

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 49/50 (1907)
Heft: 21

Artikel: Die Schweizer. Eisenbahnen im Jahre 1906
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-26719>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 21.12.2024

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

brauch überschüssige Wasser aufnimmt und bei stärkerem Bedarf wieder abgibt, demnach in erster Linie als Ausgleichsreservoir dient. Der jeweilige Wasserstand im Reservoir wird im Kassaraum an einem Manometer angezeigt. Alles zu Badzwecken benutzte Wasser wird auf 40° C erwärmt. Das kalte Wasser gelangt von der städtischen Druckleitung in einen im Dachraum aufgestellten, ungefähr 1 m³ haltenden Behälter und erst von da zu den Verbrauchsstellen. Wannen- und Brausebäder haben leicht zu bedienende kräftige Mischgarnituren erhalten. Die Wäscherei besitzt einen besonderen Warmwasserapparat und ist im übrigen mit einem Gaswaschherd, einer Waschmaschine, einer Zentrifugaltrockenmaschine sowie den nötigen Waschtrognen ausgestattet.

Die Versorgung mit frischer Luft erfolgt für die Wasch- und Baderäume in der Weise, dass die Zuluft für die ersten direkt von aussen hinter die Heizkörper geführt, für letztere aber in besonderen Heizkammern vorgewärmt wird. Die verbrauchte Luft wird in beiden Fällen durch die um die gusseisernen Kesselkamine gruppierten Aspirationsabzüge über Dach befördert.

Die Baukosten betragen einschliesslich der maschinellen Einrichtungen und des Mobiliars, aber ohne Bauplatz 170 000 Fr., wovon rund 12 000 Fr. auf den öffentlichen Abort entfallen. Der Kubikinhalte des Badgebäudes allein vom Kellerfussboden bis Oberkante Kehlgebälk gemessen, beträgt 3023 m³; somit stellen sich die Baukosten für den m³ umbauten Raum auf Fr. 52,20.

Die Schweizer. Eisenbahnen im Jahre 1906.

(Fortsetzung.)¹⁾

Bahnhof Lausanne. Die im Vorjahre in Angriff genommenen Neu- und Umbauten im mittlern Teil des Bahnhofes, zwischen den Depotalanlagen und der Ouchy-Strasse, wurden eifrig fortgesetzt. Im Anschluss an die früher genehmigten Teilvorlagen gelangte sodann das bereinigte, auch die Depotalanlagen im Westen des Bahnhofes umfassende Gesamtprojekt für den

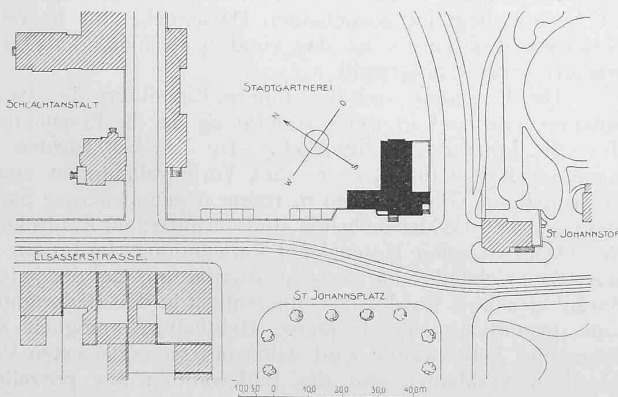


Abb. 2. Lageplan der Brausebadanlage St. Johann in Basel.
Masstab 1 : 2000.

Umbau des Bahnhofes, mit einem Kostenvoranschlag von 10050 000 Fr. (die bisherigen Ausgaben inbegriffen), zur Vorlage. Bei der am 21. Juni erfolgten Genehmigung dieses Projekts wurden die früheren Beschlüsse be-

¹⁾ Aus dem Geschäftsbericht des schweiz. Eisenbahndepartements für das Jahr 1906.

stätigt, wonach der Güterbahnhof (P. V.) nur als provisorische Anlage betrachtet wird, deren Verlegung in Aussicht zu nehmen ist. Die bezüglichen, zur weiteren Beschlussfassung vorzulegenden Studien für einen Güterbahnhof im Flontal haben seither begonnen. Am Ende des Berichtsjahres waren noch die Detailvorlagen für folgende Objekte rückständig: Depotalanlagen, Aufnahmegebäude, Dienstgebäude, Postgebäude, westlicher Perrontunnel und Posttunnel, sowie die grossen Perronhallen. Ferner waren noch Unterhandlungen im Gange über die von der Stadt Lausanne angestrebte Beiseitigung des den Bundesbahnen gehörenden Hotel Terminus, womit eine Vergrößerung des Bahnhofvorplatzes erreicht werden soll.

Bahnhof St. Gallen. In den im letztjährigen Bericht erwähnten Streitfragen, die bei der Behandlung des Projekts vom 30. Juni 1905 für den Umbau des Personenbahnhofes entstanden waren, ist eine Einigung erzielt worden, die als eine allseitig befriedigende Lösung zu betrachten ist. Am 24. März und 8. August fanden nämlich unter Vorsitz des Eisenbahndepartements Konferenzen in Bern statt, an die sämtliche Interessenten ihre Vertreter gesandt hatten. Das Ergebnis dieser Konferenzen war der Abschluss eines Vertrages über die Erstellung eines neuen Hauptpostgebäudes gegenüber dem neuen Aufnahmegebäude, unter entsprechender Vergrößerung des Vorplatzes, die Anlage eines besonderen Schmalspurbahnhofes und die finanzielle Beteiligung sämtlicher

Interessenten. Bezüglich der Einzelheiten verweisen wir auf die Botschaft zum Bundesbeschluss vom 22. Dezember, womit dieser Vertrag, soweit dabei die schweizerische Postverwaltung in Betracht kommt, genehmigt wurde. Die Fussgängerunterführung beim Waisenhausübergang ist in Bau begriffen und nahezu vollendet.

Bahnhof Oerlikon und Verbindungsgeleise Oerlikon-Seebach. Die im Sommer des Vorjahres in Angriff genommenen Erweiterungsbauten nach dem am 24. Mai 1904 genehmigten Projekt¹⁾ wurden fortgesetzt und auch auf dem Verbindungsgeleise wesentlich gefördert. Die Unterbauarbeiten sind weit vorgeschritten und die Geleisanlagen teilweise ausgeführt. Mit den Hochbauten ist dagegen noch nicht begonnen worden.

Bahnhof Bulle. Das im vorjährigen Geschäftsbericht erwähnte reduzierte Bauprogramm der beiden beteiligten Bahngesellschaften konnte endlich vom Eisenbahndepartement unter Vorbehalt einiger Abänderungen und Ergänzungen des Projektes unterm 3. März genehmigt werden, und es gelangten damit die langwierigen Verhandlungen über die Gestaltung des Bahnhofes Bulle wenigstens vorläufig zum Abschluss. Seither hat die Bulle-Romont-Bahn die ihr zufallenden Arbeiten vollendet, während die Greyerzerbahnen bisher bloss die allerdings ziemlich umfangreichen Erdarbeiten ausgeführt haben. Für den vom Eisenbahndepartement verlangten Personendurchgang zur Verbindung der Perrons der beiden Bahnen konnten sich dieselben nicht auf ein gemeinsames Projekt einigen, und es wurden daher zwei Konkurrenzprojekte vorgelegt, über welche am Ende des Berichtsjahres die Vernehmlassung der Kantonsregierung noch ausstand.

Von andern grössern Bahnhof- und Stationsumbauten, die im Berichtsjahre begonnen oder fortgesetzt wurden, oder im Stadium der Projektgenehmigung sich befanden, erwähnen wir folgende:

Renens, Vevey, St. Maurice, Sion, Vallorbe, Yverdon (Werkstätten), Serrères, Münster, Laufen, Därligen, Turgi, Zug, Wädenswil, Richterswil, Uznach, Wattwil, Frauenfeld, Arbon, Chiasso.

Ausbau auf zweite Spur. Im Berichtsjahre konnte der zweispurige Betrieb auf folgenden Bahnstrecken eröffnet werden:

Dailens-Vallorbe: a) Grands Bois-Vallorbe (km 40,670—45,913) am 1. Mai, b) Arnex-Croy am 15. August; Oron-Vauderens am 1. Mai; Aigle-St. Maurice: a) Bex-St. Maurice am 1. Mai, b) St. Triphon-Bex am 1. Oktober; Oberwinterthur-Romanshorn: a) Oberwinterthur-Wiesendangen und b) Islikon-Frauenfeld am 1. Mai.

Fortgesetzt oder neu in Angriff genommen wurde der Ausbau auf zweite Spur der Strecken Dailens-Arnex, Aigle-St. Triphon, Wiesendangen Islikon, Müllheim-Romanshorn.

¹⁾ Band XLVIII, S. 243.

Das allgemeine Bauprojekt für die Strecke Dailens-Arnex ist am 21. April genehmigt worden, worauf die Unterbauarbeiten in Angriff genommen worden sind. Die Strecke Aigle-St. Triphon ist nahezu vollendet. Mit der Fertigstellung dieser beiden Strecken wird die ganze Linie Val-orbe-Lausanne-St. Maurice auf die zweite Spur ausgebaut sein.

Auf der Strecke Wiesendangen-Islikon wurde am 5. Dezember die neue Spur dem Betrieb übergeben, sodass auch bei der alten Spur die Tieferlegung des Planums in Angriff genommen werden konnte. Die Unterbauarbeiten für die neue Station Attikon sind im Gange, und auf allen übrigen Stationen der Strecke Winterthur-Müllheim wurden die Zentralweichenstellungen ausgeführt. Zwischen Müllheim und Romanshorn ist der Unterbau für die zweispurige Anlage in der Hauptsache vollendet und die Geleiselegung zum Teil vorgenommen. Die neuen Geleiseanlagen fehlen noch ganz auf den Stationen Märstetten und Amriswil, sowie auf der neuen Station Oberaach, wo auch der Hochbau noch nicht in Angriff genommen ist.

Das schon im letztjährigen Bericht erwähnte Projekt für die Erstellung des zweiten Geleises auf der Strecke Aarburg-Sursee konnte am 26. September für die Strecke zwischen Km. 49,048 (Kantons-grenze bei Zofingen) und Km. 69,800 (Sursee) auf dem Gebiete des Kantons Luzern genehmigt werden, während die Strecke auf Aargauergebiet infolge verschiedener Anstände noch nicht erledigt werden konnte.

In Behandlung sind ferner die zur Genehmigung eingereichten Projekte für den Bau der Doppelspur auf der Strecke Aesch-Ruchfeld (bei Basel) und der schweizerischen Strecke der Linie Schaffhausen-Singen der badischen Staatsbahnen.

In Sachen der Erstellung der zweiten Spur auf der Linie Winterthur-St. Gallen-St. Margrethen hat die Regierung des Kantons St. Gallen, anknüpfend an das Postulat der eidgenössischen Räte vom 22. Dezember 1903, bei der Verwaltung der Bundesbahnen neuerdings ein Gesuch um baldige Inangriffnahme der Bauarbeiten eingereicht. Diese vom 2. März datierte Eingabe wurde von der Generaldirektion am 22. Juni beantwortet,

Geleises auf den Strecken Luzern-Immensee, Brunnen-Flüelen und Giubiasco-Chiasso als ein Bedürfnis bezeichnet werden musste, wenn der Betrieb der Gotthardbahn den Anforderungen entsprechen soll, welche man an eine grosse internationale Linie stellen muss. Da indessen auf einzelnen Teilstrecken der Ausbau auf die Doppelspur ausserordentlichen Schwierigkeiten begegnet, so erschien es angezeigt, die Durchführung dieses Postulats auf einen längeren Zeitraum zu verteilen. Demnach ist unterm 2. Februar 1906 verfügt worden, dass für einmal die Linie Giubiasco-Chiasso auf die Doppelspur auszubauen und zwischen Luzern und Meggen ein Ausweichgeleise einzulegen sei.

Der hiergegen seitens der Gotthardbahn unterm 12. Oktober eingereichte Rekurs konnte im Berichtsjahre nicht mehr behandelt werden.

Einführung des elektrischen Betriebes. Die schweizerische Studien-Kommission für elektrischen Bahnbetrieb bestand auf Ende des Berichtsjahres aus folgenden Mitgliedern: Schweiz. Post- und Eisenbahndepartement, Eisenbahnabteilung; A.-G. Brown, Boveri & Cie., Baden; A.-G. vorm. J. J. Rieter & Cie., Winterthur; Compagnie de l'Industrie Electrique et Mécanique, Genève; Elektrizitätsgesellschaft Alioth, Münchenstein; Gotthardbahn; Maschinenfabrik Oerlikon; Schweiz. Bundesbahnen; Schweiz. Elektrotechnischer Verein; Verband schweiz. Elektrizitätswerke; Schweiz. Lokomotiv- und Maschinenfabrik

Winterthur; Bank für elektrische Unternehmungen in Zürich; Gesellschaft für elektrische Industrie in Basel; Rhätische Bahn in Chur; Société franco-suisse pour l'industrie électrique, Genève; Verband schweizerischer Sekundärbahnen; Kraftübertragungswerke Rheinfelden; A.-G. Motor in Baden; A.-G. Elektrizitätswerk Wangen a. d. Aare; Vereinigte Kander- und Hagneckwerke A.-G. in Bern; Akkumulatorenfabrik Oerlikon.

Die Studien und Berechnungen der Subkommission I sind abgeschlossen. Ihr Ziel war laut Arbeitsprogramm: Die Untersuchung der allgemeinen Frage der Anwendbarkeit und Gestaltung des elektrischen Betriebes bei den verschiedenen Kategorien unserer Bahnen von den Kleinbahnen bis zu den grossen Hauptbahnen. Ueber den «Kraftbedarf für den

Das Brausebad St. Johann in Basel.

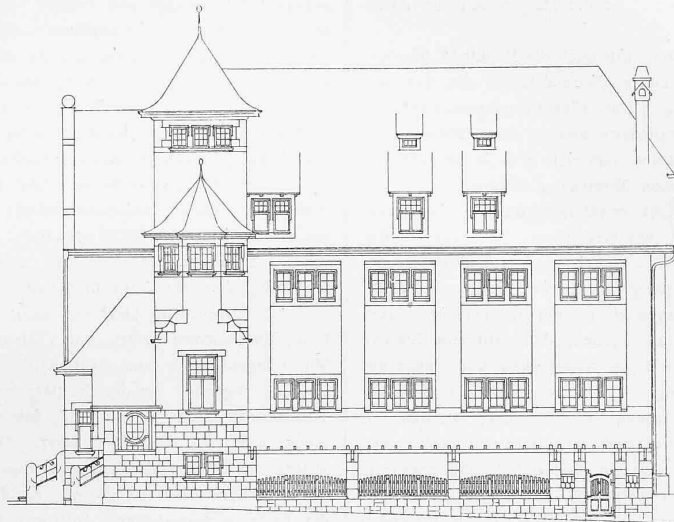


Abb. 8. Ansicht der Südfassade. — Masstab 1 : 250.

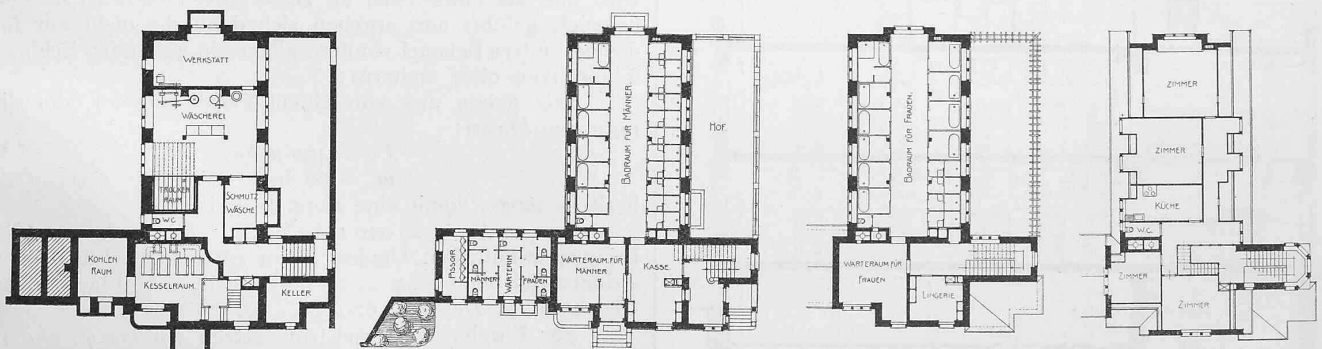


Abb. 3 bis 6. Grundrisse vom Keller, Erdgeschoss, ersten Stock und Dachgeschoss. — Masstab 1 : 500.

und zwar in dem Sinne, dass wohl die Notwendigkeit, nicht aber die Dringlichkeit der fraglichen Doppelspur anerkannt wird. Inzwischen werden die Baupläne ausgearbeitet und es erfolgen gelegentlich vorsorgliche Landankäufe.

Wir erwähnen schliesslich den Entscheid des Eisenbahndepartements betreffend den Bau der zweiten Spur auf den Strecken Luzern-Immensee, Brunnen-Flüelen und Giubiasco-Chiasso der Gotthardbahn. Nachdem die Dichtigkeit des Zugverkehrs auf der durchgehenden Hauptlinie der Gotthardbahn in den letzten Jahren stetig zugenommen hat, und zufolge der zahl reichen Zugkreuzungen auf den einspurigen Bahnstrecken die fahrplanmässige Führung der Züge je länger je mehr in Frage gestellt war, hielt das Departement den Zeitpunkt für gekommen, wo die Legung des zweiten

elektrischen Betrieb der Bahnen in der Schweiz» ist ein die Arbeiten des Herrn Ingenieurs Thormann zusammenfassender Bericht des Generalsekretärs, Herrn Prof. Dr. Wyssling, gedruckt erschienen und sehr beachtet worden.¹⁾

Auch die Subkommission II steht im Begriffe, ihre Arbeiten zu beenden. Es hatten ihr allgemeine vergleichende Studien über die verschiedenen anwendbaren Systeme elektrischen Betriebes in technischer und finanzieller Hinsicht obgelegen. Demgemäss wurden die Verhältnisse von 25 in verschiedenen Ländern Europas elektrisch betriebenen Linien näher untersucht und in zum Teil sehr eingehenden Berichten dargestellt. Es fanden dabei alle zurzeit vorkommenden Systeme nach Möglichkeit Pc-

¹⁾ Band XLVIII, Seite 189.

rücksichtigung. Die amerikanischen Bahnen wurden durch die bereits im letztjährigen Bericht erwähnte Delegation der Herren Professor Dr. Wyssling¹⁾ und Kontrollingenieur Wirth studiert. Ueber die Vergleichung der gefundenen Resultate und die daraus zu ziehenden Schlussfolgerungen liegen 11 von den Mitarbeitern, Herren Thormann, Weber-Sahli und Reverdin verfasste Teilberichte vor. Dieselben sind jedoch nicht alle von der Subkommission zu Handen der Gesamtkommission durchberaten und genehmigt.

Die Subkommission III hat auf Grund sorgfältiger Erhebungen über die verfügbaren Wasserkräfte des Landes berichtet. Sie setzt ihre Studien über die Verwendbarkeit dieser Kräfte, ihre günstigste Verteilung, die Kraftpreise an den Speisepunkten, sowie über die Möglichkeit der Akkumulation von Kräften fort.

Es bleiben daher in der Hauptsache nur noch die Punkte IV (Kostenvoranschläge für typische Verhältnisse) und V (Normalien für den Bau) des Arbeitsprogramms zu behandeln übrig. Das Eisenbahndepartement hat auch für 1906 an die Arbeiten der Studienkommission einen Jahresbeitrag von 10000 Fr. geleistet. Gemeinschaftlich mit den S. B. B. ist ihm die Revision der Rechnungen der Kommission übertragen worden.

Der schon im letztjährigen Bericht erwähnte, von der Maschinenfabrik Oerlikon unternommene Versuch des elektrischen Betriebes auf der Bahnstrecke Seebach-Wettingen befindet sich immer noch in der Bauperiode. Ende Mai wurde die elektrische Ausrüstung der zweiten Teilstrecke Affoltern-Regensdorf vollendet, und es konnten ab 1. Juni die Versuchsfahrten von Seebach bis Regensdorf ausgedehnt werden, d. h. auf eine Strecke von 6,2 km. Die Fertigstellung der weiteren Teilstrecken und damit der ganzen Versuchsstrecke Seebach-Wettingen (19,43 km) fällt in das Jahr 1907. Die im Berichtsjahr vorgenommenen Versuchsfahrten wurden mit der Lokomotive Nr. 2, welche Wechselstrom-Kollektormotoren besitzt, ausgeführt. Das Ergebnis dieser Fahrten war ein ebenso befriedigendes, wie das mit der Umformerlokomotive Nr. 1 erreichte, indes treten bei der Verwendung der Lokomotive Nr. 2 in den der Bahnlinie parallel laufenden eidgenössischen Telephonlinien so starke störende Geräusche auf, dass die Versuchsfahrten mit dieser Lokomotive auf gewisse Tagesstunden eingeschränkt werden mussten. Da die Störungen im Telephonbetriebe schon bei einem Parallelverlauf der eidgenössischen Telephonlinien von etwa

Das Brausebad St. Johann in Basel.

Erbaut von Th. Hünerwadel, Hochbauinspektor in Basel.

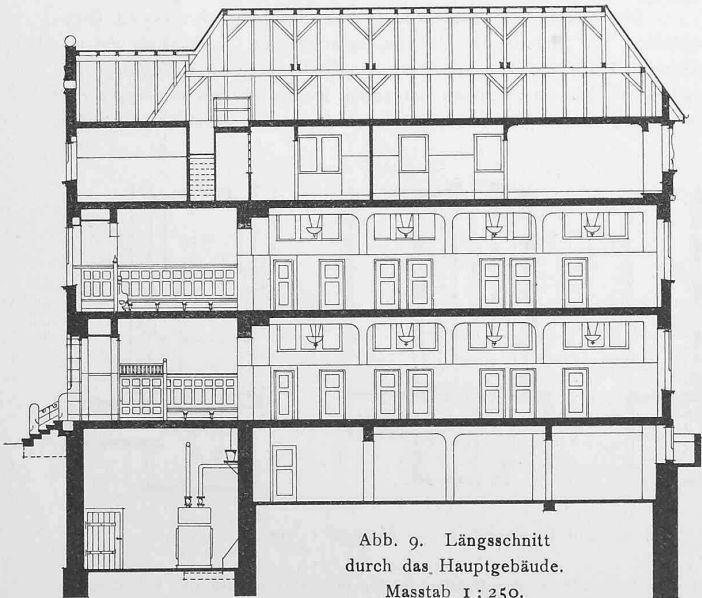


Abb. 9. Längsschnitt durch das Hauptgebäude.
Masstab 1 : 250.

3,2 km in unzulässiger Weise auftreten, könnte von einer Ausdehnung dieser Versuchsfahrten mit der Lokomotive Nr. 2 auf weitere Teilstrecken oder gar bis Wettingen ohne Aenderungen an den Telephonlinien keine Rede sein. Ueber die zu treffenden Massnahmen fanden zwischen den beteiligten Stellen Verhandlungen statt, die im Berichtsjahr noch nicht zum Abschluss kamen. Ausser den zwei genannten, ungefähr 400pferdigen Lokomotiven Nr. 1 und 2 wird die Maschinenfabrik Oerlikon später noch über eine etwa 1000pferdige sechsachsige Lokomotive mit einem Adhäsionsgewicht von 62 Tonnen verfügen, welche zurzeit im Bau ist. Es ist zu

¹⁾ Bd. II, S. 91.

hoffen, dass im Laufe des Jahres 1907 zum regelmässigen Betriebe dieser elektrischen Vollbahnversuchsstrecke übergegangen werden kann.

Die Vorgeschichte der Einführung des elektrischen Betriebes auf den Strecke Brig-Iselle (Simplontunnel) haben wir im letzten Jahresberichte eingehend erörtert. Die Firma A.-G. Brown, Boveri & Cie hat die Installationsarbeiten in der kurzen, zur Verfügung stehenden Frist programm-gemäss ausgeführt, sodass die Kollaudation am 23. Mai und die Eröffnung, wie vorgesehen, am 1. Juni stattfinden konnte. Es wurden mit elektrischen Lokomotiven geführt: bis zum 13. Juni acht Züge im Tag, ab 14. Juni zehn Züge im Tag, ab 1. August alle Züge (mit Ausnahme von zwei Expresszügen und der Luxuszüge), ab 1. Oktober alle Züge (mit Ausnahme der Luxuszüge und zweier Nachtzüge), und seit dem 15. November der ganze Betrieb, mit Ausnahme zweier Nachtzüge, für welche die Dampftraktion beibehalten wurde, um für die auf der Strecke Iselle-Domodossola verkehrenden Dampflokomotiven aus dem Depot einen regelmässigen Turnus zu ermöglichen. Der Betrieb wickelte sich im Berichtsjahre vollständig glatt ab, und es kann der elektrische Versuchsbetrieb durch den Simplontunnel als gelungen bezeichnet werden. Die Unternehmerfirma ist im Begriffe, für den Simplonbetrieb eine neue vierachsige 1000pferdige Lokomotive mit einem Adhäsionsgewicht von 64 Tonnen zu bauen, deren motorische Einrichtung es gestattet, mit vier verschiedenen Geschwindigkeiten zu fahren, während die vorhandenen Lokomotiven nur zwei Geschwindigkeiten zur Auswahl haben.

Nachdem die Arth-Rigi-Bahn schon im Vorjahre die bisher mit Dampflokomotiven betriebene Talstrecke Arth-Goldau für elektrischen Motorwagenbetrieb umgebaut hatte, wurde im Berichtsjahre die gleiche Umwandlung auch für die Bergstrecke Goldau-Rigikulum durchgeführt. Die Vollendung dieser Arbeit und der Uebergang zum elektrischen Betrieb fallen indes in das Jahr 1907. Die Motorwagen dieser Zahnradbahn weisen die Eigentümlichkeit auf, dass die elektrischen Motoren nur bei der Bergfahrt arbeiten, während die Talfahrt wie beim Dampfbetriebe, mit der Luftrepressionsbremse vollzogen wird, mit der das eine Wagendrehgestell ausgerüstet ist.

Ernsthafte Studien für die Umwandlung des Dampfbetriebes in elektrischen Betrieb werden zurzeit von der Wengernalpbahn gemacht.

(Schluss folgt.)

Vorausberechnung und Beurteilung der charakteristischen Kurven von Seriomotoren für Gleichstrom und Wechselstrom hinsichtlich der Bedürfnisse der elektrischen Traktion.

Von Dr. W. Kummer, Ingenieur.

(Schluss.)

Die Diskussion der eben abgeleiteten Beziehungen wird nun am einfachsten an Hand eines konkreten Zahlenbeispiels geführt und ergeben sich dann die nicht nur für das besondere Beispiel sondern allgemein geltenden Schlussfolgerungen ohne weiteres:

Wir gehen aus von einem Traktionsmotor, der die normalen Daten:

$$D_n = 450 \text{ m kg} \\ \omega_n = 60 \text{ in der Sekunde.}$$

besitzen möge, somit eine normale Leistung

$$\omega_n D_n = 27000 \text{ m kg/Sek.} = 360 \text{ P. S.}$$

bei 574 minutlichen Umdrehungen entwickelt. Für Gleichstrombetrieb sind $\cos \varphi = 1$ und $\sin \varphi = 0$ und lautet dann Gleichung 8: $D\omega^2 = 1620000 \cdot m^2$.

Für Einphasenwechselstrom setzen wir $\cos \varphi_n = 0.90$ und bekommen für Gleichung 8:

$$D(\omega^2 + 839.5) = 2000000 \cdot m^2.$$

In diesen numerischen Gleichungen bedeutet m den Spannungsparameter, dem wir der Reihe nach die Werte $m = 1, \frac{3}{4}, \frac{2}{4}, \frac{1}{4}$ erteilen, und dann in der Abbildung 1 die dadurch bewirkten mechanischen Charakteristiken des Traktionsmotors durch Schaulinien darstellen. Für die Ausrüstung eines Zuges mit Gleichstrommotoren würden durch z. B. 12 Motoren, die der Reihe nach zu 12, zu 6, zu 4 und zu 3 in Serie geschaltet sind, die Parameter $\frac{1}{4}, \frac{2}{4}, \frac{3}{4}$ und $\frac{4}{4}$ hergestellt. Die Charakteristiken für Wechselstrom ergeben für das Drehmoment Nullstellen, die durch

$$D_{\omega=0} = \frac{D_n}{\sin^2 \varphi_n} \cdot m$$

für jeden Spannungsparameter m berechenbar sind.