Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 89/90 (1927)
Heft: 2

Artikel: Das Kraftwerk Tremorgio der Officine Elettrice Ticinesi S.A., Bodio
Autor: Trzcinski, M.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-41633

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: 02.07.2025

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

Das Kraftwerk Tremorgio der Officine Elettriche Ticinesi S. A., Bodio.

Von M. TRZCINSKI, Ingenieur der A.-G. Motor-Columbus, Baden.

(Fortsetzung von Seite 3.)

Druckleitung.

Das Tracé der Druckleitung verläuft von der Apparatenkammer aus von Süd-West ziemlich genau in nordöstlicher Richtung gegen das Maschinenhaus. Es weicht den gefährlichen Lawinenzügen aus, die während mehreren Jahren sorgfältig beobachtet wurden. Zur grössern Sicherheit ist aber die Leitung mit Ausnahme der ganz steilen Felspartien in einen Rohrgraben verlegt und zugedeckt worden. Das Längenprofil passt sich den Gewölbeverhältnissen bestmöglich an, sodass sehr grosse und gefährliche Massenbewegungen vermieden werden konnten (Abb. 10).

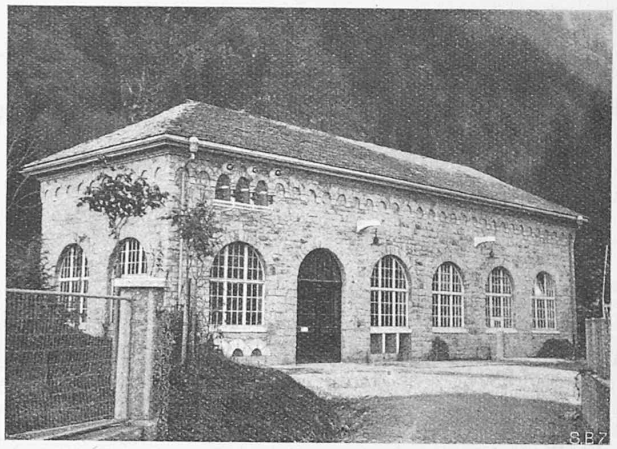


Abb. 15. Das Maschinenhaus, von Osten gesehen.

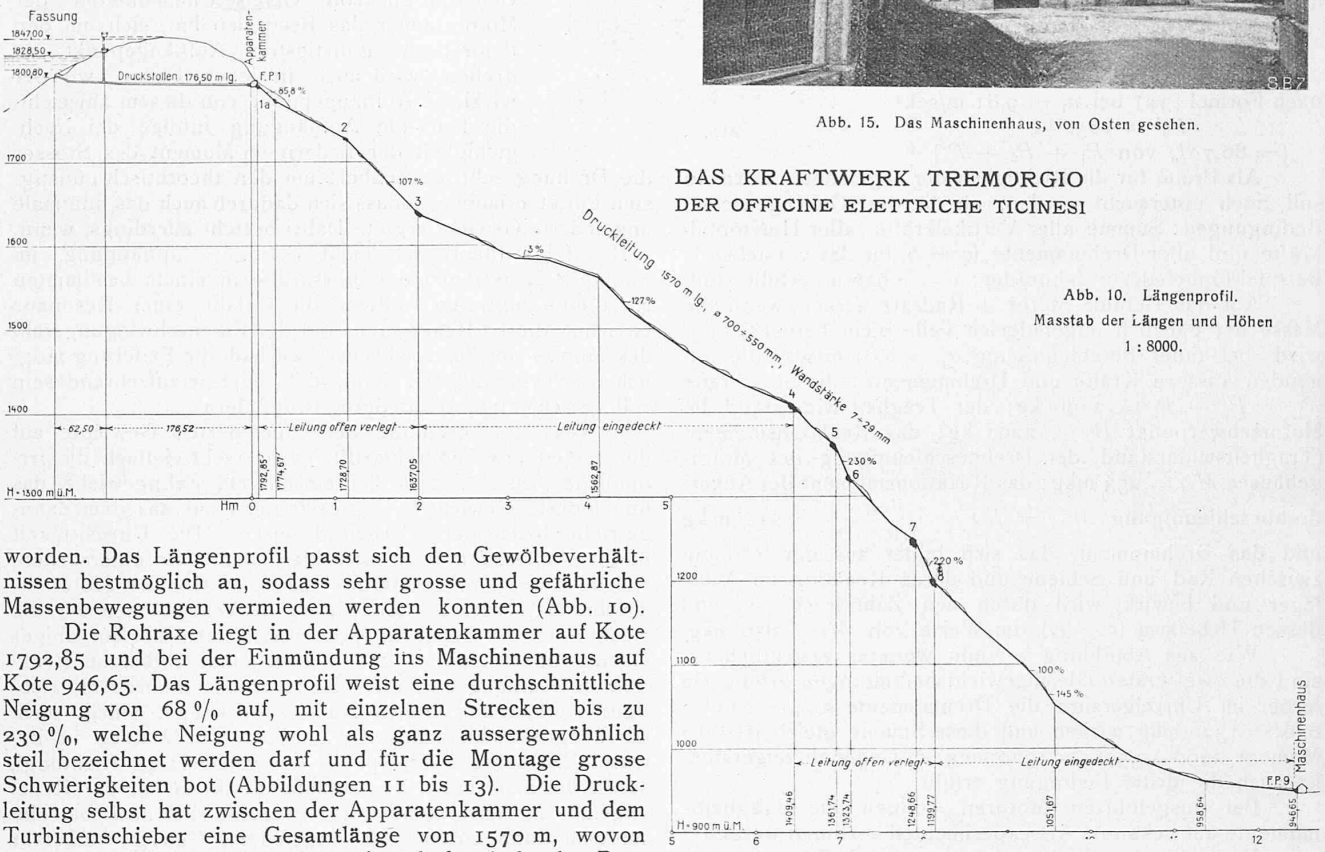


Abb. 10. Längenprofil. Masstab der Längen und Höhen 1 : 8000.

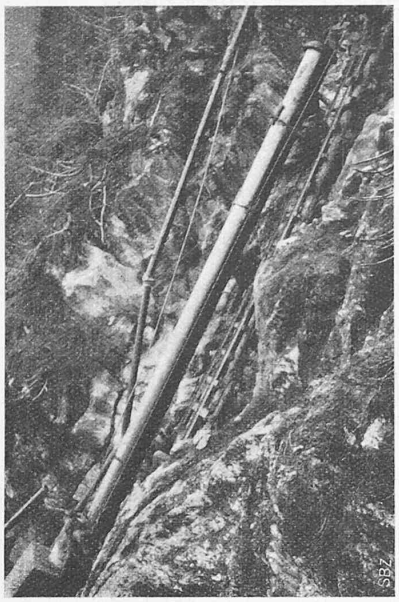
Die Rohraxe liegt in der Apparatenkammer auf Kote 1792,85 und bei der Einmündung ins Maschinenhaus auf Kote 946,65. Das Längenprofil weist eine durchschnittliche Neigung von 68 % auf, mit einzelnen Strecken bis zu 230 %, welche Neigung wohl als ganz aussergewöhnlich steil bezeichnet werden darf und für die Montage grosse Schwierigkeiten bot (Abbildungen 11 bis 13). Die Druckleitung selbst hat zwischen der Apparatenkammer und dem Turbinenschieber eine Gesamtlänge von 1570 m, wovon 1040 m in einem Rohrgraben eingedeckt sind; der Rest von rund 530 m entfällt auf die sehr steilen Felspartien und ist offen verlegt. Die Normalprofile sind in Abb. 14 zusammengestellt. Infolge der Gefällsbrüche sind Verankerungsklötze aus Beton notwendig geworden. In den offen verlegten Leitungstrecken sind ausserdem alle 6 bis 8 m betonierte Untersätze angebracht. Im Rohrgraben ist das Rohr in einer Steinpackung bis zur Hälfte eingebettet und dann mit Material abgedeckt; in den steilern Strecken und da, wo Lawinen und Steinschläge zu befürchten sind, wurde überdies die Oberfläche der Eindeckung mit einer rund 30 cm starken Trockenpflästerung versehen, die sich auf liegende Gewölbe absetzt. Bei den offen verlegten Abschnitten des Rohrstranges wurden, wo nötig, ebenfalls Schutzbauten angeordnet.

Die Rohre sind aus mittels Wassergas überlappt geschweissten Flusseisenblechen hergestellt, die mit $\sigma = 1000$ kg/cm² für den hydrostatischen Druck, bei einem Wirkungsgrad der Schweissnaht von 85 % gegenüber dem vollen Blech, berechnet wurden. Ueberdies erhielten alle einbetonierten Rohre 2 mm Rostzuschlag. Der Rohrstrang ist in vier Zonen eingeteilt, bei einer Durchmesserabstufung von 700 mm auf 550 mm; dabei nehmen die Blechstärken von oben nach unten, mit 7 mm beginnend, bis 29 mm zu. Die normale Baulänge der Rohre beträgt 12 m, die der Krümmer im Maximum 8 m.

In den Rohrstrecken mit 700 mm und 650 mm innerer Lichtweite erhielten die geraden Rohre für die Querverbindungen einreihige und zweireihige konische Nietmuffen nach System Thyssen, während für Bogenrohre, Expansionen und Anschlussrohre überall Flanschenverbindungen nach System Thyssen zur Anwendung gelangten. In den Rohrstrecken mit 600 mm und 550 mm sind sowohl die geraden wie die übrigen Rohre durchwegs mit aufgeschweissten Bundringen und losen Flanschen verbunden. Sämtliche Flanschenverbindungen haben konische Dichtungsnuten mit Rundgummi-Dichtungen. Die Expansionen sind wassergas-geschweisste Stücke und sind so gebaut, dass bei seitlichem Drücken ein Heraustreiben des Degenrohres ausgeschlossen ist. Die Fixpunkt- und Anschluss-Rohre wurden zwecks besserer Verbindung mit den Beton-Klötzen mit aufgepressten oder aufgeschweissten schmiedeisernen Winkelringen versehen, sowie, wo nötig, noch mit einer zweckentsprechenden Verankerung.

Das Gesamtgewicht der fertig montierten Rohrleitung, einschliesslich Rohrsättel und sämtliche Verankerungen, beträgt rund 510 t.

Um dem Einfluss des Rostes zu begegnen, wurden alle Rohre in- und auswendig vor der Ablieferung in den Werkstätten mit einem einmaligen Teer-Asphaltanstrich versehen. Nach der Montage wuden defekte Stellen aus-



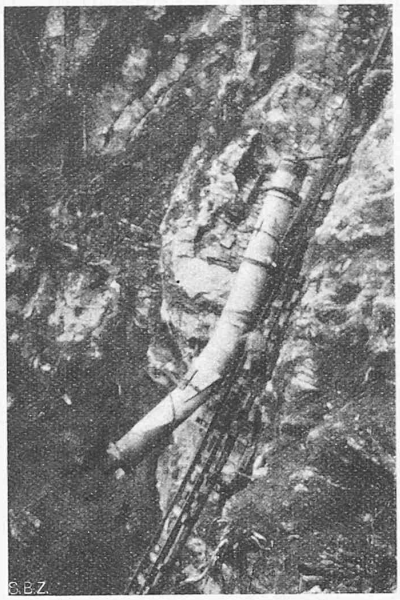


Abb. 12 und 13. Montage der Druckleitung auf der Steilstrecke zwischen Fixpunkt 5 und 6.

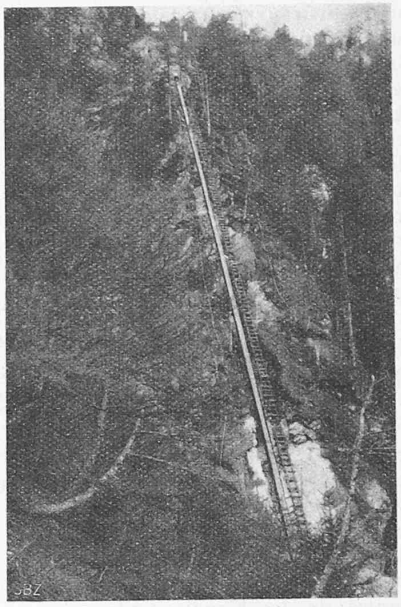


Abb. 11. Druckleitung zwischen Fixpunkt 2 und 3.

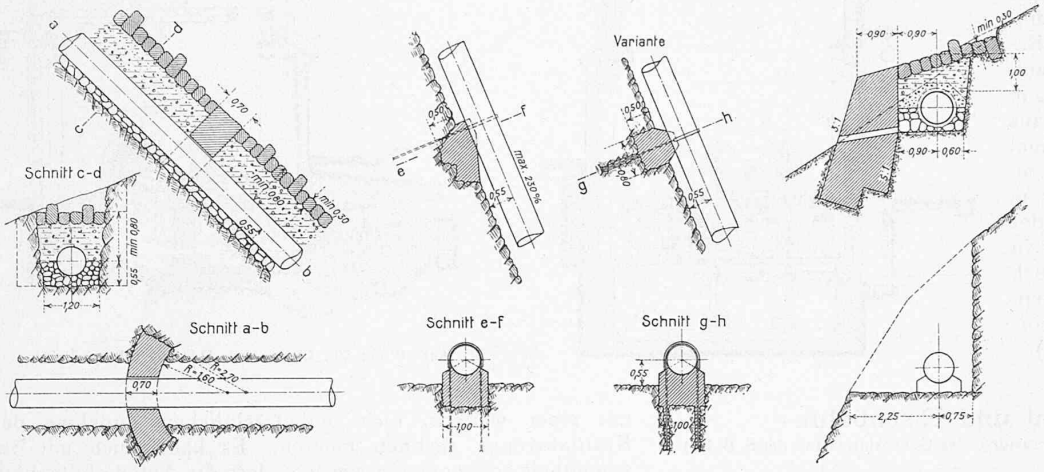


Abb. 14. Einzelheiten des Druckleitungs-Unterbaues. — Masstab 1 : 150.

gebessert und endgültig an sämtlichen Bestandteilen der Rohrleitung, in den gedeckten wie auch in den ungedeckten Teilstrecken, ein säurefreier Teer-Asphaltanstrich an Ort und Stelle warm aufgetragen.

Maschinenhaus und Unterwasserkanal.

Das Maschinenhaus (Abbildung 15) liegt im südwestlichen Teile des Dorfes Rodi, in unmittelbarer Nähe des Lagascabaches und der Kantonstrasse Airolo-Faido, mit der Hauptfront und Einfahrt an der Strassenseite. Das erweiterungsfähige Bauwerk ist in romanischem Stile gehalten und fügt sich mit seinen einfachen, gefälligen Formen sehr gut in die Umgebung ein. Die bergseitige Längsfassade ist zum Schutze gegen Lawinen, die zwar nach menschlichem Ermessen die Zentrale nicht erreichen dürften, als Staumauer mit Pfeilerbögen ausgebildet. Mit Ausnahme der Betonfundamente der Maschinen- und der Transformatorengruppe ist der Bau durchwegs in Bruchsteinmauerwerk ausgeführt.

Im Maschinenhaus, das im ersten Ausbau eine lichte Bodenfläche von nur 19,60 × 7,50 m besass, gelangte zunächst eine zweilagerige, horizontalachsige Maschinengruppe mit Peltonturbine von 15000 PS Maximalleistung bei 750 Uml/min, sowie der zugehörige Transformator nebst Schaltapparatur zur Aufstellung. Im Laufe des letzten Jahres wurde das Gebäude zur Aufnahme der zwei bereits erwähnten Hochdruck-Pumpen vergrössert. Aus den Abbildungen 16 bis 20 auf den folgenden Seiten ist der gegenwärtige Ausbau der Zentrale zu erkennen. Auf die Maschinen selbst werden wir noch zurückkommen.

Die unter der Turbine befindliche Ablaufkammer wurde der hohen auftretenden Wassergeschwindigkeiten wegen mit Granitquadern verkleidet und zwecks Verminderung dieser Geschwindigkeit in besonderer Weise ausgestaltet. Im Unterbau der Zentrale befinden sich die Ventilations-Kanäle für den Generator, die mittels besonderer Schächte sowohl die Frischluftentnahme von aussen oder von innen als auch die Warmluftabgabe ins Freie oder, zu Heizzwecken, in den Maschinensaal gestattet. Im Untergeschoss befinden sich ferner der Raum für die Verbindungskabel zwischen Generator und Transformator nebst den zugehörigen Apparaten und Trennmesser, sodann die Kammer für den Turbinen- und den Leerlaufschieber und die Gruben der Transformatoren und Hochspannungschalter.

Die Zentrale ist ferner ausgerüstet mit einem 25 t-Kran, überlastbar bis auf 30 t für das Heben des Transformators samt seiner Oelfüllung. Das Hubwerk des Krans ist mit einem Elektromotor versehen, während die Antriebe für die Katzen- und die Kranfahrt mittels Handketten vom Saalboden aus zu bedienen sind.

Das Kühlwasser für den Transformator und die beiden Generatorenlager wird mittels einer Zentrifugalpumpe dem Unterwasserkanal entnommen und in einem über Saalboden aufgestellten Blechgefäss von rd. 3 m³ Inhalt aufgespeichert. Ausnahmsweise kann das Kühl-Wasser auch der Hydrantenleitung entnommen werden, die über ein Druckreduzierventil von der Druckleitung her gespeist wird.

Nebst den elektrischen und hydraulischen Mess- und Schalteinrichtungen ist im Maschinensaal ein Limnigraph für den Unterwasserkanal aufgestellt. Der elektrische Strom für die Beleuchtung des Maschinenhauses und die Kleinmotoren (Kran, Oelpumpe, Zentrifugalpumpe usw.) wird aus dem Ortsnetz der Gemeinde Rodi bezogen.

Die *Reparatur-Werkstätte* für die Anlage ist in einem benachbarten Gebäude untergebracht.

Der *Unterwasserkanal* von rd. 25 m Länge gibt das Betriebswasser auf Kote 944,55 wieder dem Lagascabach ab, etwa 12 m oberhalb der steinernen Strassenbrücke von Rodi. Sohle und Seitenwände des Kanals sind ausbetoniert. Unmittelbar beim Turbinenauslauf und rd. 13 m abwärts im Kanal ist je ein aus Eisenbahnschienen bestehender Beruhigungsrechen eingebaut. Auf einer Länge von 12 m vom Maschinenhaus aus hat der Unterwasserkanal eine lichte Weite von 1,50 m, die sich nach weitern 5 m auf 3,50 m erhöht. Bei der Einmündung des Kanals in den Lagascabach ist noch ein Messüberfall in Eisenkonstruktion erstellt worden. (Forts. folgt.)

DAS KRAFTWERK TREMORGIO DER OFFICINE ELETTRICHE TICINESI.

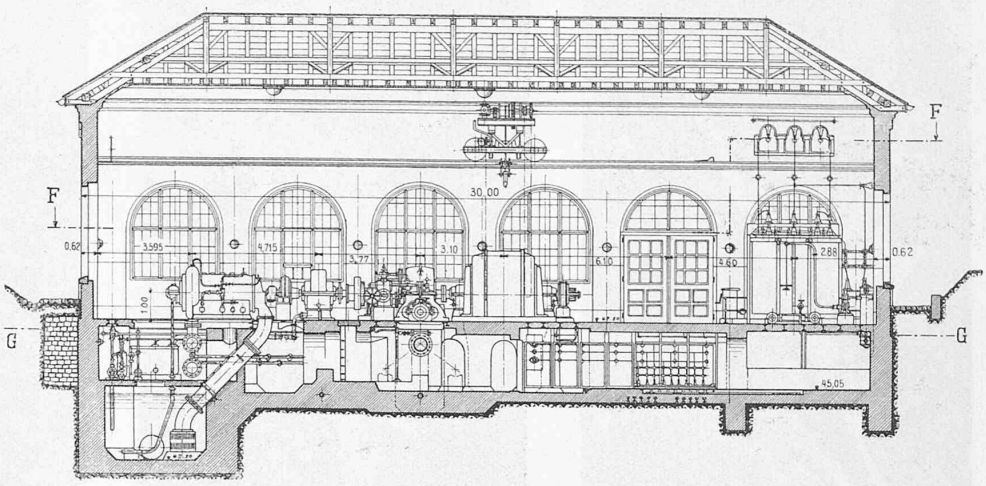
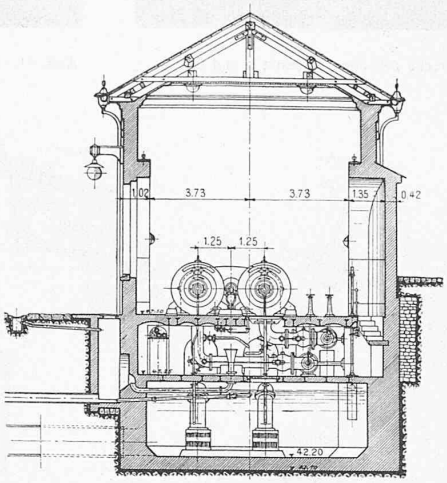


Abb. 18. Längsschnitt B-B durch das Maschinenhaus, links die Hochdruckpumpen. — Masstab 1 : 250.



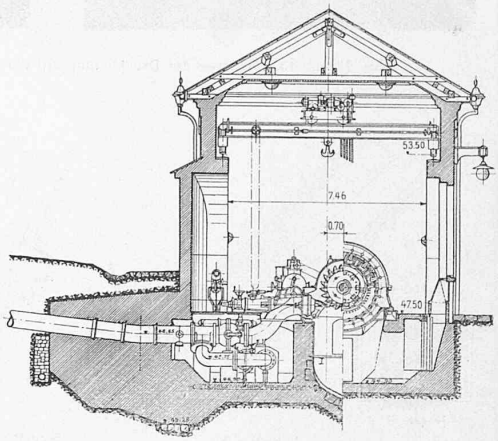


Abb. 19 und 20. Querschnitte D-D und E-E. — 1 : 250.

Automobil und Eisenbahn.

Von Dr. Ing. A. SCHRAFL, Präsident der Generaldirektion der S. B. B.[1])

Als mit Beendigung des Krieges der Automobilmarkt mit den billigen Wagen der zu liquidierenden Heeresbestände überschwemmt wurde und die Inflation in den uns umgebenden Staaten auch sonst den Ankauf billiger Automobile erleichterte, nahm deren Bestand in unserem Lande sehr rasch zu. Die starke Steigerung, die während dieser Zeit die Eisenbahntarife erfahren hatten, und die niedrigen Einfuhrzölle auf Automobilen leisteten dieser Entwicklung Vorschub. Vom Jahre 1913 bis Ende 1925 ist die Zahl der Automobile in unserem Lande von 5416 auf 37 262 gestiegen. Im gleichen Zeitraum ist die Benzineinfuhr, die im Jahre 1913 16 000 t betrug, auf annähernd das Fünffache, d. h. 77 000 t angewachsen. Das Zollerträgnis aus Autos und Benzin, das im Jahr 1913 den bescheidenen Betrag von 424 100 Fr. erreichte, wird sich im Jahr 1927 auf rund 28 Millionen Fr. belaufen. Man sieht hieraus, dass mit den Schwierigkeiten, mit denen die Staatsbahn infolge der Automobilkonkurrenz zu kämpfen hat, eine recht ansehnliche Höhe der Zolleinnahmen verbunden ist, die der allgemeinen Rechnung des Bundes zustatten kommt.

Berücksichtigt man, dass gegenwärtig in Amerika auf je 5,7 Einwohner, in England auf 49 Einwohner, in Frankreich auf 54, in Schweden auf 74, in Belgien auf 82 und in der Schweiz aber nur auf 104 Einwohner je ein Automobil vorhanden ist, so wird man auch für unser Land mit einer weitern, nicht unbeträchtlichen Zunahme der Kraftfahrzeuge rechnen müssen. Es kann auch mit Bestimmtheit angenommen werden, dass die Automobiltechnik noch bedeutende Fortschritte machen und dass es ihr mit der Zeit gelingen wird, dieses Transportmittel auch noch billiger zu gestalten. Dies alles führt zu einer tiefgehenden Umwälzung im Transportwesen, bedroht selbstverständlich die Existenz der bestehenden Transportanstalten und schafft überhaupt ein Problem, das nicht nur die unmittelbar Beteiligten, die Automobilbesitzer und die Eisenbahnverwaltungen, angeht, sondern die Interessen aller berührt.

Ganz besonders von Bedeutung ist die Frage der Automobilkonkurrenz in Ländern, in denen, wie bei uns, die Eisenbahnen in der Hauptsache dem Staate selbst gehören und einen Teil des Volksvermögens darstellen. Dabei handelt es sich nicht nur um die Bundesbahnen, sondern auch um unsere andern Haupt- und Nebenbahnen, die fast alle unter starker finanzieller Beteiligung der Kantone und Gemeinden gebaut wurden und betrieben werden. Erhöht werden bei uns die durch die Automobilkonkurrenz entstehenden Schwierigkeiten noch dadurch, dass unser Land klein und infolgedessen die Entfernungen kurz sind, und dass wir bei dem sozusagen völligen Mangel einer Montan-Industrie nur wenige Massentransporte zu befördern haben.

Angesichts aller dieser Tatsachen wird man sich vor allem die Frage stellen müssen: *Sind die Eisenbahnen durch die Entwicklung des Automobils zwecklos geworden* oder ist zu erwarten, dass sie sich mit der Zeit als zwecklos erweisen werden? Man begegnet nämlich schon heute dann und wann der Ansicht, die Eisenbahnen seien eine bereits

[1]) Auszug aus einem am 17. Dezember 1926 in der Volkswirtschaftlichen Gesellschaft der Stadt Zürich gehaltenen Vortrag.

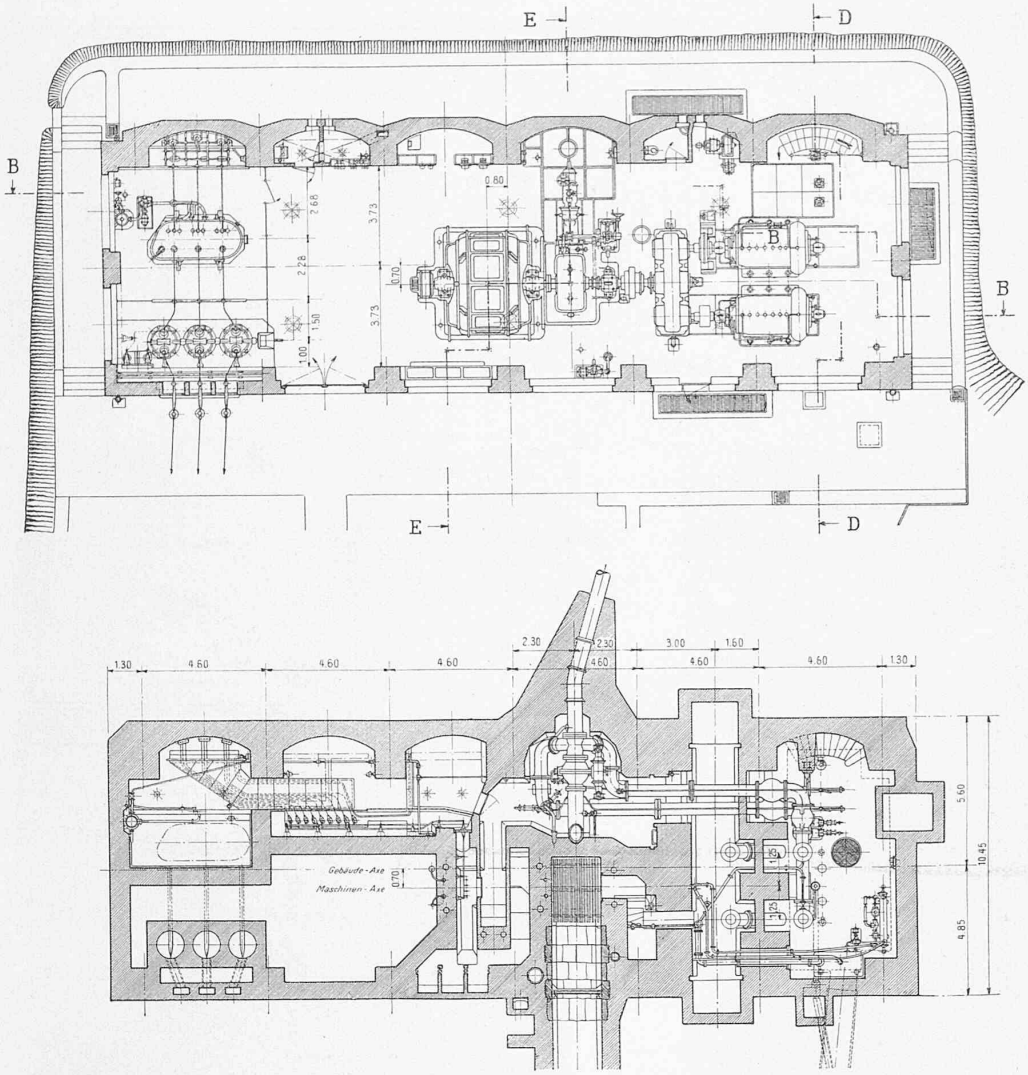


Abb. 16 u. 17. Grundrisse des Untergeschosses und des Erdgeschosses des Maschinenhauses. — Masstab 1 : 250.

veraltete Einrichtung. Wie seinerzeit die Eisenbahn den Frachtwagen von der Strasse verdrängt habe, so verdränge jetzt das junge Transportmittel die Eisenbahn.[1]) Um diese für die Zukunft der Eisenbahnen entscheidende Existenzfrage beantworten zu können, ist es vor allem notwendig, die Selbstkosten des Automobiltransportes mit denen des Eisenbahntransportes zu vergleichen.

Vergleich der Transportkosten.

Auf den Personentransport treten wir hier nicht näher ein. Es sei in dieser Hinsicht lediglich erwähnt, dass Prof. Steiger Anfang 1926 ausrechnete, das Personen-Automobil entziehe den Eisenbahnen jährlich 287 765 400 Personenkilometer, was 12% des gesamten Personenverkehrs ausmachen würde und einer Einbusse von rund 20 Mill. Fr. gleichkäme. Ingenieur Monteil, der Sekretär des Verbandes schweizerischer Motorlastwagenbesitzer, berechnet den Ausfall auf höchstens 5% der Personenkilometer, was eine Einnahmen-Verminderung von 8,5 Mill. Fr. darstellen würde. Diese letzte Schätzung dürfte der Wirklichkeit wohl näher kommen.

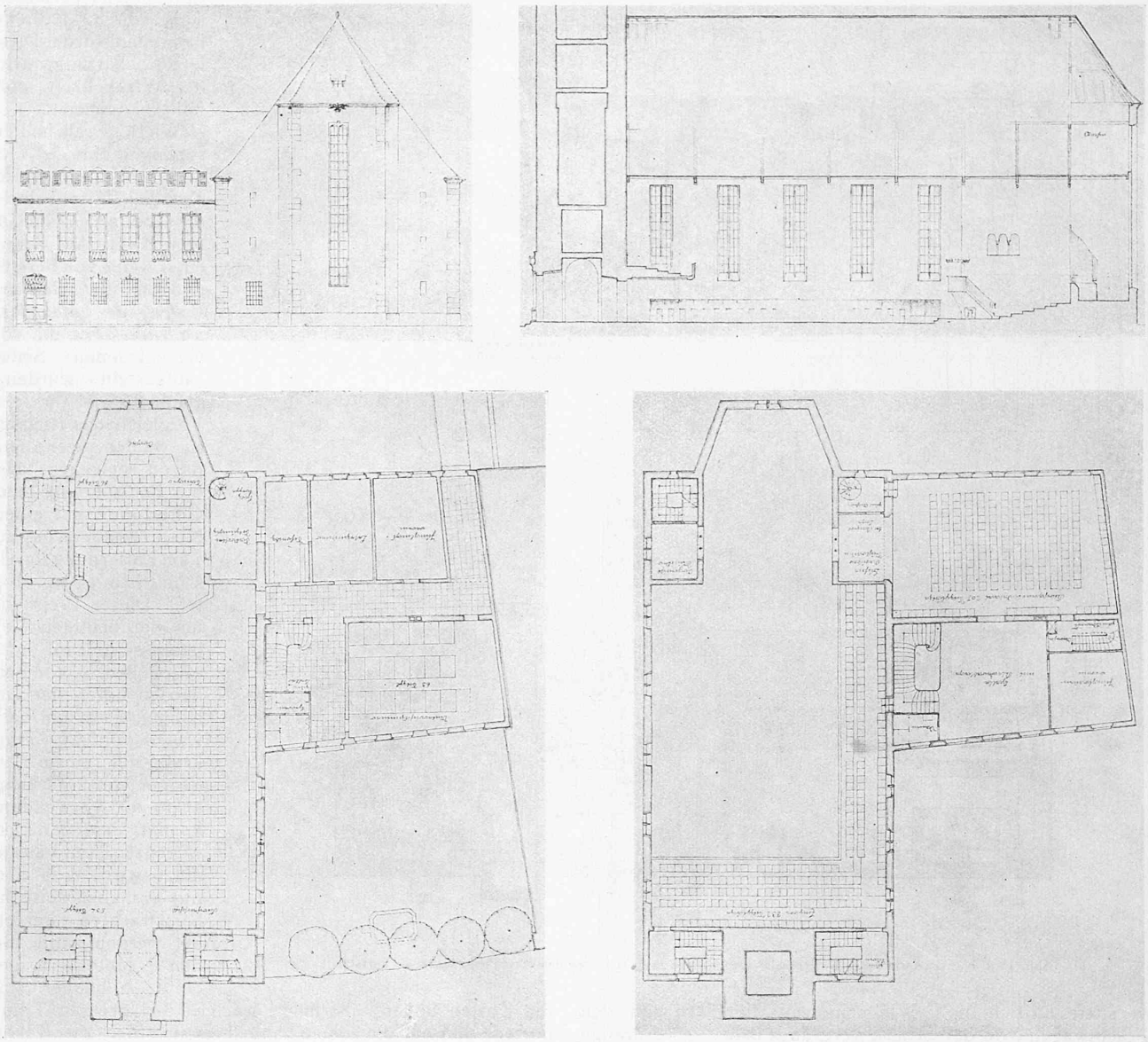
Wichtiger als im Personenverkehr ist für die meisten schweizerischen Eisenbahnen die Konkurrenz im Güterverkehr. Auf Grund einer Reihe von Berechnungen der *Betriebskosten des Motorlastwagenverkehrs*, die von verschiedenen Seiten aufgestellt wurden, glauben wir für den Vergleich das Richtige zu wählen, wenn wir davon ausgehen, dass die Beförderung einer Gütertonne mit einem Motorlastwagenzug auf 1 km Entfernung durchschnittlich 23 Rp. kostet. Dieser Preis gilt für die heutigen Verhältnisse und für einen rationellen Automobilbetrieb unter der Annahme, dass ein Lastwagen von 5,5 t Tragkraft mit einem Anhänger von 4,5 t Tragkraft zur Verwendung kommt, dass der Lastwagenzug gut ausgenützt wird, dass aber nur ausnahmsweise mit Rückfrachten gerechnet werden kann. Bei den Motorlastwagen ohne Anhänger sind die Kosten höher; überhaupt wachsen bei grossen Transporten, und nur um solche handelt es sich hier, die Kosten mit der Abnahme der Tragfähigkeit der Lastwagen.

Nun ist aber, wie schon bemerkt, mit Bestimmtheit darauf zu rechnen, dass der Automobilbau noch weitere Fortschritte machen wird. Die Brennstoffkosten werden dadurch vielleicht von 29 auf 15 bis 12 Rp./tkm, die Transportkosten auf 20 Rp./tkm herabgesetzt werden. Eine einlässliche Prüfung der zahlreichen Fälle, in denen Industrielle oder Kaufleute zum Automobilbetrieb übergegangen sind, hat gezeigt, dass dieser Preis von 20 bis 23 Rp./tkm bei Wagenladungstransporten von ungefähr 10 t den tatsächlichen Verhältnissen entspricht.

Versucht man nun festzustellen, wie gross die *Kosten der Eisenbahntransporte* sind, so gelangt man auf Grund von Berechnungen zu dem Ergebnis, dass bei den S. B. B. im Jahre 1925 die Beförderung einer Gütertonne auf 1 km Entfernung, unter Einrechnung sämtlicher Auslagen für Unterhalt, Verzinsung und Tilgung der Anlagen, im Mittel der Bahnverwaltung eine Ausgabe von 8,7 Rp. verursachte, also nur 40% der Kosten des Transportes mit einem Motorlastwagenzug erforderte. Da bei einer Eisenbahn ein sehr grosser Teil der Kosten auf die festen Anlagen fällt, die auch dann unterhalten, verzinst und amortisiert werden müssen, wenn der Verkehr gering ist, wachsen die Betriebs-Ausgaben nicht im Verhältnis der Zunahme der Transportmengen. Nachdem mit 8,7 Rp. pro Gütertonnenkilometer der Anteil des Gütertransportes an den Gesamtkosten des Jahres 1925 gedeckt war, hätte jeder Mehrverkehr zu einem viel

[1]) Es ist interessant, nachzulesen, was in dieser Hinsicht schon vor 21 Jahren in der „S. B.. Z." (vrgl. Bd. 47, S. 9, 6. Januar 1906) geschrieben worden ist. In einem mit „Automobilismus" betitelten Artikel finden wir folgende Aeusserung:

„Es muss im Organ der Technikerschaft unseres Landes beizeiten gesagt werden, *dass anscheinend grosse Dinge im Werden sind, dass wir vor einer Umwälzung unseres Verkehrswesens stehen, dass das Pferd von unsern Strassen nahezu verschwinden wird und die Eisenbahn einen wesentlichen Teil ihrer Fahrgäste verlieren dürfte.* (Dieser Satz ist schon in jenem Artikel durch Kursivdruck hervorgehoben.) Vielen mag diese Prognose sehr kühn erscheinen . . ." Dieser Verkehrsprophet war unser verstorbener S. I. A.-Sekretär, Ing. A. Trautweiler. Red.



Entwurf Nr. 36. Grundriss des Erdgeschosses, oben Rückansicht. — Masstab 1 : 400. — Grundriss des Galeriegeschosses, darüber Längsschnitt.

geringern Preise befördert werden können. Die Bundesbahnen führen auch tatsächlich einzelne Güter beim elektrischen Betrieb zu 2,5 Rp. und beim Dampfbetrieb zu 3 Rp./tkm, während, wie schon erwähnt, der gleiche Transport mit Lastwagen auf mindestens 20 Rp. zu stehen käme. Mit jeder Transportmenge, die der Eisenbahn durch das Automobil entzogen wird, steigen umgekehrt die mittlern Kosten des Eisenbahntransportes. Wir werden später sehen, dass heute ohne das Hinzutreten der Automobil-Konkurrenz eine Tarifreduktion auf sämtlichen Gütern um mindestens 10% unbedenklich möglich gewesen wäre. Das sollten insbesondere jene nicht übersehen, die den Eisenbahnen durch Anschaffung von Automobilen Konkurrenz machen, daneben aber auch noch andere Güter, wie Kohle u. drgl., mit der Bahn zu befördern haben.

Die durchschnittlichen Einnahmen, die die S. B. B. im Jahre 1925 pro Gütertonnenkilometer hatten, beliefen sich auf 11,7 Rp., waren somit um etwa 3 Rp. höher als die Ausgaben. Diese Mehreinnahme wird durch den Personenverkehr, der erfahrungsgemäss weniger einträglich ist als der Güterverkehr, wieder aufgezehrt. Es wäre aber unrichtig, wenn man aus dieser Tatsache den Schluss ziehen wollte, der Personentransport sei ein schlechtes Geschäft. Der Personenverkehr hat nämlich bei der Verteilung der Gesamtkosten, wie sie hier vorgenommen wurde, ebenfalls einen sehr beträchtlichen Anteil an den Kosten des Unterhaltes sowie der Verzinsung und Tilgung der festen Anlagen zu tragen. Wäre er nicht vorhanden, so hätte der Güterverkehr diese gesamten Lasten allein zu decken, was nur mit einer wesentlichen Erhöhung der Gütertarife möglich wäre.

Versucht man, die Einzelkosten, aus denen sich die Betriebskosten der beiden Verkehrsarten zusammensetzen, einander gegenüberzustellen, so geht hervor, dass die Kosten des Eisenbahntransportes im Vergleich zu denen des Motorwagenbetriebes, namentlich durch die Auslagen für die Fahrbahn, ungünstig beeinflusst werden. Während beim Eisenbahntransport der Anteil an den Fahrbahnkosten 18 Rp. ausmacht, beziehen die Kantone für den Strassen-Unterhalt aus den Automobilsteuern höchstens 6 Rp. pro Lastwagenkilometer.

Die Wirkung der Kostenunterschiede zwischen Automobil- und Eisenbahntransport kann in ziemlich weitgehendem Masse beeinflusst werden durch besondere Nebenumstände und Nebenausgaben. Hierzu gehören vor allem die Kosten eines notwendig werdenden Umladens, Ersparnisse an der Verpackung beim Motorlastwagenverkehr, die Möglichkeit günstiger Rückfrachten, raschere Bedienung