

Zeitschrift:	Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber:	Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band:	53/54 (1909)
Heft:	6
Artikel:	Seebach-Wittingen: technische und wirtschaftliche Ergebnisse der elektrischen Traktions-Versuche
Autor:	Kummer, W.
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-28193

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: 24.01.2026

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

Herrn Hottinger über Heizung und Lüftung von Schulhäusern in Band LIII Seite 284 u. ff, der Schweizerischen Bauzeitung).

Die beiden Turnhallen nehmen die ganze Ostseite des Bauplatzes ein und verdecken mit ihren ziemlich hohen Dächern die nicht sehr schönen Hinterfassaden und Grenzgiebel der Häuser an der Kleinhüninger- und an der Ackerstrasse. Zwischen den beiden Turnhallen ist ein Umkleideraum angeordnet mit anstossenden Räumen für Aborte und Brauseeinrichtung. In einem der Turnhallen mit dem Hauptbau verbundenen Gebäudeteil befindet sich die Abwartwohnung; sie enthält fünf Zimmer, Küche, Bad und sonstige Zubehör. Der Raum zwischen den Turnhallen und dem Verbindungsgang einerseits sowie der Abwartwohnung und der offenen Halle anderseits ist als Turnplatz verwendet, während der ganze übrige Hofraum als Spielplatz dient. Die Mitte des letzteren nimmt ein grosser vierseitiger, von vier Föhren umstandener Brunnen ein. Für die übrige Hofbepflanzung sind sieben verschiedene einheimische Baumarten gewählt worden; sie dienen gewissermassen als Anschauungsmaterial.

Als Baumaterial ist für den Untersockel Granit, für die übrige Steinhauerarbeit Othmarsinger Muschelkalkstein verwendet worden. Die Wandflächen sind rauh verputzt, die Dächer mit Nasenziegeln gedeckt.

Die Kosten der ganzen Anlage einschliesslich des Mobiliars und des Beitrags an die Strassenerstellung sind auf 930 000 Fr. berechnet; der Bauplatz hat rund 123 500 Fr. gekostet, sodass sich die Gesamtkosten erheblich über eine Million Franken stellen.

Das Äussere des Schulhauses und der Turnhallen, überhaupt der ganzen Baugruppe ist in sehr einfachen Formen gehalten. Ein gewisser Reichtum ist nur an den Portalen entfaltet. Unsere Abbildungen 1 bis 14 auf den Seiten 77 bis 82 sowie die beigegebene Tafel VIII lassen den vornehm schlichten, seiner Bestimmung glücklich angepassten Charakter der Baute erkennen, die nur durch die ruhige Gruppierung der einzelnen Bauglieder wirkt und ihre Zweckbestimmung anspruchslos, aber deutlich zum Ausdruck bringt, sodass wir Basel zu der neuen Zierde, die es in diesem Schulhaus erhalten hat, beglückwünschen können.

Seebach-Wettingen

Technische und wirtschaftliche Ergebnisse der elektrischen Traktions-Versuche.

Von Dr. W. Kummer, Ingenieur.

(Fortsetzung.)

Auch zur *Erforschung der charakteristischen Konstanten von Wechselstrombahn-Leitungsanlagen* gaben die Versuche von Seebach-Wettingen reichlich Anlass. Besonders wurde eine eingehende Erforschung des Spannungsverlustes in den Schienen schon zu Beginn des Versuchsbetriebes in Aussicht genommen und hat ja auch, wie aus dem veröffentlichten Vortrag von Direktor E. Huber¹⁾ zu entnehmen ist, die Rücksichtnahme auf die in den Schienen auftretenden Spannungsverluste gleich von vorne-

¹⁾ Schweiz. Bauzeitung, Band XXXIX, S. 107 ff.

Abb. 4 und 6.

Erstes und drittes Obergeschoss.

Masstab 1 : 800.

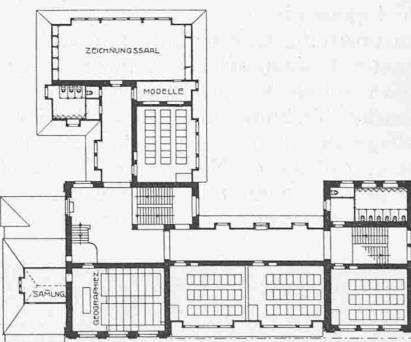
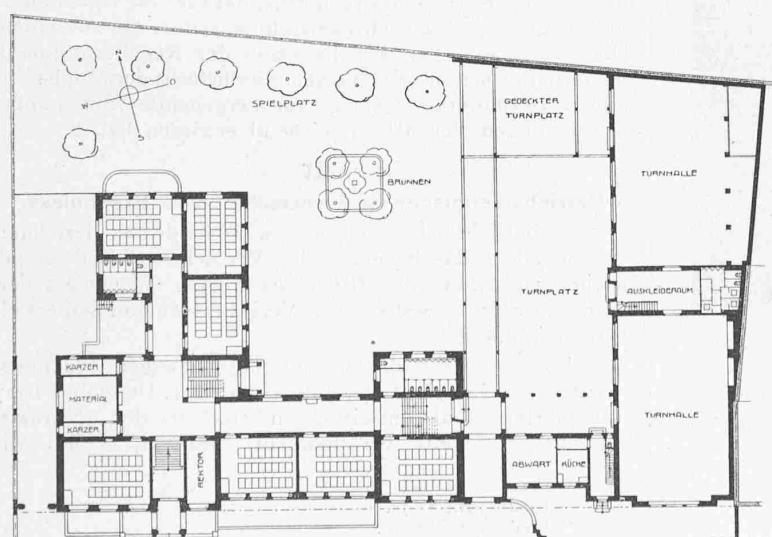
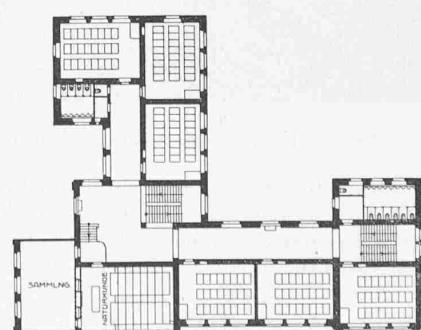


Abb. 3 und 5.

Erdgeschoss und zweites Obergeschoss.

Masstab 1 : 800.



herin für die Wahl einer niedrigen Periodenzahl bestimmt gewirkt. Im Zusammenhang schon mit den ersten diesbezüglichen Messungen wurde dann auch von der Maschinenfabrik Oerlikon ein eigenes System zur Kompensation des Spannungsverlustes in den Leitungsanlagen von Wechselstrombahnen ausgearbeitet und in der Fachpresse¹⁾ eingehend behandelt.

Mit der fortschreitenden Ausdehnung des Versuchsbetriebes wurden auch die Messungen über Spannungsverlust und Effektverlust in den Leitungsanlagen und insbesondere im Geleise fortgesetzt. Die erhaltenen Ergebnisse sind mit denjenigen anderer Betriebe in Uebereinstimmung; es sei auf bezügliche Veröffentlichungen²⁾ hingewiesen.

Die technischen Ergebnisse der *Ausbildung neuer und besonderer Einphasen-Motortypen* für schweren Bahnbetrieb und im Zusammenhang damit der Weiterentwicklung der Antriebsanordnungen bei elektrischen Lokomotiven dürfen unstreitig als sehr bedeutungsvoll für die Entwicklung geeigneter Lokomotivbauten, nicht nur für die elektrische Traktion mittels Einphasenwechselstrom, sondern für die elektrische Traktion überhaupt bezeichnet werden. Die grundlegenden Prinzipien, welche für die Maschinenfabrik Oerlikon bei diesen Neuerungen bestimmt waren, sind in der bereits genannten Arbeit von Dr. Behn-Eschenburg³⁾ einlässlich behandelt; die Bedeutung, welche den anlässlich

seinerzeit in der „Schweizerischen Bauzeitung“ übrigens schon zum Ausdruck gebracht worden.⁴⁾

Weiter ergaben sich sehr wertvolle *Abklärungen hinsichtlich der Bauformen von Stromzuführungsanlagen*. Wie eingangs erwähnt²⁾, diente für die ersten Traktionsversuche ausschliesslich eine, für die Anwendung des unter dem Namen „Oerlikon-Rute“ bekannten

Stromabnehmers ausgebildete, Stromzuführungsanlage, die sich für alle in Betracht fallenden Rutenstellungen so lange vorzüglich eignete, als nur mässige Geschwindigkeiten (40 bis 50 km/std) in Betracht kamen; bei der Weiterführung der Versuche zeigte es sich dann, dass für Geschwindigkeiten von über 50 km/std nur noch die vertikale Rutenstellung brauchbar ist, deren allgemeine Verwendbarkeit unlängst infolge der durch behördliche Vorschriften neu festgelegten Minimalhöhe für die Kontaktleitungen elektrischer Bahnen eine weitere erhebliche

Einschränkung erfahren hat ihr heutiges Anwendungsgebiet liegt daher nur noch bei elektrischen Kleinbahnen und Spezialbahnen. Wir möchten diesbezüglich an die in diesem Blatte unlängst beschriebene Bahn im Maggia-Tal⁵⁾ erinnern. Demgegenüber hat sich bei der Anlage Seebach-Wettingen die Bögelleitung mit Vielfachaufhängung auf der von den Siemens-Schuckertwerken ausgerüsteten Teil-Strecke als universell verwendbar erwiesen.

Hinsichtlich der *Arbeitsweise der „Wechselstrompuffierung“* zeigte der Versuchsbetrieb Seebach-Wettingen Resultate, denen einstweilen eine wissenschaftliche Bedeutung noch nicht beigemessen werden darf, indem das bezügliche Beobachtungsmaterial noch nicht verwertet worden ist. Von allgemeiner technischer Bedeutung ist dagegen die im Betriebe gewonnene Erkenntnis, dass für die Spannungsänderungen der Gleichstrommaschinenseite⁴⁾ die von einem Thury-Regulator gebotene Präzision der Regulierung dank der verhältnismässig hohen Unempfindlichkeit der Einphasen-Kommutatormotoren gegen vorübergehende Spannungsschwankungen sich als ausreichend erwiesen hat.

III.

Betriebstechnische und wirtschaftliche Ergebnisse.

In betriebstechnischer und wirtschaftlicher Beziehung ist vor allem das Ergebnis des Versuchsbetriebes zu beurteilen auf Grund der *Betriebsleistungen*, die gemäss den auf dieser Strecke bestehenden Verkehrsverhältnissen erzielt werden konnten.

Die vor der Aufnahme des regelmässigen Traktionsdienstes der S. B. B.-Züge, d. h. vor dem 1. Dezember 1907 ausgeführten Traktionsleistungen sind in der „Schweiz. Bauzeitung“ bereits veröffentlicht⁶⁾ worden, sodass wir

¹⁾ E. T. Z. 1904, S. 311.

²⁾ E. T. Z. 1907, S. 620 ff. The El. Journal 1908, S. 631.

³⁾ E. T. Z. S. 925 ff. und Elektr. Kraftbetriebe und Bahnen 1908,

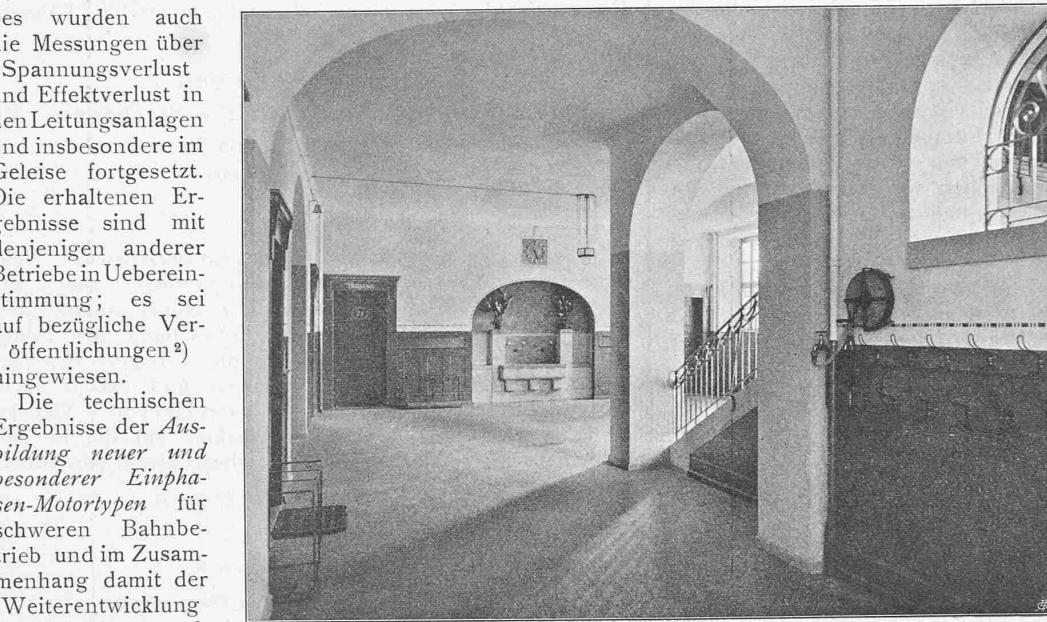


Abb. 12. Vorplatz im Erdgeschoss.

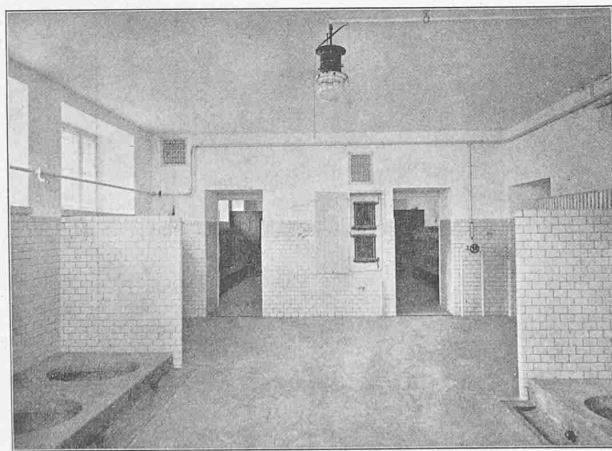


Abb. 11. Baderaum und Ankleidezimmer im Kellergeschoss.

der Elektrifizierung von Seebach-Wettingen geschaffenen Typen von Triebmotoren und Triebwerken für elektrische Eisenbahnfahrzeuge neben den bisherigen andern bezüglichen Konstruktionen zuerkannt werden muss, ist von uns

⁴⁾ Band LII, S. 245, 265, 288.

⁵⁾ Band XLIII, S. 79.

⁶⁾ Band LI, S. 60, 70.

⁷⁾ Band LI, S. 189.

⁸⁾ Bd. L I Seite 258.

hierauf nicht mehr einzutreten brauchen. Für die vom 1. Dezember 1907 bis 3. Juli 1909 ausgeführten Traktionsleistungen bildeten wir auf Grund der uns von der Maschinenfabrik Oerlikon zur Einsicht überlassenen monatlichen Rapporte die folgende Zusammenstellung (siehe Tabelle I), für die wir die gesamte Betriebsdauer der Ver-

einer besondern Behandlung der Betriebsperiode vom 19. März bis 3. Juli 1909 ruft, während welcher einzige die Lokomotiven No. I und II benutzt wurden.

Zu diesen Zusammenstellungen sind die folgenden Bemerkungen anzubringen: Als «Bruttotonnen» wird bezeichnet das gesamte Zugsgewicht einschliesslich des Lokomotivgewichts; weiter stützt sich die

„Kilometer“-Bezeichnung, unter Berücksichtigung der Rangierleistungen, auf eine Streckenlänge von 20 Kilometer, während die effektive Länge der Strecke Seebach-Wettingen nur 19,45 km beträgt. Als Lokomotivgewichte wurden benutzt: 40 Tonnen für jede der Lokomotiven I und II und 65 für die Lokomotive III bei Einbau von 3 Motoren; mit dem Einbau des vierten Motors stieg das letztere Lokomotivgewicht auf 68 Tonnen.

Hinsichtlich der Ungleichförmigkeiten in den aus den gemessenen Energiemengen berechneten *Werten des Stromverbrauchs* pro Zugskilometer und Tonnenkilometer sind folgende Erläuterungen notwendig: Sowohl die Einphasenenergie, als auch die Drehstromenergie wurden in der Umformestation mittels Elektrizitätszähler bestimmt, und zwar die Drehstromenergie an den Drehstrom-Sammelschienen der Umformestation und die Wechselstromenergie auf der Hochspannungsseite der Transformatoren unter Zuhilfnahme eines besondern Messtransformators für 1500 Volt und 15 Perioden. Der Verbrauch an Einphasenenergie erreicht pro Zugskilometer sein Minimum während derjenigen Periode, in welcher die schwere Lokomotive III nicht benutzt, und sein Minimum pro Tonnen-

kilometer während derjenigen Periode, die durch den stärksten Verkehr gekennzeichnet ist. Als Mass für die Verkehrsdichte kann der aus den Grössen Bruttotonnenkilometer und Zugskilometer gebildete Quotient gelten, den

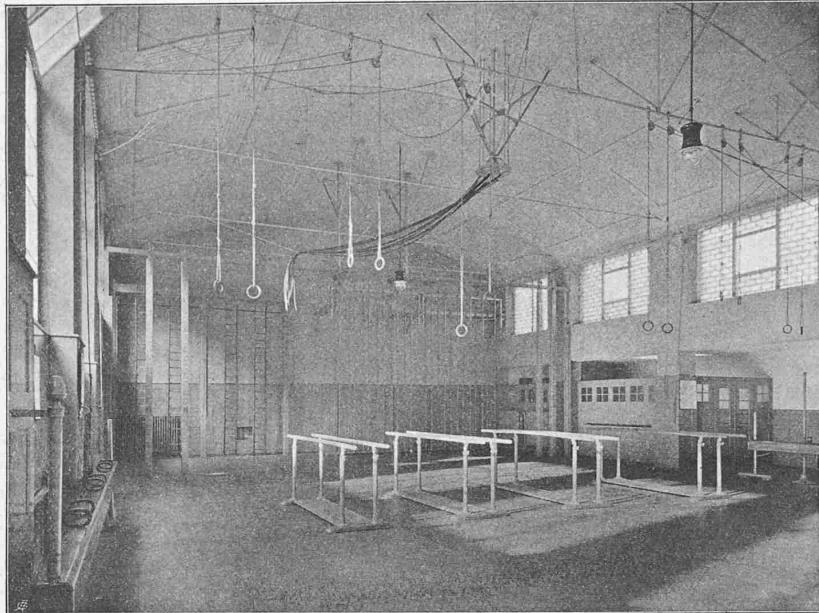


Abb. 13. Innenansicht der Turnhalle.

suche in vier Perioden eingeteilt haben; nämlich:

Periode I: Die fünf Wintermonate vom 1. Dezember 1907 bis 30. April 1908.

Periode II: Die fünf Sommermonate vom 1. Mai 1908 bis 30. September 1908.

Periode III: Die Betriebszeit vom 1. Oktober 1908 bis 15. Januar 1909.

Periode IV: Die Betriebszeit vom 19. März 1909 bis 3. Juli 1909.

Die Berechtigung dieser Einteilung ergibt sich auf Grund der folgenden Erwägungen: Für die Betriebszeit vom 1. Dezember 1907 bis 30. Sept. 1908 liegt eine vollständige Statistik der Betriebsausgaben vor, die wir in der Folge benutzen werden, und deren Unterteilung in zwei gleiche Perioden entsprechend den verschiedenen Fahrordnungen des Winter- und Sommerhalbjahres naheliegt. Der 15. Januar 1909, mit dem die durch Unterhandlungen zwischen den S. B. B. und der Maschinenfabrik Oerlikon begründete und bereits erwähnte längere Betriebspause einsetzt, ist gleichzeitig das Datum für die Ausserbetriebssetzung der Lokomotive III; dass diese infolge ihres gegenüber den Lokomotiven I und II um rund 50 % höheren Eigengewichtes, das nicht durch die Verkehrverhältnisse der Strecke begründet ist, den Stromkonsum unvorteilhaft beeinflussen könnte, ist eine naheliegende Vermutung, die

Betriebsperiode	Brutto- km	Zugs-km	Mittleres Brutto-Zugsgewicht	Verbrauch an Einphasenstrom			Verbrauch an Drehstrom		
				Total	pro Zugs-km	pro tkm	Total	pro Zugs-km	pro tkm
				kwsdt	Wattstd.	Wattstd.	kwsdt	Wattstd.	Wattstd.
I: 1. Dezember 1907 bis 30. April 1908	4 486 180	35 320	127	140 850	3988	31,4	404 150	11 443	90,1
II: 1. Mai 1908 bis 30. September 1908	5 912 530	41 992	141	166 866	3973	28,2	422 400	10 057	71,4
III: 1. Oktober 1908 bis 15. Januar 1909	3 779 960	29 278	129	121 773	4159	32,2	268 841	9 182	71,1
IV: 1. März 1909 bis 3. Juli 1909	2 526 220	23 120	109	81 442	3523	32,2	148 325	6 415	58,7
Im Ganzen	16 704 890	129 710	128	510 931	3939	30,5	1 243 716	9 589	74,5



Abb. 14. Zeichnungssaal.

Tabelle I: Betriebsleistung und Stromverbrauch.

Betriebsperiode	Brutto- km	Zugs-km	Mittleres Brutto-Zugsgewicht	Verbrauch an Einphasenstrom			Verbrauch an Drehstrom		
				Total	pro Zugs-km	pro tkm	Total	pro Zugs-km	pro tkm
I: 1. Dezember 1907 bis 30. April 1908	4 486 180	35 320	127	140 850	3988	31,4	404 150	11 443	90,1
II: 1. Mai 1908 bis 30. September 1908	5 912 530	41 992	141	166 866	3973	28,2	422 400	10 057	71,4
III: 1. Oktober 1908 bis 15. Januar 1909	3 779 960	29 278	129	121 773	4159	32,2	268 841	9 182	71,1
IV: 1. März 1909 bis 3. Juli 1909	2 526 220	23 120	109	81 442	3523	32,2	148 325	6 415	58,7
Im Ganzen	16 704 890	129 710	128	510 931	3939	30,5	1 243 716	9 589	74,5

wir als den Begriff „mittleres Brutto-Zugsgewicht“ in die Tabelle aufgenommen haben.

Bemerkenswert ist nun eine Gegenüberstellung der aus der obigen Tabelle sich ergebenden Verbrauchsziiffern an Einphasenenergie ab Umformerstation und der im Jahre 1906 ermittelten und von uns damals veröffentlichten Messergebnisse auf der Lokomotive No. II; für diese Gegenüberstellung reproduzieren wir hier in untenstehender Abbildung 1 die bezügliche Schaulinie, welche für die Lokomotive No. II den Wattstundenverbrauch pro Tonnenkilometer in Abhängigkeit vom Gesamtzugsgewicht darstellt.

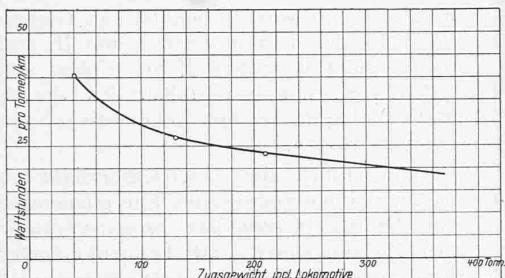


Abb. 1.
(Siehe
Bd. XLVIII,
Seite 159
bis 162.)

Es steht ausser Zweifel, dass die Lokomotive I, soweit messbar, denselben Verbrauch wie Lokomotive II haben wird. Wenn wir somit aus unserer obigen Tabelle I für die vierte Betriebsperiode, in welcher einzig die Lokomotiven No. I und II verkehrten, für das mittlere Gesamtzugsgewicht von 109 Tonnen einen Verbrauch von 32,2 Wattstd. pro tkm entnehmen und anderseits aus der Abbildung für dasselbe Zugsgewicht einen solchen von etwa 28 Wattstd. pro tkm, so würde unter Voraussetzung, dass die Instrumentalfehler des Zählers, sowie die ungleichmässige Inanspruchnahme der Lokomotiven und die Ungleichmässigkeiten im Längenprofil der Gesamtstrecke gegenüber der Versuchsstrecke von 1906 vernachlässigt werden dürfen, der Anteil der Energieverluste in der Energieverteilungsanlage im Mittel auf $100 \cdot \frac{32,2 - 28}{28} = 15\%$ ermittelt werden können; wir möchten jedoch ausdrücklich bemerken, dass dieser Rechnung keine andere Bedeutung, als die einer rohen Ueberschlagsrechnung zukommt.

Zum Verbrauch an Drehstromenergie, der im Vergleich mit dem Verbrauch an Einphasenenergie unerwartet hoch ist, muss bemerkt werden, dass dieses Ergebnis namentlich durch die schlechte Ausnutzung der Umformerstation infolge der geringen täglichen Zugszahl begründet ist. Dass man für die Umformerstation mit Ausnahme der Gleichstromgeneratoren für die Akkumulatoren-Pufferung nicht neue, sondern vorhandene und notdürftig umgewickelte alte Maschinenmodelle verwendete, worüber sich jeder Besucher der Anlage auf den ersten Blick überzeugen konnte, hat natürlich auf den Energieverbrauch auch nicht vorteilhaft eingewirkt. Bemerkenswert ist weiter die stetige Abnahme im Drehstromenergieverbrauch pro Zugskilometer und pro Tonnenkilometer. Als Grund hierfür entnehmen wir den Monatsrapporten der Leitung des Versuchsbetriebs, dass zunächst zum Zwecke der Ausprobierung der Pufferanlage eine sehr bedeutende Inanspruchnahme der Pufferbatterie erfolgte. Im Verlaufe der Versuche wurde dann die Inanspruchnahme der Batterie nicht nur einseitig für die Abflachung der Belastungsspitzen, sondern namentlich auch zur Erzielung günstigerer Verbrauchsziiffern im Drehstromnetz geregelt, woraus sich die stetige Abnahme des spezifischen Drehstromverbrauchs hinreichend erklärt.

Hinsichtlich des *Stromverbrauchs* hat demnach der Versuchsbetrieb verhältnismässig sehr günstige Werte im Einphasennetz, dagegen verhältnismässig sehr ungünstige Werte im Drehstromnetz gezeigt. Selbst wenn auch der Drehstrom zu günstigerem Einheitspreise verfügbar gewesen wäre, musste damit eine hohe Ausgabe für die Energiebeschaffung unabwendbar erscheinen. Fatalerweise war es nun der Maschinenfabrik Oerlikon im Weiteren auch nicht möglich, sich billigen Drehstrom für den Betrieb der Bahn-Umformungsanlage zu beschaffen, sondern sie war genötigt, die hierzu erforderliche Drehstromenergie aus einer besondern Dampfkraftanlage zu beziehen, für die von vorneherein ein wirtschaftliches Arbeiten nicht zu erwarten war. Dass die Stromkosten für die elektrische Traktion Seebach-Wettingen daher unverhältnismässig bedeutend ausfallen und den Hauptanteil der Traktionskosten ausmachen mussten, dürfte damit begründet sein.

Neben den laufenden *Personal- und Materialkosten* für die Umformerstation, die Leitungsanlage, den eigentlichen Fahrdienst und Unterhalt der Lokomotiven ist weiter für die Beurteilung der betriebstechnischen und wirtschaftlichen Ergebnisse des Versuchsbetriebes von besonderer Bedeutung die Häufigkeit der vorgekommenen Störungen und deren Konsequenzen für die Betriebsverhältnisse. Wie aus der nachstehend veröffentlichten Statistik (Tabelle II)

Tabelle II. Störungen des Versuchsbetriebes.

Betriebsperiode	Gesamtzahl	Zahl der Störungen	
		mit Zugverspätungen von über 10 Minuten	bei denen die Dampftraktion zu Hilfe genommen wurde.
I.	44	10	3
II.	24	4	4
III.	4	2	1
IV.	4	3	—
Im Ganzen	76	19	8

der in den Monatsrapporten beschriebenen Störungen zu ersehen ist, sind während des Versuchsbetriebs insgesamt 76 Störungsfälle vorgekommen. In einzelnen dieser Fälle machten sich die Störungen gleichzeitig für mehrere auf der Linie in Betrieb befindliche Züge geltend, sodass dieselben insgesamt Verspätungen erlitten bzw. mittels Dampflokomotiven befördert werden mussten. Die Einteilung der Störungen nach deren Ursprung ergibt folgende Tabelle III. Diejenige Störung, welche die grösste Zugszahl in Mitleidenschaft zog, wurde nicht durch eine dem

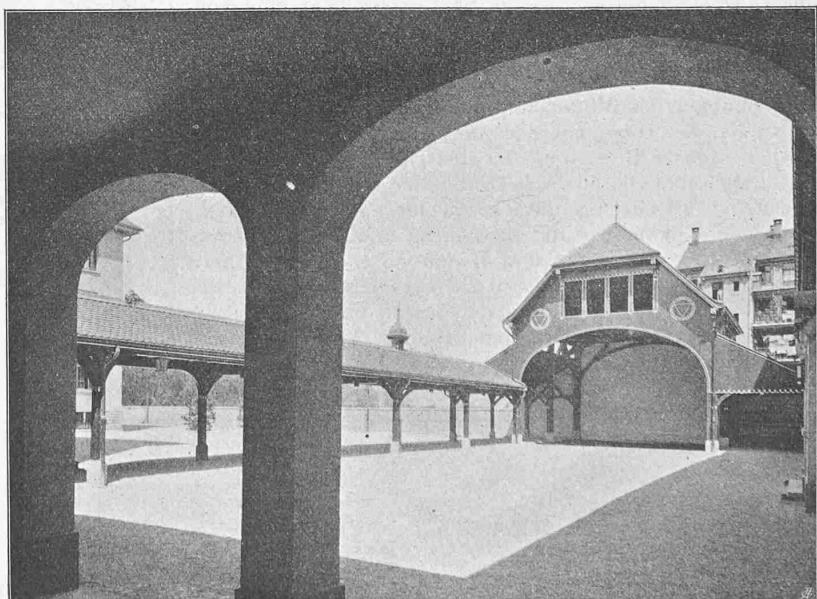


Abb. 9. Offener und gedeckter Turnplatz im Inselschulhaus.

Das Schulhaus an der Inselstrasse in Basel.

Architekt Hochbauinspektor Th. Hünerwadel.

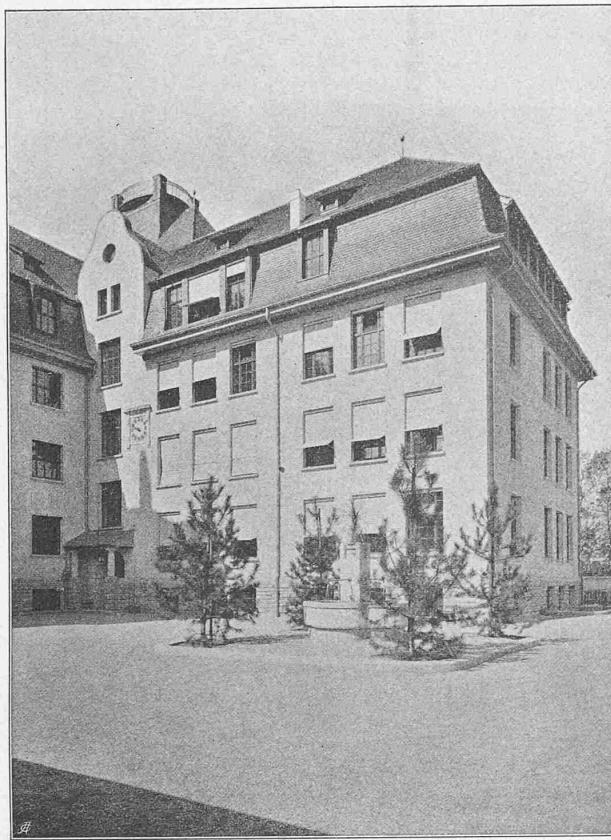


Abb. 10. Nördlicher Flügel. — Hofansicht.

Tabelle III. Ursprung der Störungen.

Betriebsperiode	Total	Zentrale	Leitung	Lokomotiven bezw. deren Personal	Anzahl der betroffenen Züge
I.	44	5	6	33	51
II.	24	9	2	13	29
III.	4	—	1	3	4
IV.	4	—	—	4	6
Im Ganzen	76	14	9	53	90

Betriebe zuzuschreibende Ursache, sondern durch den denkwürdigen Schneefall vom 23./24. Mai 1908 verursacht, wobei eine enorme Anzahl von durch Schneelast geknickten Bäumen oder Baumästen sich auf die Leitung legte; die betr. Störung ist in der obigen Statistik daher auch als eine solche der Leitung aufgeführt. (Schluss folgt.)

Neuerungen im elektrischen Antrieb von Fördermaschinen.

Die verhältnismässig erst spät erfolgte Anwendung des elektrischen Antriebs von Hauptschachtförderanlagen war veranlasst durch die Schwierigkeiten in der Steuerung der benötigten Antriebsmotoren grösster Leistung, sowie in den Rückwirkungen, die der Betrieb solcher Motoren auf das speisende elektrische Netz verursacht, da ja der Förderbetrieb einen intermittierenden Betrieb unangenehmster Art darstellt. Durch die Anwendung einer Speisung der Antriebsmotoren mittels besonderer Gleichstromquellen für den Anker und den Feldmagnet, derart, dass der Anker mit einem Gleichstrom regelbarer Spannung und der Feldmagnet mit einem Gleichstrom regelbarer Stromstärke betrieben werden, ohne dass grössere und verhältnismässig hohe Effekte verzehrende Widerstände zur Anwendung kommen müssen, ist es möglich, die Schwierigkeiten der Steuerung zu heben. Die bezügliche elektrische Schaltung ist unter dem Namen *Ward Leonard* bekannt geworden und ist u. a. auch s. Z. für den Betrieb von Lokomotivmotoren auf der Seebach-Wet-

tingen-Linie mit Erfolg verwendet worden. Die Einführung dieser Schaltung in die Technik des elektrischen Antriebs von Fördermaschinen erfolgte vor etwa sechs Jahren durch *Ilgner*, der weiter auch für die Beseitigung der Rückwirkungen der Fördermotoren auf das elektrische Kraftwerk ein vorzügliches Mittel anwendet, nämlich eine Schwungradzwischenmaschine, die als mechanischer Akkumulator zwischen dem Fördermotor und dem Kraftwerk funktioniert. Da das Kraftwerk mit Rücksicht auf die übrigen Betriebe für Drehstrom, der Fördermotor mit Rücksicht auf die Anwendung der Schaltung von *Ward Leonard* dagegen für Gleichstrom eingerichtet werden mussten, wurde die Schwungradmaschine naturgemäss zum Schwungradumformer.

Nach dem beschriebenen System konnte nun der elektrische Antrieb von Fördermaschinen erfolgreich mit dem früheren Dampfantrieb in Wettbewerb treten.

Die vorzüglichen wirtschaftlichen Erfolge des elektrischen Förderbetriebes haben dann auch wieder Verbesserungen in der Wirtschaftlichkeit der Dampfförderanlagen veranlasst, unter denen namentlich auch die Einführung von Wärmeakkumulatoren zur Verwertung des Abdampfs der Fördermotoren in Abwärmelektromaschinen zu nennen ist. Unbestritten ist der elektrischen Förderung jedoch der technische Erfolg der Erreichung höherer Fördergeschwindigkeiten und damit einer wirtschaftlicheren Ausnutzung auch der grossen Fördertiefen von 1000 und mehr Metern. Für die heute in den Bergwerken noch vorherrschenden geringen Tiefen von etwa 700 m ist die Frage jedoch zur Zeit noch unentschieden, ob die höhern technischen Eigenschaften zusammen mit dem zweifellos geringen Gesamteffektverbrauch der elektrischen Förderung nach *Ilgner* nicht durch die wesentlich höhern Anlagekosten dieser Betriebsart aufgewogen werden. Insbesondere ist es die Verwendung der umständlichen und schweren Schwungradumformer, die die Anlagekosten elektrischer Förderanlagen ungünstig beeinflusst.

Seitdem nun in den Kraftwerken der Bergwerke die Dampfturbinen mehr und mehr zur Anwendung gelangt sind, deren präzise Regulierfähigkeit sie auch für intermittierende Betriebe geeignet macht, hat es nicht an Stimmen gefehlt, welche die Anwendung von *Ilgner*-Umformern zur Vermeidung der Rückwirkung der Belastungsschwankungen des Förderbetriebs auf die Kraftwerke als unnötig erklärten. So hat Ingenieur *Pasching* vor drei Jahren in der „Schweizerischen Elektrotechnischen Zeitschrift“ vorgeschlagen, jedem nach der *Leonard*'schen Schaltung gespeisten elektrischen Fördermotor eine eigene Turbodynomo im Kraftwerk anzuweisen, die für den Effektausgleich ebenfalls mit einem Schwungrad ausgerüstet werden könnte. Der genannte Vorschlag ist unseres Wissens nie zur praktischen Ausführung gekommen; jedoch hat neulich der ihm innewohnende Gedanke eine fruchtbare Weiterentwicklung gefunden. Bedenkt man nämlich, dass auch schon das Schwungrad allein ein gewisses Anlagekapital veranlasst und seinerseits auch zu nicht zu unterschätzenden Luft- und Lager-Reibungsverlusten Anlass gibt, deren Vorhandensein den Wert der während der Verzögerungsperioden des Fördermotors zurückgewonnenen Arbeit erheblich beeinträchtigt, so wird man auch auf dieses Schwungrad noch verzichten, wenn die kraftspendende Dampfturbine einerseits höhere Ueberlastungen bei gleichmässig für alle mittleren und grösseren Belastungen kleinem Dampfverbrauch pro Pferdekraftstunde verträgt, und ihr anderseits eine gewisse Minimalbelastung unverändert erhalten werden kann.

Nach diesem Gesichtspunkt ist nun die von der *A.-G. Brown, Boveri & C°* unlängst erstellte, elektrisch betriebene Hauptschachtförderanlage auf Mauveschacht der konsolidierten Heinitzgrube in Beuten O.-S. ausgeführt worden. Die bei dieser Anlage für den Betrieb der Förderung dienende Dampfturbine ist einerseits mit einem konstant belasteten Drehstromgenerator von 1000 kw Dauerleistung und anderseits mit dem intermittierend belasteten Gleichstromgenerator für die nach der *Leonard*-Schaltung arbeitende elektrische Förderung gekuppelt; die Bedeutung dieses Förderbetriebs wird erläutert durch die Angabe, dass Nutzlasten von 7200 kg bei Seilgeschwindigkeiten von 10 m/sec. gefördert und stündlich 230 t Fördergut bei 770 m Fördertiefe bewältigt werden können. Zur Ermöglichung einer hohen Ueberlastbarkeit der Turbine bei Gewährleistung günstiger Dampfverbrauchszziffern, auch bei mittleren und kleinern Belastungen, ist eine Regulier-Einrichtung getroffen worden, welche die Turbine automatisch aus einer gewöhnlichen mehrstufigen Reaktionsturbine in eine Zwillingsturbine verwandelt. Durch das sogenannte Ueberlastungsventil, das nicht durch den Fliehkraftregler, sondern durch den Dampfdruck hinter dem gewöhnlichen Regelventil der Turbine beeinflusst wird, erfolgt bei ganz geöffnetem Regelventil eine Ueberleitung von Frischdampf auf eine der Zwischenstufen der Turbine. Diese Regulierung scheint sich bei den vorgenommenen Versuchen vorzüglich bewährt und sich auch konstruktiv durch die Ermöglichung eines verhältnismässig kleinen Gewichtes der Turbine vorteilhaft geäussert zu haben.