeiten *am Radumfang*, nämlich etwa:

$$\frac{13,0 + 2,5 + 0,8}{5,6 + 4,5 + 0,9} = \frac{16,3}{11,0} = 1,48.$$

Für den Wirkungsgrad der Triebfahrzeuge kann bei Kandos Gotthardprojekt im Tagesmittel richtigerweise ebenfalls nur mit etwa 0,69 gerechnet werden, denn was die Drehstromlokomotiven auf der einen Seite infolge Wegfalls der Transformatoren durch höhere Wirkungsgrade der Motoren bei Vollast etwa gewinnen, verlieren sie ohne weiteres infolge der schlechteren Verhältnisse beim Anfahren und beim Befahren eines ungleichmässigen Längenprofils mit konstanter Geschwindigkeit. Für den Vergleich *am Fahrdrabt* ergäbe sich dann das Arbeitsverhältnis:

$$\frac{0,69}{0,935} 1,48 = 1,09.$$

Demgegenüber stellt sich für die Messung auf der Giovi-Linie und für die Gotthardbahn-Berechnung von Kando das Arbeitsverhältnis *am Fahrdrabt* bei Nichtberücksichtigung der Rückgewinnung auf:

$$\frac{47,5}{31,0} = 1,53.$$

Mein Hinweis auf die mangelhafte Uebereinstimmung der Energieverbrauchszahlen am Fahrdrabt bei der Giovi-Linie¹⁾ und bei der Gotthardbahn ist daher sehr wohl gerechtfertigt.

2. Wirkungsgrad der Giovi-Lokomotive.

Dass für die Giovi-Linie mit ihrem gleichmässigen Längenprofil ein hoher Lokomotivwirkungsgrad resultiert, ist ohne weiteres verständlich. Auf Grund des vorliegenden Materials, das sich auf die Veröffentlichung der Energie-

¹⁾ In der Fussnote auf Seite 91 kommt Herr von Kando auf das Verhältnis des Anhäng- und Gesamtzuggewicht zu sprechen und übersieht dabei, dass hier vielmehr die beim praktischen Betrieb zu erwartende Fahrordnung als die Steigung den Ausschlag ergibt. Bei der Giovi-Linie z. B. ist pro Zug aus der Steigung ein Verhältnis des Gesamtzuggewichts zum Anhänggewicht von $\frac{500}{380} = 1,32$ zu erwarten, während sich zufolge der Fahrordnung dieses Verhältnis im praktischen Betrieb zu 1,45 und mehr ergibt.

¹⁾ Band I.X, Seite 127 und 146.

verbrauchsnummer durch *P. Verole* stützt, habe ich soeben für eine Hin- und Herfahrt eine Ziffer von 93,5% ermittelt.

Wenn jedoch Herr v. Kando bemerkt: „Demgegenüber rechnet Herr Kummer, falls Einphasenstrom auf der Gotthardbahn zur Verwendung kommen soll, mit Wirkungsgraden von 68 bis 78%“, so ist zu antworten, dass bei den Triebfahrzeugen der Gotthardbahn mit einem Verhältnis $\frac{\text{Mittelzugkraft}}{\text{Normalzugkraft}}$ von 0,20 im Durchschnittsverkehr und von 0,23 im Maximalverkehr gerechnet werden musste, während bei der Giovi-Linie dank dem günstigen Längenprofil dieses Verhältnis fast immer in der Gegend von 1 liegt, solange die Lokomotive überhaupt unter Strom ist. Bei der Gotthardbahn ist dieses Zugkraftsverhältnis trotz des Betriebes mit verschiedenen Geschwindigkeiten auf den verschiedenen Steigungen vorwiegend durch das stark wechselnde Längenprofil beeinflusst, dann aber auch dadurch, dass in der massgebenden Betriebszeit berücksichtigt ist, es müssten zur Erreichung höchster Betriebssicherheit die Triebfahrzeuge, bzw. ihre Transformatoren, zwecks fortwährender Dienstbereitschaft sich auch auf den Haltestellen und auch bei der Talfahrt auf grossen Gefällen andauernd unter Strom befinden.

Zu den Aussetzungen Kandos an meiner Bewertung der Ergebnisse der Abnahmeprobe im Giovi-Kraftwerk vom 10. bis 14. Januar 1911 habe ich Folgendes zu bemerken. Die von mir aufgeführten Energien sind im Protokoll jener Proben ausdrücklich als an die Fernleitungen abgegebene bezeichnet („Energia erogata sulle linee“) und sind mittels anderer Messinstrumente (nämlich Thomson-Zähler) ermittelt, als die aus Registriersteifen erhaltenen Energien ab Generator клемmen („Erogazione totale di energia, compresa quella per i condensatori della turbina e per servizi accessori d' officina“). Ein Stück eines solchen Registriersteifens ist nach *P. Verole* in Abbildung 5 meines Vortrages (Seite 149 von Band LIX) ersichtlich. Die von mir aufgeführten Energien enthalten somit den zu konstant 182 kw ermittelten Verbrauch der Nebenbetriebe des Kraftwerks nicht; dagegen enthalten sie selbstverständlich den Verbrauch der Unterstationen. Ob Rivarolo, über das das Protokoll im Gegensatz zu den andern Unterstationen keine Messungen auführt, zu- oder abgeschaltet war, konnte ich nicht herausbekommen. Der Bemerkung Kandos, dass bei den Proben die talfahrenden Züge nur zurückkehrende (pro Zug durchschnittlich 3,3) Lokomotiven, dagegen keine leeren Lastwagen enthielten, muss ich nach nochmaliger Einsicht in das Protokoll nunmehr beistimmen und ein Versehen meinerseits anerkennen. Zieht man die entsprechenden *tkm* ab, macht man aber andererseits auch am Energieverbrauch den durch eine Korrektur wegen Rivarolos allfällig berechtigten Abzug, dann ändern sich in den Ziffern für den Verbrauch pro *tkm* Zähler und Nenner prozentual ungefähr um gleichviel, sodass dann ungefähr wieder die von mir aufgeführten Werte herauskommen. Da ich übrigens aus diesen Proben die in bezug auf Wirkungsgrade und Rückgewinnung massgebenden Schlussfolgerungen nicht gezogen habe, auf sie vielmehr nur wegen des charakteristischen Diagrammes eingetreten bin, so ist diese Erörterung gar nicht wesentlich.

3. Wirkungsgrade der Uebertragung beim elektrischen Betrieb der Giovi-Linie.

Herr von Kando wirft mir vor, ich hätte kritiklos die höchste Zahl für den Kraftverbrauch und die niedrigste für die Rückgewinnung verwendet. Materiell ist hier Folgendes zu sagen. In bezug auf den Verbrauch eines bergfahrenden Zuges von 500 t mit 470 *kwstd* am Fahrdrabt gehen wir ja einig.¹⁾ Für den entsprechenden Verbrauch im Kraftwerk habe ich in Uebereinstimmung mit *P. Verole* und mit

¹⁾ Auf Grund des Lokomotivwirkungsgrades und der Angabe der Verluste im Anlassrheostat hat Kando in seiner Einsendung auch eine Ziffer von 480 *kwstd* berechnet, die sich übrigens bei Einbeziehung der von Kando vernachlässigten Beschleunigungsarbeit auf 490 *kwstd* erhöht.

dem Abnahmeprotokoll die Zahl 584 *kwstd* als richtig¹⁾ angenommen, während Kando die aus dem Registrierdiagramm von *L. Santoro* und *G. Calzolari* resultierende Zahl von 550 *kwstd*, die er weiter auf 535 *kwstd* reduziert, für richtig hält. Es bietet nun keine Schwierigkeit, auf Grund der massgebenden, konstruktiven Daten über Leistungen und Unterstationen, für den bergfahrenden Zug die zwischen Kraftwerk und Lokomotiven auftretenden Verluste mit hinreichender Genauigkeit nachzurechnen. So finde ich rund 45 *kwstd* für den Verlust in den Leitungen (Primärleitungen und Fahrdrabtleitungen, beide doppelt aus Drähten von 8 mm) und rund 50 *kwstd* für die Leerlauf- und Kupfer-Verluste in drei Unterstationen (jede mit rund 50 kw Leerlauf in 3 Einphasen-Transformatoren von je 750 kw), insgesamt also 95 *kwstd*. Da damit:

$$470 + 95 = 565 \text{ kwstd}$$

als Verbrauch im Kraftwerk bei Ausserachtlassung von allerlei zusätzlichen Verlusten (unvollkommene Isolation usw.) hervorgehen²⁾, so ist für mich die Zahl 584 *kwstd* auch auf Grund kritischer Beurteilung richtig, also nicht nur auf Grund der Autorität von *P. Verole*, obwohl diesem als Mitglied der staatlichen Abnahmekommission doch sicher das Gewicht eines unabhängigen Sachverständigen zukommt. Was die Uebertragung zwischen Kraftwerk und Fahrdrabt im Falle der Rückgewinnung angeht, so entwickelt Kando (im nächsten Abschnitt) seine Ansicht dahin, dass verminderte Primärleitungsverluste und vermehrte Kontaktleitungsverluste sich ausgleichen. Demgegenüber halte ich dafür, dass gegenüber Betrieb ohne Rückgewinnung die rückgewonnene Energie, die sich nur im Niederspannungsnetz (3000 Volt) bewegt, mit dem mittlern zusätzlichen Kontaktleitungsverlust (5,5 *kwstd* bei Zügen von 500 t) behaftet, einfach in Abzug kommt. Da meine bezüglichen Annahmen von Kando nicht anerkannt werden, so tritt er auch auf meine weitem Rechnungen nicht ein und übersieht dabei *meine wichtigste Feststellung*, dass nämlich für den heutigen tatsächlichen Verkehr mit mehr bergfahrenden Zügen die massgebenden Ziffern von 67, bzw. 58 *wattstd/tkm* sich sowohl aus den Gesamt-Betriebsangaben von *A. Donati*, als auch aus den Einzelmessungen von *P. Verole* unabhängig und doch vollkommen übereinstimmend ergeben. Das kann doch gewiss als schlagender Beweis für die Richtigkeit der Zahlen von *P. Verole* angesehen werden, wenn im weitem eine Nachrechnung auf Grund von Einzelverlusten diese Zahlen ebenfalls bestätigt.

4. Rückgewinnung auf der Giovi-Linie.

Die Ausführungen des Herrn von Kando stützen sich auf die Zahl 215 *kwstd*, die sich aus Registrierdiagrammen nach *L. Santoro* und *G. Calzolari* in der *Zentrale* als Differenz der Arbeit eines bergfahrenden Zuges von 500 t und der Arbeit eines auf der Talfahrt rückgewinnenden, hin- und herfahrenden Zuges ergeben. Demgegenüber hat *P. Verole* die Arbeitsabgabe eines talfahrenden Zuges am *Fahrdrabt* auf 188,5 *kwstd* angegeben. Herr v. Kando steht auf dem Standpunkt, dass bei richtigen Betriebsanordnungen der Betrag der Rückgewinnung in der *Zentrale* und am *Fahrdrabt* praktisch gleich sei, sodass die Zahl 215 *kwstd* ohne weiteres auch am *Fahrdrabt* gültig sei. Unter dieser Voraussetzung bleibt doch zu erklären, wieso der Betrag der Arbeitsabgabe eines talfahrenden Zuges von dem einen Autor auf 188,5, von dem andern auf 215 *kwstd* angegeben werden kann, ohne dass man deswegen ohne weiteres grobe Betriebsfehler, wie zu frühes Ausschalten der rekuperierenden Motoren oder irrtümliches Anziehen der Backenbremsen anzunehmen braucht. Es sollen daher die Energien am

¹⁾ Die Abnahmekommission hat an den fünf Versuchstagen insgesamt 79 Bergfahrten für diese die Tagesmittelwerte von 617, 575, 583, 565, 603 *kwstd* in der *Zentrale* ermittelt. Alle fünf Vormittage ergeben den Durchschnitt von 592 *kwstd* pro Bergfahrt, alle fünf Nachmittage ergeben 584 *kwstd*, die von *P. Verole* als richtig angenommen werden.

²⁾ Bei mehreren Zügen auf der Strecke kann der Verbrauch pro Zug kleiner sein; gerade das trifft aber für das mitgeteilte Diagramm nicht zu.

Radumfang in Betracht gezogen werden. Der mittels Rückgewinnung arbeitende, talfahrende Zug verfügt über eine disponible Gefällsarbeit von 135,5 Millionen *mkg*, von der 26 Millionen *mkg* zur Ueberwindung der Rollarbeit und eine der Beschleunigungsarbeit von 4 Millionen *mkg* praktisch ungefähr gleiche Arbeit beim Anhalten als Reibungsarbeit in den Bremsklötzen²⁾ vernichtet werden, der Rest, d. h.

$$135,5 - (26 + 4) \cdot 10^6 \text{ mkg} = 105,5 \cdot 10^6 \text{ mkg}$$

kann theoretisch bei normaler und voller Geschwindigkeit zurückgewonnen werden. In Wirklichkeit geht die Energieumsetzung so vor sich, dass zunächst der talfahrende Zug beim Anfahren eine von der elektrischen Energieversorgung als „Vorschuss“ abgegebene Energie aufnimmt, die am Radumfang 4 Millionen *mkg* beträgt, womit er seine Gesamtenergie auf 139,5 Millionen *mkg* erhöht; von dieser werden dann auf der weitem Fahrt 26 + 4 Millionen *mkg* vernichtet und 109,5 Millionen *mkg* rekuperiert; zieht man vom letztern Betrag den „Vorschuss“ von 4 Millionen *mkg* ab, so kommt man wieder auf den theoretischen Nettogewinn von

$$105,5 \cdot 10^6 \text{ mkg} = 287 \text{ kwstd.}$$

Beträgt nun die Energieabgabe am Fahrdrakt nach P. Verole 188,5 *kwstd*, dann wird auf den Lokomotiven verloren eine Arbeit von:

$$287 - 188,5 = 98,5 \text{ kwstd.}$$

Beträgt dagegen die Energieabgabe am Fahrdrakt nach Kando 215 *kwstd*, dann wird auf den Lokomotiven nur verloren eine Arbeit von:

$$287 - 215 = 72 \text{ kwstd.}$$

Auf der Talfahrt findet nun in den drei ersten Minuten die Anfahrt statt mit 23,5 *kwstd* Aufnahme vom Fahrdrakt und mit $4 \cdot 10^6 \text{ mkg} = 10,9 \text{ kwstd}$ Abgabe an den Radumfang; der entsprechende Verlust auf den Lokomotiven ist $23,5 - 10,9 = 12,6 \text{ kwstd}$. In den zwölf folgenden Minuten der Talfahrt werden

$$109,5 \cdot 10^6 \text{ mkg} = 299 \text{ kwstd,}$$

bezw. durchschnittlich etwa 1500 *kw* von dem Radumfang aufgenommen und in den vier parallelgeschalteten Motoren der zwei Lokomotiven bei dauernder Widerstands-Einschaltung in die Rotorstromkreise generatorisch umgesetzt. Dabei haben nach den von P. Verole veröffentlichten Motorkurven die Motoren mindestens 10 % Verluste und ein weiterer zunächst unbekannter Betrag geht in den Zusatzwiderständen verloren; die Motorverluste betragen in zwölf Minuten mindestens 30,4 *kwstd*. Ohne die Verluste in den Zusatzwiderständen haben wir somit reelle Verluste von bereits $12,6 + 30,4 = 43 \text{ kwstd}$. Die Verluste in den Zusatzwiderständen können nun in den weitesten Grenzen variieren, da je nach der Abnutzung der Bandagen der Triebräder die Abwicklung derselben eine verhältnismässig sehr ungleichmässige sein kann und für die Parallelschaltung ohne weiteres sehr bedenkliche Differenzen in der Umdrehungszahl und in der Stromabgabe der Drehstrommaschinen nach sich zieht, die nur durch Rotorwiderstände ausgeglichen werden können. Mit durchschnittlich 15 % Widerstandsverlusten, die in zwölf Minuten eine Energie von etwa 45 *kwstd* ausmachen, ist im Mittel jedenfalls zu rechnen. Zieht man also die in den Motorkurven nicht berücksichtigten Zapfenlager-Reibungen der Triebstangen der Lokomotiven noch nicht in Betracht, so kommt man schon zu Gesamtverlusten, die einen endgültigen Gewinn von nur $287 - 88 = 199 \text{ kwstd}$ ergeben und damit die Angabe von P. Verole einer Energieabgabe von 188,5 *kwstd* am Fahrdrakt als praktischen Mittelwert für viel glaubhafter erscheinen lassen, als die Angabe Kandos, bezw. die der Diagramme. Kommen nun bei einer solchen Talfahrt Bedienungsfehler, wie zu frühes Ausschalten der rekuperierenden Motoren oder irrtümliches Anziehen der Backenbremsen vor, dann ist die Ausbeute natürlich noch geringer. Die in meinem Vortrage (Fussnote 1 auf Seite 150 von Band LIX) ebenfalls erwähnten und einen ganzen Tag betreffenden Messungen von Santoro und Calzolari, die bei Einschluss der Strecke Campasso-Pontedecimo eine be-

sonders hohe Ausbeute der Rückgewinnung ergaben, bearbeitet Kando in der Weise, dass sich die Tages-Rückgewinnung von 3160 auf 5200 *kwstd* erhöht, wobei dann pro talfahrenden Zug der Gewinn gerade so hoch wird, wie er an Hand der Diagramme von Santoro und Calzolari ausgefallen wäre. Es ist doch höchst fraglich, ob man in einem praktischen Eisenbahnbetrieb einen ganzen Tag lang konstant ein absolutes und dazu noch so diskutierbares Maximum betriebsmässig erzielt!

5. Wirtschaftliche Ergebnisse der Stromrückgewinnung der Giovi-Linie.

Die für die Zukunft erwartete Ausbeute von 5000 zurückgewonnenen *kwstd* bewerte ich wirtschaftlich dahin, dass sie etwas mehr als gerade ausreichend ist, um während 24 Stunden den Leerlauf von Unterstationen zu decken, die bei einem geeigneteren und tatsächlich wirtschaftlichen Stromsystem überflüssig sind. Gewiss ist eine Ersparnis an Bremsklötzen, Radreifen und Zughaken wirtschaftlich ebenfalls in Rechnung zu ziehen. Andererseits muss dann aber auch eingerechnet werden, dass bei Verwendung der Rückgewinnung die Motoren wegen des Dauerbetriebes grösser sein müssen. Grössere Motoren erfordern aber ein grösseres Anlagekapital, der Dauerbetrieb bringt vermehrte Abnutzung, vermehrtes Altern. Das ist gewiss nicht zu vernachlässigen, wenn man andererseits den Gewinn an Bremsklötzen und dergl. in Rechnung stellt.

Was die Sicherheit des Betriebes angeht, so ist es erfreulich, dass auf der Giovi-Linie die zulässige Geschwindigkeit der Züge mit Rückgewinnung auf 45 *km/std* erhöht werden konnte. Für die Gotthardbahn wäre das aber ungenügend, da schon die gegenwärtigen Dampfzüge auf den grossen Steigungen mit 62 *km/std* bergab fahren. Ob die Zugsgeschwindigkeit bei Betrieb mit Rückgewinnung über 45 *km/std* hinaus erhöht werden kann, ohne dass die Betriebssicherheit leidet, ist jedoch zurzeit noch eine offene Frage.

Herr von Kando zitiert weiter meine Bemerkung über die von mir auf der Giovi-Linie beobachtete mehrfache Bespannung der Personenzüge und glaubt, ich wollte damit auf die Betriebssicherheit anspielen; aus der betreffenden Stelle meines Vortrags dürfte, wie mir scheint, doch deutlich hervorgehen, dass ich mit meiner Bemerkung zum hohen Verhältnisswert des Gesamtzugsgewichts zum Anhängengewicht einen Beleg liefern wollte.

6. Einphasen- versus Drehstrom.

Herr von Kando scheint nicht einsehen zu wollen, dass bei der Giovi-Linie, ob sie nun mittels Einphasen- oder mittels Drehstrom betrieben werde, die Zwischenelemente zwischen den für 15 000 Volt gewickelten Kraftwerksgeneratoren und den Lokomotivmotoren in gleicher Zahl, aber teilweise vertauschter Reihenfolge auftreten (Fernleitung, Kontaktleitung, Transformation bezw. Fernleitung, Transformation, Kontaktleitung). Andererseits handelt es sich aber beim Drehstrombetrieb um feststehende, in mehreren Unterwerken dislozierte Transformatoren, deren Leerlaufarbeiten den Betrieb dauernd belasten und im vorliegenden Fall den Profit der Rückgewinnung illusorisch machen, während beim Einphasenbetrieb die Transformatoren auf den für eine Fahrdraktspannung von 15 000 Volt gebauten Lokomotiven angeordnet würden, wobei ihre nur während der Fahrten auftretenden Verluste lediglich die Rheostatverluste von Drehstromlokomotiven (2,4 % auf der Giovi-Bergfahrt) ersetzen würden. Um die angebliche Inferiorität eines Einphasenbetriebes auf der Giovi-Linie darzutun, rechnet er wieder mit den Wirkungsgraden der Einphasenlokomotiven, die für die Gotthardbahn in Betracht fallen, obwohl er, an Hand der Resultate der Lötschbergbahn sich überzeugen könnte, dass die Einphasenlokomotive auf einer Linie wie die Giovi-Linie und übrigens auf jeder Linie der Drehstromlokomotive im Tagesmittel mindestens ebenbürtig ist.

Was dann Herr von Kando zur Systemfrage im allgemeinen, unter Bezugnahme auf unsere persönliche Aus-

²⁾ Das Abstellen mit Rekuperation bei kleinerer Geschwindigkeit in Kaskadenschaltung ist nicht ausgiebig genug.

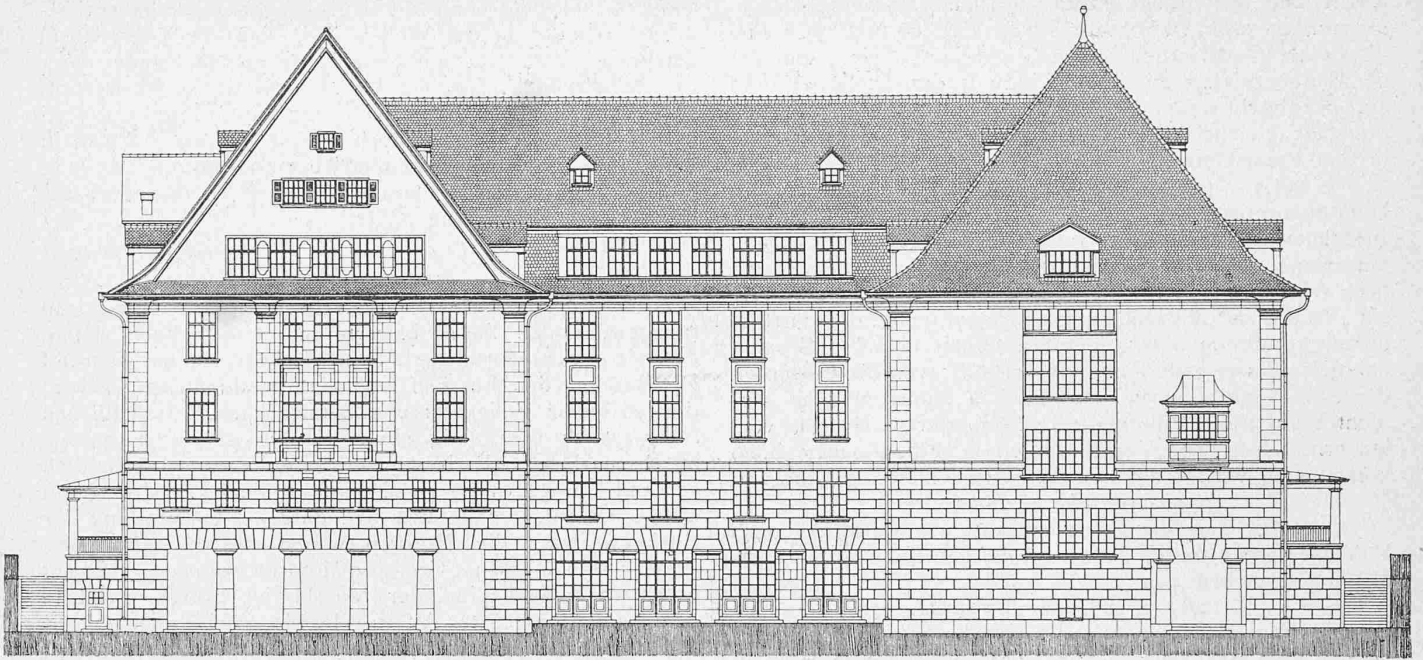


Abb. 7. Nordfassade des Heiligbergschulhauses in Winterthur. — Masstab 1:350.

sprache in Vado Ligure, vorbringt, ist dahin zu berichtigen, dass der grosse Vorteil hoher Kontaktdrahtspannungen, nicht nur im Falle von zur Linie nahe liegenden Kraftwerken, sondern stets vorhanden ist. Es liegt doch auf der Hand, dass ganz allgemein für eine Wechselstrombahn mit niedrigerer Fahrdrachtspannung die Transformations-Unterwerke näher aneinanderrücken und gleichzeitig zahlreicher und von kleinerer Kapazität werden müssen, wodurch die Anlage sowohl in Bezug auf den Bau als auch in Bezug auf den Betrieb unrationeller ausfällt.

Die Befürchtungen Kandos in Bezug auf den Uebergang von der Dampftraktion auf die elektrische Traktion bei der Gotthardbahn sind dahin zu beantworten, dass ja gerade Einphasen-Triebfahrzeuge bei passenden Transformatoren ohne weiteres für die Stromabnahme bei verschiedenen Fahrdrachtspannungen geeignet sind. Schwierige Strecken können daher ohne weiteres vorübergehend oder dauernd mit beliebig erniedrigter Spannung betrieben werden. Aus diesem Grunde bietet das Einphasensystem für eine allmähliche Elektrifikation der Gotthardbahn grössere Vorteile als das Drehstromsystem, da ja vielleicht schon Fahrleitungen für 3000 Volt, insbesondere zweipolige, in den Kehrtunnels in der Uebergangszeit nicht betriebssicher sind. Das Drehstromsystem enthält in seinen zwei Kontaktleitungen ein solches Mass konstruktiver und betriebstechnischer Nachteile, dass es in anderer Beziehung dem ja *ausschliesslich zur Vermeidung dieser Uebelstände ausge-*

bildeten Einphasensystem schon gewaltig überlegen sein müsste¹⁾, damit es heute, bei unvoreingenommener Stellungnahme, für normale Vollbahnen noch ernsthaft empfohlen werden könnte. Die italienische Drehstromtraktion ist eine Reminiszenz an die bedeutungsvolle Entwicklung des elektrischen Betriebes auf der Veltlin-Bahn, die ja auch, wie die Giovi-Linie, mit den Verdiensten und dem Namen Koloman von Kandos dauernd verknüpft ist.

Das Heiligbergschulhaus in Winterthur.

Architekten *Bridler & Völki*, Winterthur.

(Mit Tafeln 27 bis 30.)

Das Stadtbild von Winterthur hat in jüngster Zeit eine wesentliche Bereicherung erfahren in den die Anhöhen im Süden der Stadt krönenden neuen Schulhausanlagen auf dem Heiligberg. Auf luftiger Höhe thronend bilden sie für das südlich sich erstreckende Villenquartier einen würdigen Abschluss gegen die Stadt hin; vor allem aber bieten sie der Schuljugend in ihren weiten Räumen mit freiem Ausblick nach allen Seiten mit ihren sonnigen Spiel- und Turnplätzen einen geradezu idealen Aufenthalt.

Wir bringen, wohl auch den Besuchern der Generalversammlung der G. e. P. als freundliche Erinnerung, auf dieser und auf den folgenden Seiten sowie auf den Tafeln 27 bis 30 eine Darstellung des Schulhauses, der in der nächsten Nummer noch Angaben über die Turnhalle folgen sollen. Die beschreibenden Textworte entnehmen wir der Darlegung von Stadtrat *A. Isler* in Nr. 4 der „Blätter für Schul-Gesundheitspflege“ vom April d. J.

„Gestützt auf ein sorgfältig studiertes Bauprogramm kam Ende 1907 eine Plankurrenz²⁾ unter schweizerischen Architekten zum Abschluss. Diese zeigte kein nach jeder Richtung befriedigtes Projekt und die Schulhausbaukommission übertrug die weitem Planstudien der in Winterthur ansässigen Architektenfirma *Bridler & Völki*, die mit ihrem Konkurrenzprojekt in der engsten Wahl gestanden hatte. Die Behörde konnte sich jedoch nicht entschliessen, die auf 1 641 480 Fr. berechnete Bausumme von der Gemeinde zu verlangen. Eine abgeänderte Vorlage mit dem reduzierten Voranschlag von 1 274 400 Fr. konnte schon am 8. November 1908 der Gemeinde vorgelegt werden, und sie fand allgemeine Zustimmung. Das Bauprogramm nahm die

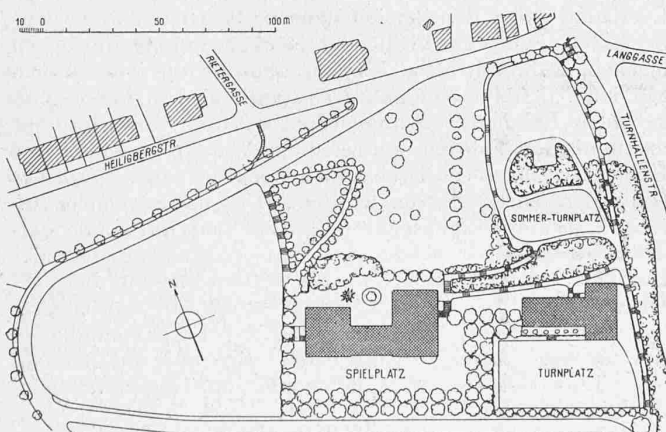


Abb. 1. Lageplan von Schulhaus und Turnhalle. — 1:3000.

¹⁾ Was aber eben nicht der Fall ist!

²⁾ Darstellung des Ergebnisses in Bd. LI, S. 178, 204 bis 209.