

# Die Einphasen-Lokomotiven Typ 1-B+B-1 der Ateliers de Sécheron, Genf, für die S.B.B.

Autor(en): [s.n.]

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **79/80 (1922)**

Heft 10

PDF erstellt am: **11.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-38147>

## **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.

und Sonnenstrahlung zurückgeführt werden sollen, kann wegen des begrenzten Umfangs der Messungen nicht festgestellt werden.

Auf Grund dieser Erwägungen und der an Hand derselben gemachten Erfahrungen können Rohrleitungen mit erheblich vermindertem Aufwand an Eisen und Fundamentmauerwerk gebaut werden.

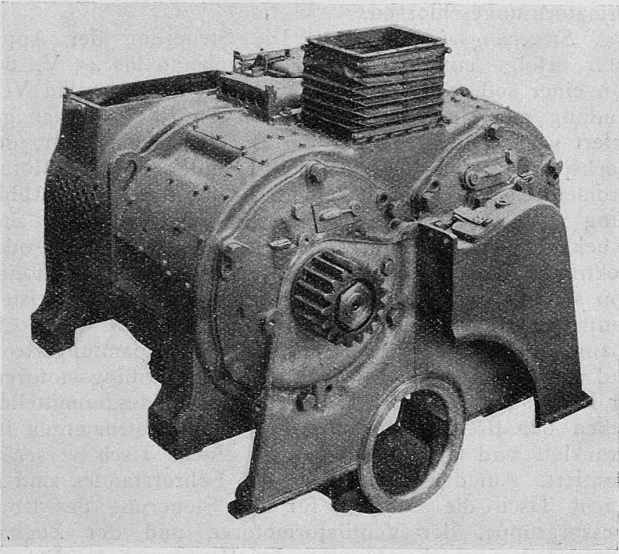


Abb. 12. Zwillingsmotor von  $2 \times 300$  PS Stundenleistung.

Die Abb. 6 bis 8 (S. 106 und 107) zeigen einige Rohrleitungen dieser Konstruktionsart, die in Schweden gebaut worden sind. Bei der Anlage Kungsfors ist eine alte Rohrleitung verstärkt worden, die um das Jahr 1900 ohne etwaige Versteifungen gebaut wurde und die trotz nachträglichen Erweiterungen der Tragpfeiler an Zahl und Grösse immer undicht war und dadurch starke örtliche Verrostungen in der Nähe der Pfeiler aufwies. Durch den Umbau sind diese Uebelstände beseitigt und ausserdem ist der Rohrmantel nunmehr zur Erneuerung des Anstriches aussen gänzlich zugänglich. Für die Erweiterung des Werkes ist die zweite Rohrleitung neu gebaut und seit November vorigen Jahres im Betrieb. Die Projekte sind alle vom Vattenbyggnadsbyran in Stockholm ausgearbeitet worden. Stockholm, im Juni 1921.

## Die Einphasen-Lokomotiven Typ 1-B-1+B-1 der Ateliers de Sécheron, Genf, für die S. B. B.

Von Ingenieur G. L. Meyfarth, Genf.

(Schluss von Seite 100.)

**Triebmotoren.** Die Triebmotoren (Abbildung 12) sind als Zwillings-Serie-Motoren mit Kompensationswicklung und geschunteten Wendepolen gebaut. Die beiden sechspoligen Halbmotoren sind dauernd elektrisch in Serie geschaltet. Gegenüber einem einfachen Motor gleicher Gesamtleistung hat diese Zwillings-Anordnung folgende Vorteile: Die Bauhöhe ist bedeutend kleiner, wodurch der über der Kastenbrücke für die Apparatur verfügbare Raum grösser wird. — Die Leistungsübertragung kann einseitig bzw. mit nur einem Hohlwellenzahnrad erfolgen. (Bei einem einzigen Motor müsste die grosse Leistung beidseitig übertragen werden, wodurch die aktive Eisenbreite des Motors reduziert würde.) — Die Klemmenspannung kann für zwei mechanisch gekuppelte und elektrisch in Serie geschaltete Halbmotoren verdoppelt werden, wodurch die Stromstärke verringert und Apparatur und Leitungen leichter werden. — Das Trägheitsmoment der beiden Zwillingsanker ist bedeutend geringer als das eines Einzelankers gleicher Gesamtleistung. Die Federn des Achsantriebes, die die beim Gleiten der Räder infolge wechselnder Adhäsion ein-

tretende relative Winkelverdrehung der rotierende Teile und die daraus resultierende wechselweise Aufspeicherung und Entladung kinetischer Energie aufnehmen müssen, werden infolgedessen weniger ungünstig beansprucht, als dies bei grösseren Trägheitsmomenten der Rotoren der Fall sein würde. Es folgt daraus, dass bei gleicher Beanspruchung des Federantriebes die Zwillingsmotoren im Vergleich zum Einzelmotor grössere Achsdrücke zulassen, bzw. bei gleichen Achsdrücken grössere Sicherheit gegen Schleudern bieten. Die geringere Beanspruchung macht sich auch, wie in Amerika einwandfrei festgestellt wurde, in den Unterhaltungskosten des Federantriebes bemerkbar.

Die Triebmotoren sind mittels Faltenbälgen an die Kühlluft-Anlage angeschlossen. Die Kühlluft wird von der Zahnradseite aus durch die Statorwicklung, den Luftspalt und durch Rotor und Kollektor getrieben.

Im Triebgestell ist das Motorgehäuse auf Eisen-traversen derart montiert, dass der Motor samt Triebachse ohne Heben des Lokomotivkastens auf einfachste Weise und in kürzester Zeit mittels Senkgrube nach unten ausgebaut werden kann. Diese Operation ist in der Abbildung 13 bei einer in Montage befindlichen I-C-I Lokomotive veranschaulicht.

Im Gehäuse des Zwillingsmotors ist die Hohlwelle gelagert (Abb. 12 und 14) welche die Triebachse mit dem durch die Rahmenfederung bedingten Spiel umschliesst (Abbildung 15); das Antriebsmoment des Zwillingsmotors wird durch die zwei, in einer Ebene liegenden Ritzel auf das Stahlkranz-Zahnrad, das auf der Stahlguss-Hohlwelle aufgezogen ist, übertragen; die Hohlwelle ihrerseits gibt das Drehmoment durch je sechs Spiralfedern auf die beiden Triebräder ab. Durch diese Anordnung wird gleichzeitig und ohne Verwendung irgend welcher reibender Teile einerseits die Rahmenfederung aufgenommen, andererseits das Antriebsmoment federnd übertragen.

Die charakteristischen Kurven des Zwillingsmotors, auf den Radumfang bezogen, sind aus der Abbildung 16 auf Seite 110 ersichtlich. Erwähnenswert ist der Wirkungsgrad des Motors, der bei Vollast und 400 Volt  $90,5\%$  (an der Welle gemessen) beträgt, bei ein Leistungsfaktor von  $\cos \varphi = 0,97$ .

**Widerstandsbremung.** Die Lokomotive ist für elektrische Widerstandsbremung für das Lokomotivgewicht eingerichtet. In der Bremsschaltung werden die Triebmotoren fremderregt, wobei der Erregerstrom durch die Einzelschalter unter Zwischenschaltung eines Bremstransformators reguliert wird. Der Bremsstrom arbeitet auf gusseiserne Bremswiderstände, die in senkrechten Schächten beidseitig des Öltransformators untergebracht sind. Die Ventilation dieser Schächte erfolgt selbsttätig nur in der Bremsstellung der Fahrtwender durch elektro-pneumatisch gesteuerte Klappen. Ein Teil dieser Bremswiderstände dient zugleich bei Motorbetrieb als Wendepol-Shunts.

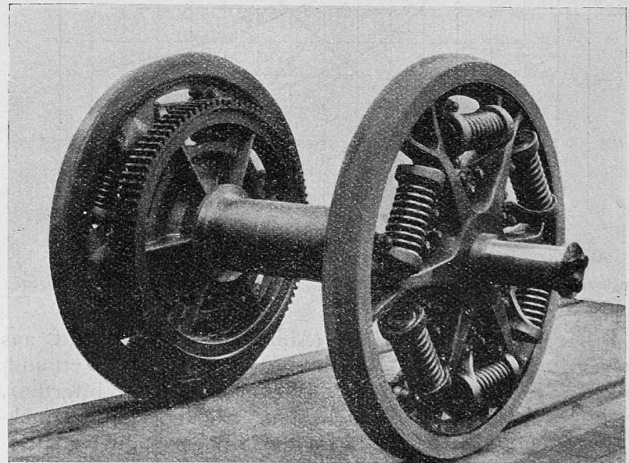


Abb. 15. Federnde Verbindung zwischen Hohlwelle und Triebzahnrad.

Der Steuervorgang beim Uebergang von Motorfahrt in Bremsfahrt ist äusserst einfach. Der Führer dreht die Steuerkurbel für die Einzelschalter in die Nullstellung, bringt hierauf die Fahrtwender-Steuerkurbel in die Stellung

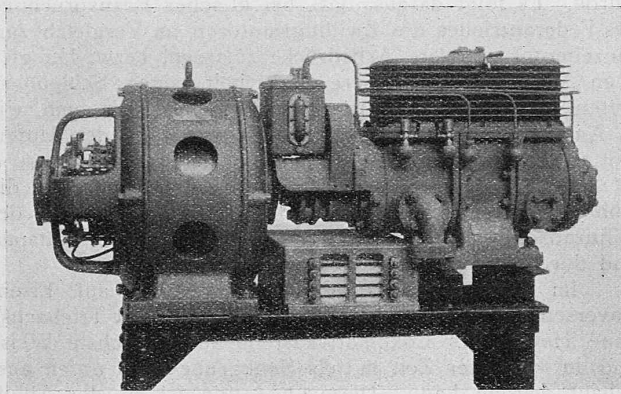


Abb. 17. Kompressorgruppe von 12 PS Leistung.

„Brems“ (wodurch die Fahrtwender die Bremschaltung einstellen), und reguliert dann mit der Steuerkurbel für die Einzelschalter die Fremderregung der Triebmotoren derart, dass er den gewünschten Bremseffekt, an den Ampèremetern der Triebmotoren ersichtlich, erreicht.

**Nebenbetriebe.** Sämtliche Nebenbetriebe werden mit Einphasenstrom von 220 Volt Spannung betrieben. Die *Ventilationsanlage*, deren allgemeine Anordnung aus Abb. 6 ersichtlich ist, umfasst zwei von jedem Führerstand aus steuerbare Motor-Ventilatoren, wovon jeder eine Leistung von 20 PS aufweist. Die Ventilatoren saugen die Kühlluft aus dem Lokomotivraum an und drücken sie in Luftschächte unter der Kastenbrücke, an welche die Triebmotoren, wie bereits erwähnt, durch Faltenbälge angeschlossen sind. Jede Ventilatorgruppe liefert zudem noch die Kühlluft für einen der zwei Transformatorkühler und bei Widerstandsbremung für die Hälfte der Bremswiderstände.

entweder selbsttätig durch einen Druckregler oder direkt von den Führerständen aus.

**Zugsheizung.** Die Lokomotive ist für direkte Zugsheizung mit den Spannungen 800, 1000 und 1200 Volt ausgerüstet. Das an beiden Enden der Lokomotive mit Kupplungen versehene Heizkabel wird durch drei von einem Führerstande aus steuerbare elektro-pneumatische Einzelschalter an die entsprechenden Stufen des Öltransformators angeschlossen.

**Steuerungseinrichtungen.** Die Steuerung der Apparatur erfolgt mittels Gleichstrom von 36 bis 45 V, der von einer selbsttätig gesteuerten Umformergruppe in Verbindung mit einer Normalbatterie von 18 Elementen geliefert wird. Die Steuerung der Bügelstromabnehmer, des Hochspannungsschalters, der Fahrtwender und der Motorstromeinzelschalter ist in einem Meisterkontroller (Abbildung 18) zusammengefasst. Sämtliche Steuerkurbeln sind in bekannter Weise miteinander entweder mechanisch oder elektrisch derart verriegelt, dass fehlerhafte Manipulationen von seiten des Führers ausgeschlossen sind. Der Meisterkontroller trägt ferner noch ein Voltmeter für die Hochspannung, ein Ampèremeter für den Hochspannungsstrom und vier Ampèremeter für einen jeden der Zwillingsmotoren. Er ist auf der rechten Seite des Führerstandes, unmittelbar neben den Bremshebeln und unter den Instrumenten für Druckluft und Geschwindigkeit in einem Tisch versenkt, montiert. Auf der linken Seite des Führerstandes sind in einem Tisch die Schalter für die Steuerung der Kompressorgruppe, der Ventilatormotoren und der Zugheizungsschalter angebracht. An der Rückwand des Führerstandes befindet sich eine kleine Schalttafel für die Beleuchtungs- und Heizungsstromkreise der Lokomotive.

**Schutzeinrichtungen.** Der Hochspannungstromkreis ist durch ein direkt auf den Hochspannungsschalter wirkendes, auf einer Klemme desselben montiertes Maximalstromrelais gesichert. Jeder Triebmotorstromkreis ist durch ein Maximalstromrelais geschützt. Ein an der 220 Volt Stufe des Haupttransformators angeschlossen Nullspannungsrelais erzwingt bei Unterbruch der Spannung das Wiedereinschalten des Öltransformators über den Einschaltwiderstand

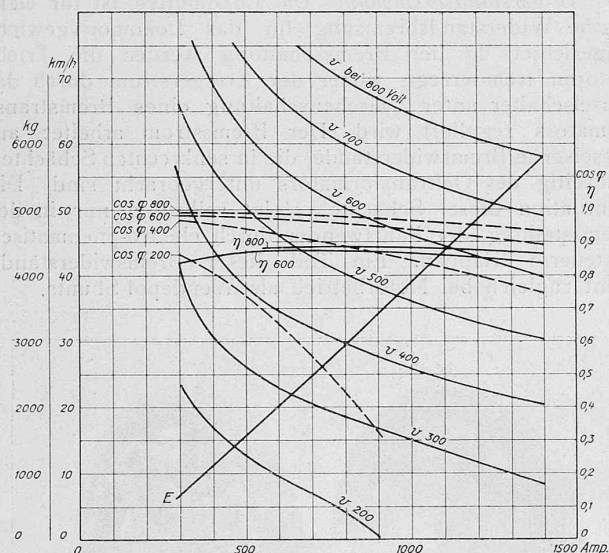


Abb. 16. Charakteristische Kurven des Zwillingsmotors von  $2 \times 300$  PS. Zugkraft  $E$ , Geschwindigkeit  $v$ , Wirkungsgrade  $\eta$  auf den Radumfang bezogen.

Die *Kompressoranlage* (Abbildung 17) besteht aus einem durch einen 16 PS Motor angetriebenen Verbund-Rotations-Kompressor, Bauart Lokomotivfabrik Winterthur, für eine Leistung von 1800 lit/min. Sie liefert die Druckluft für die automatische Westinghouse-Bremse, die Regulierbremse und die pneumatische Steuerung der Apparatur. Das Ein- und Ausschalten der Kompressorgruppe erfolgt

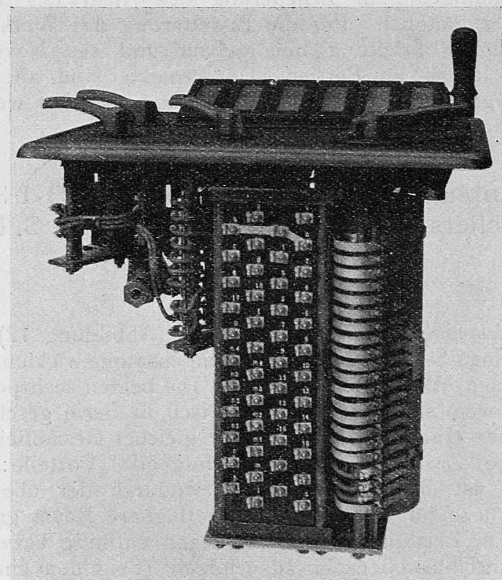
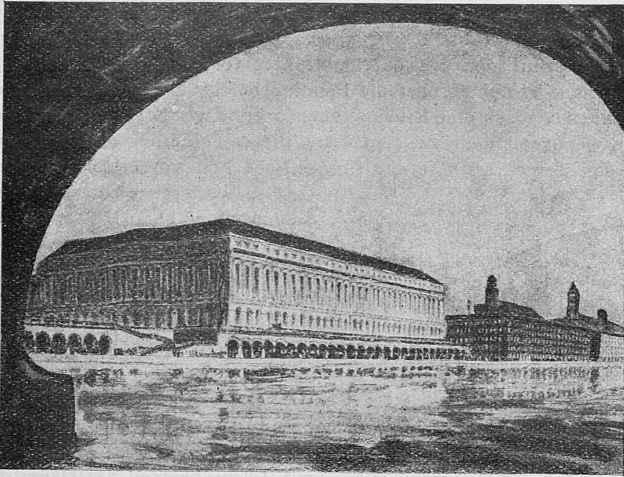


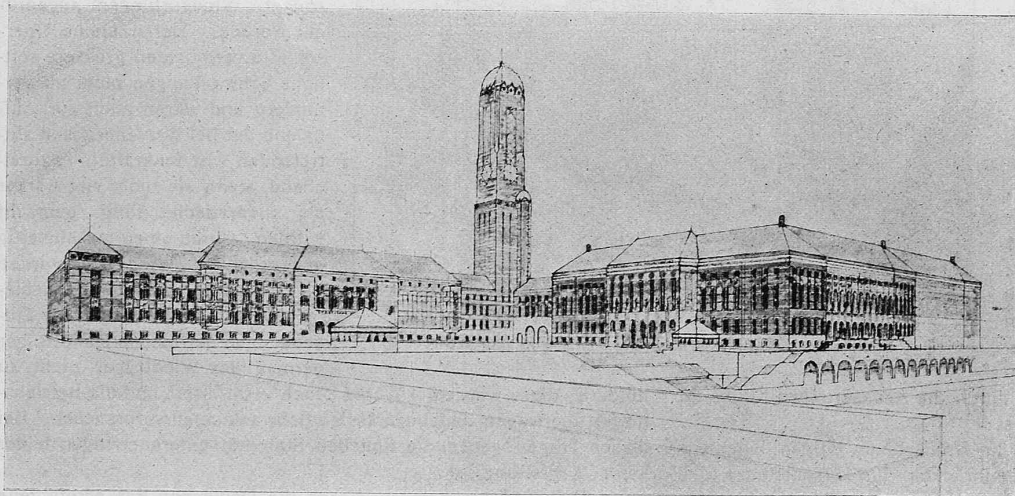
Abb. 18. Meister-Kontroller für die verschiedenen Steuerungen.

des Hochspannungsschalters. Direkt wirkende Maximalstromrelais verhindern während der Widerstandsbremung ein allzugrosses Ansteigen der Bremsströme. Sämtliche Relais wirken beim Ansprechen direkt auf die Auslösespule des Hochspannungsschalters.

Ein über einen Stromwandler in der Zugheizungsleitung angeschlossen Maximalstromrelais löst bei Ueber-



Rathaus-Entwurf von Dipl. Arch. Herbert Zündel von Schaffhausen.



Rathaus-Entwurf von Dipl.-Arch. Andreas Stoffels vom Haag (Holland).

bei wiederholten Anfahrten mit 411 t Zugsgewicht (einschliesslich Lokomotive) auf der Rampe von 26 ‰ die Geschwindigkeit von 50 km/h in 150 bis 160 sek. erreicht, während das Pflichtenheft der Bahnverwaltung 240 sek. vorsieht. Dabei ist ein Adhäsionskoeffizient von 1:3,5 erzielt worden.

### Diplom-Arbeiten an der Architektenschule der E. T. H.

Während in den vergangenen Jahren für die ganze Architektenschule einheitliche Diplom-Aufgaben erteilt worden waren [1920 ein „Kasino im Stadtpark“<sup>1)</sup>, 1921 Platzgestaltung mit Markthalle in Zürich-Wiedikon<sup>2)</sup>], gaben dieses Jahr die beiden Professoren Dr. G. Gull und Dr. K. Moser ihren jeweiligen Diplomanden verschiedene Bauprobleme zur Lösung auf. Die Schüler Gulls hatten ein *Rathaus mit Verwaltungsgebäude* für eine grosse Stadt am Fluss zu bearbeiten (Bauprogramm und Umfang der Aufgabe sind den Grundrissen Lüthi und Becker auf den folgenden Seiten abzulesen); der Strassenplan auf dem ebenen Gelände war vorgezeichnet, weshalb die Lösungen sich in der grundsätzlichen Anordnung nicht wesentlich von einander unterscheiden. Prof. Moser dagegen liess einen *Bebauungsplan* am hügeligen Hang zwischen Burghölzli und Zollikon (auf einem von der städtischen Bauverwaltung gelieferten Kurvenplan), in Einpassung in die bestehenden Hauptstras-

<sup>1)</sup> Vergl. Bd. LXXVI, S. 95 (28. August 1920).

<sup>2)</sup> Bd. LXXVIII, S. 193 und 206 (Oktober 1921).

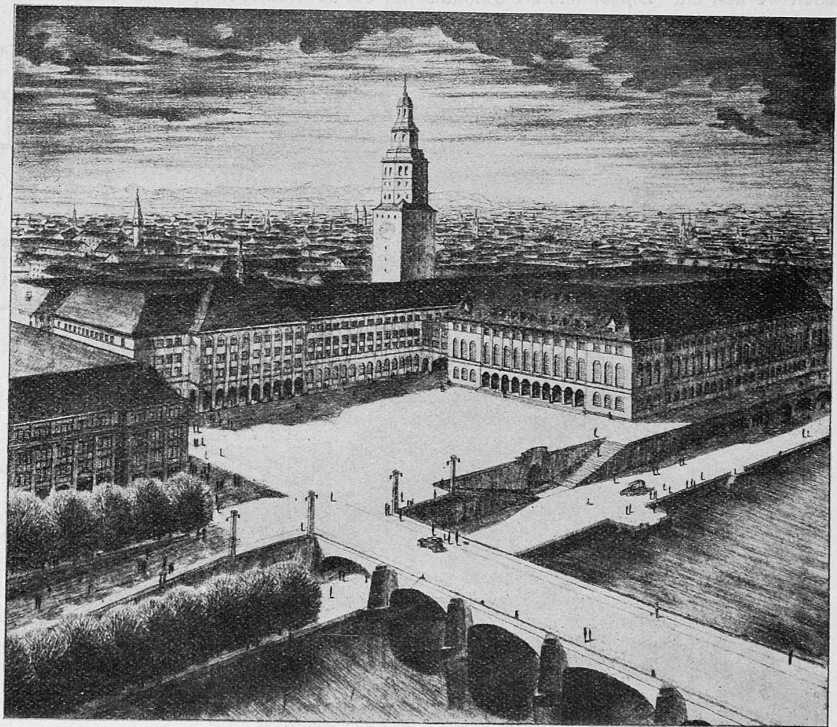
strom oder Kurzschluss den Hochspannungsschalter aus.

Die Relais sind mit einem Klappensystem derart kombiniert, dass nach jeder Störung sofort festgestellt werden kann, welches Relais angesprochen hat, bezw. in welchem Stromkreis die Störung aufgetreten ist.

#### Erste Betriebsergebnisse.

Die erste Lokomotive 1-B-1 + B-1 wurde am 20. Oktober 1921 in Bern angeliefert. Am gleichen Tage begannen die Versuchsfahrten auf der Strecke Bern-Thun. Die ersten Ergebnisse waren derart befriedigend, dass die Organe der Bahnverwaltung die Kollaudation auf den 28. Oktober festsetzen konnten. Seit der an jenem Tage ohne Vorbehalte erfolgten Kollaudation ist die Lokomotive bis Ende Dezember auf der Strecke Bern-Thun im normalen Dienst gestanden.

Die Ende Dezember auf der Strecke Erstfeld-Airolo vorgenommenen Anfahrversuche mit 300 t Anhängengewicht haben vor allem gezeigt, dass die Lokomotive hauptsächlich in Folge des federnden Einzelachsantriebes ohne Zuhilfenahme der Sandung schwerste Anfahrten ohne Schleudern auszuführen im Stande ist. So wurde z. B.



Rathaus-Entwurf von Dipl. Arch. Alban Gerster von Laufen (Bern).

Die übliche Annahme über die Verteilung der Schubspannungen führt zu einem grössten Biegemoment in der Rohrwand von (Gleichung 4 mit  $a = 0$  gesetzt):

$$0,074 \gamma r^3$$

Nach der obigen Berechnung würde es auf den Wert

$$0,00304 \gamma r^3$$

oder beinahe  $\frac{1}{25}$  des vorigen sinken.<sup>1)</sup>

Die lineare Verteilung der Normalspannungen über den Rohrquerschnitt

$$\sigma_x' = \begin{cases} \frac{1}{4} \gamma (l^2 - x^2) \sin a \\ \frac{1}{4} \gamma \left(\frac{l^3}{3} - x^3\right) \sin a \end{cases}$$

geht durch Hinzufügung der Spannungen (5a) bzw. (5b) in die folgende über

$$\sigma_x'' = \begin{cases} \frac{1}{4} \gamma (l^2 - x^2) (\sin a + 2a \cos 2a) & (6a) \\ \frac{1}{4} \gamma \left(\frac{l^3}{3} - x^3\right) (\sin a + 2a \cos 2a) & (6b) \end{cases}$$

Grösstwerte treten auf bei  $a = \pm \frac{\pi}{2}$  und  $\sin a = \frac{1}{8a}$ , deren Beträge sind

$$\text{Max } \sigma_x'' = \left\{ \begin{array}{l} -(2a \pm l_1) \\ + (2a + \frac{1}{16a}) \end{array} \right\} \times \text{Max } \sigma_x'$$

Der absolute Betrag der grössten Normalspannung bei halber Füllung erhöht sich folglich auf  $\frac{2a+1}{2} = 1,36$  desjenigen, der bei gefülltem Rohr entsteht.

Die Formel der Schubkräfte am Auflager wird

$$t = -\frac{Q}{2\pi r} (\cos a - a \sin 2a) \quad (0 < a < 2\pi) \quad (7)$$

deren Grösstwerte bei denjenigen Werten von  $a$  auftreten, die der Gleichung

$$4a \sin^2 a - \sin a - 2a = 0$$

genügen. Diese Werte sind

$$a_1 = +58^\circ 40' \quad \text{und} \quad a_2 = -34^\circ 10'$$

und deren Spannungen

$$t_1 = +0,239 \frac{Q}{2\pi r} \quad t_2 = -1,619 \frac{Q}{2\pi r}$$

Die grösste Schubspannung beträgt folglich nur 0,81 desjenigen des gefüllten Rohres.

Das überlagerte Spannungssystem (3) ruft auch Biegemomente in den Stützringen hervor, die ihren Ausdruck im letzten Glied der Gleichung (4) finden, bis auf eine Verbesserung für den grösseren Radius des Ringes gegenüber dem Rohre, und zwar

$$-M = \frac{Qr}{2\pi} \frac{1}{6} a \cos 2a + \frac{2Q}{\pi} (R-r) \frac{1}{6} a \cos 2a$$

<sup>1)</sup> Die strenge Lösung kann nie  $M \equiv 0$  ergeben.

Der Grösstwert des resultierenden Momentes beträgt bei  $\frac{r}{R} = 0,9$  etwa  $0,040 Q R$ , folglich beinahe zweimal mehr als derjenige des gefüllten Rohres. Die Schräglage des Rohres wird gewöhnlich die Beanspruchungen unter diesen Extremwerten bleiben lassen.

Die erhöhten Beanspruchungen dürften indessen nicht allzusehr ins Gewicht fallen, einerseits weil sie vorübergehend und ganz zufälligerweise auftreten und weil, wie es im Maschinenbau bei weichem Material, z. B. bei Rundeisenketten oftmals geschieht, ein teilweiser Ausgleich durch ein aus den wiederholten Ueberlastungen entstehendes Eigenspannungssystem stattfindet, andererseits weil die Spannungen in der Rohrwand wegen des zulässigen Kleinstwertes der Wandstärke bis auf ungewöhnlich grosse Stützweiten ziemlich gering sind. Die Biegungsspannungen des Rohrquerschnittes bei voller Füllung sind vom Durchmesser unabhängig und betragen über den Stützen:

$$\left( \gamma \frac{\pi d^2}{4} \frac{L^2}{12} = \frac{1}{4} \pi d^2 s \sigma \right) \quad \sigma = \frac{1}{12} \gamma \frac{L^2}{s}$$

Bei 6 mm Wandstärke, abzüglich 2 mm Rostungsmass, und 15 m Stützweite, ist z. B.

$$\sigma = \frac{1}{12} \frac{0,001 \cdot 1500^2}{0,4} = 470 \text{ kg/cm}^2$$

Die Beanspruchung des Materials ist nach *Guest* durch die grösste Schubspannung angegeben, d. h. durch den halben grössten Unterschied der Hauptspannungen. Man kann demnach zu einer Ermässigung der zulässigen Biegungsspannungen dort genötigt werden, wo z. B. eine starke Ringspannung durch inneren Ueberdruck vorhanden ist, und zwar wo Zug- und Druckspannungen zusammentreffen.

Auch andere Teilfüllungen könnten in ähnlicher Weise gerechnet werden; es ist jedoch fraglich, ob die praktischen Resultate die ziemlich mühevollen Rechnungsarbeit lohnen, weil die bisher berechneten Momente anscheinend weit von dem Grösstwert liegen und, auch bei sehr grossen Durchmessern und kleinster Wandstärke, nur mässige Spannungen ergeben. Z. B. wird bei 5 m Durchmesser und 6 mm Blechstärke die Biegungsspannung in der Wand

$$\sigma = 0,00304 \cdot 0,001 \cdot 250^3 \frac{6}{1 \cdot 0,6^2} = 790 \text{ kg/cm}^2$$

von der steifenden Wirkung der Rundnähte abgesehen.

Abbildung 5 zeigt die an einer grossen Rohrleitung in zwölf Punkten gemessenen radialen Verschiebungen der Rohrwand. Die Wirkung der Schubspannungen bei halbgefülltem Rohre erhellt daraus sehr deutlich.

Ob die Unregelmässigkeiten bei voller Füllung auf ungleichmässige Lagerung oder auf Verschiebungen im Gerüst oder in der Rohrwand durch Witterungseinflüsse

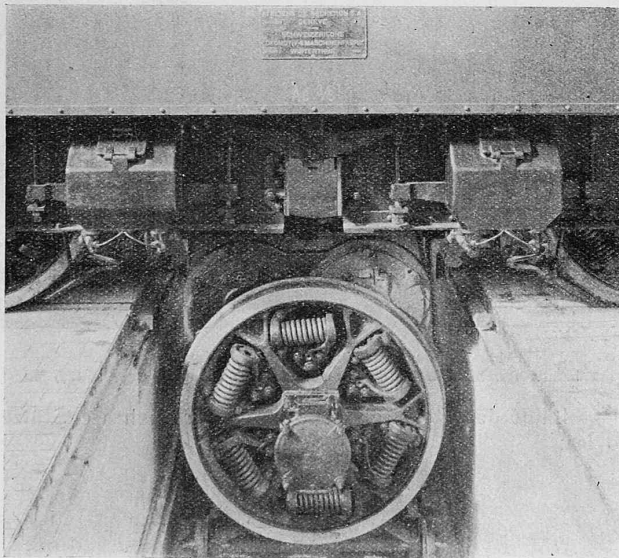


Abb. 13. Herunterlassen einer Triebachse samt Motor in die Senkgrube.

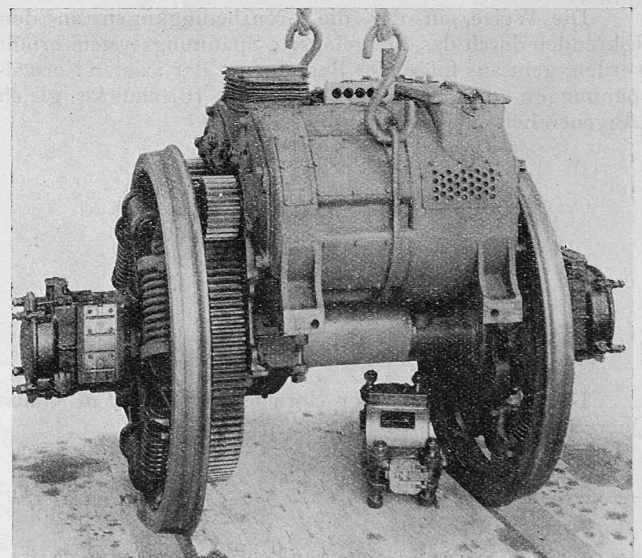


Abb. 14. Triebachse mit Westinghouse-Einzelantrieb durch Zwillingsmotor.

Aus den Diplom-Arbeiten der Architektenschule der E. T. H.  
Klasse Professor Dr. G. Gull.

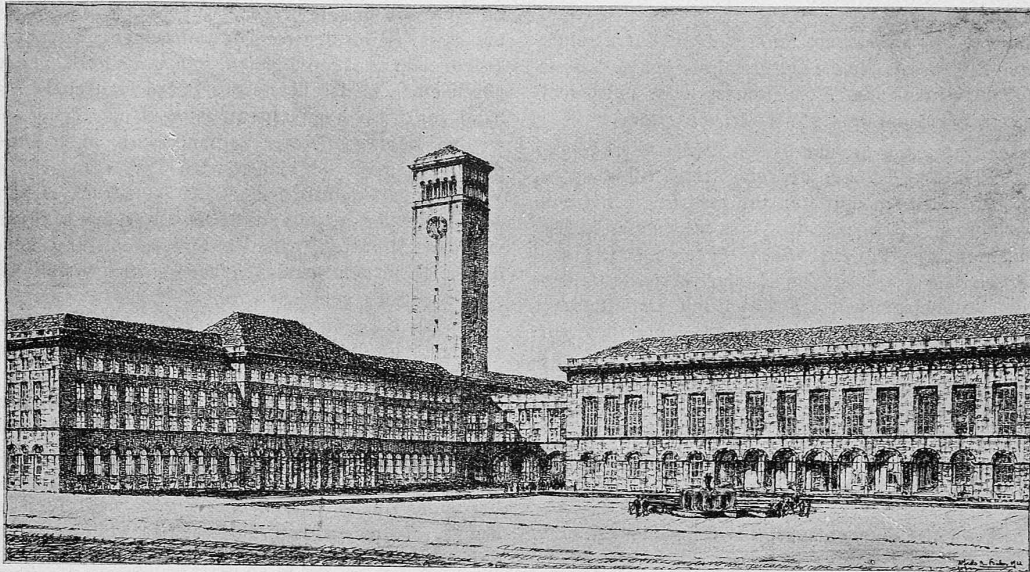
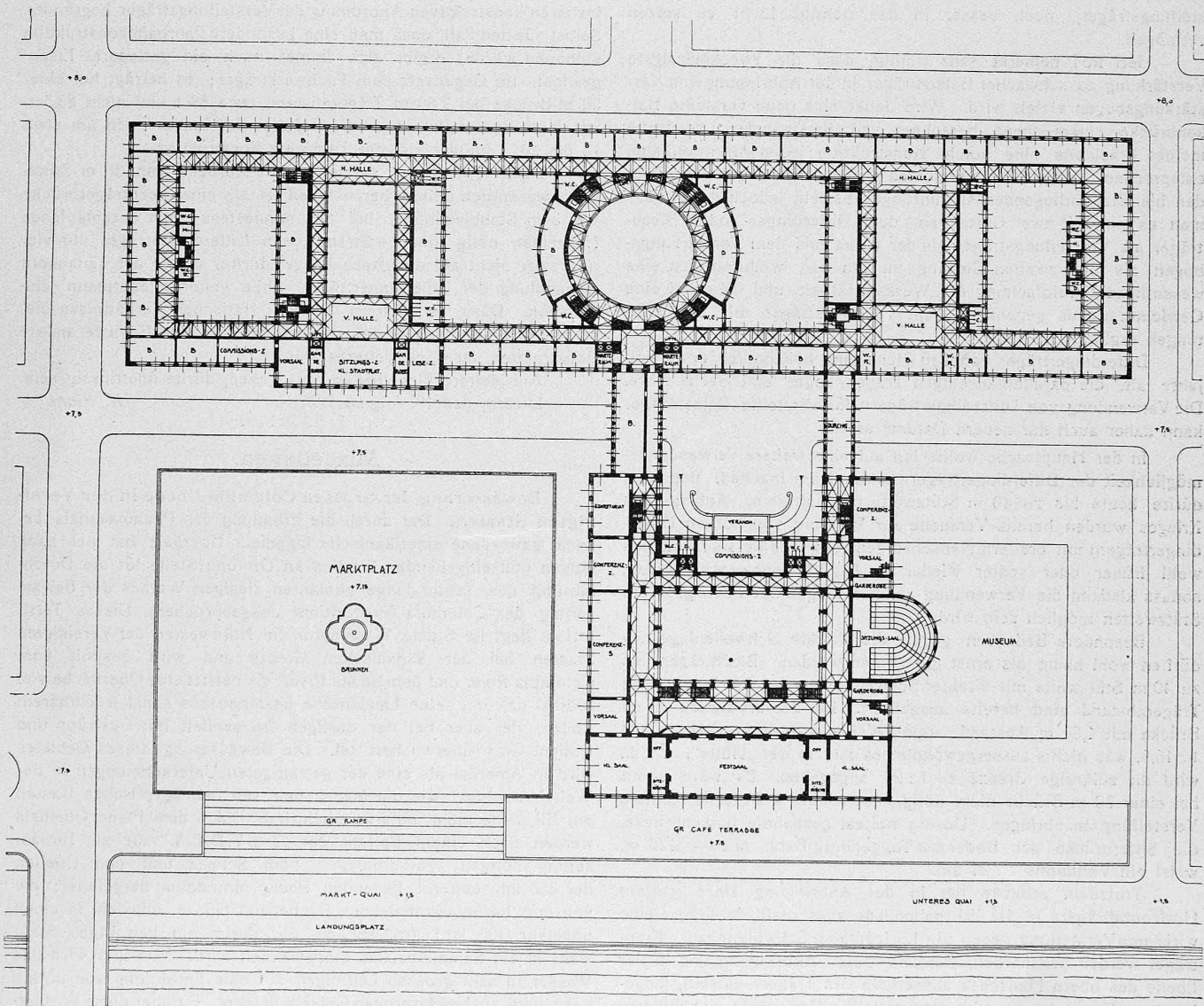


Schaubild des Marktplatzes mit Verwaltungsgebäude (links) und Rathaus (rechts) zum Entwurf Alfredo Becker.



Rathaus-Entwurf von Dipl. Arch. Alfredo Becker von Porto Alegre (Brasilien). — Lageplan mit Grundriss vom 1. Stock, Masstab 1:1500.