

# Technisch-wirtschaftliche Betrachtungen zum Wasserkraftwerksbau in Nordamerika

Autor(en): **Meyer, Hans**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

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

Heft 9

PDF erstellt am: **11.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-38053>

## **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.

Beim Umbau ergab sich nun von den Seitenmauern der alten Flügel und den Giebelmauern des Obergeschosses, sowie am Hauptgesimse so viel verwendbares Haustein-Material, dass der Grossteil der Treppentürme, der Seiten und der bahnsseitigen Attika daraus erstellt werden konnte, und dass nur verhältnismässig wenig Haustein zur Ergänzung neu zu beschaffen war. Die Säulen, die das Hetzerdach des Perron tragen, sind aus gewaschenem Seesand, bearbeitet, ohne weitere Kunststeinmaterialien; zur Deckung diente Eternit. Im Innern sind die Böden der Schalter- und Durchgangshalle in Mosaik-Terrazzo, dergleichen die Wände, z. T. schwarz poliert, was eine saubere, solide und preiswerte Lösung darstellt. Im übrigen sei auf die Bilder verwiesen.

Das Stationgebäude in Augst (Abb. 8 bis 12 auf den Seiten 112 und 113) ist hingegen ein reiner Neubau. Neuartig für die S. B. B. ist daran, dass das sonst stets freigestellte Aborthäuschen mit dem Aufnahmegebäude vereinigt wurde, wodurch sich die Möglichkeit ergab, das Raumprogramm in einem architektonisch einheitlichen Baukörper zu befriedigen. Dabei wurde versucht, durch Verteilung der Fenster und liebevolle Behandlung der Einzelheiten eine reizvolle Belebung der Fassaden zu erzielen. Die Obergeschosse enthalten, wie in Brugg, Wohnungen, die links und rechts

des Hauptbaues auf der Strassenseite je ein Gärtchen mit Mauereinfassung erhielten.

Entwurf und Ausführungspläne waren Architekt Alb. Froelich übertragen, während das Hochbaubureau der Kreisdirektion III bei der Ausführung und Einzelbearbeitung mitwirkte und die Bauleitung besorgte.



Abb. 7. Gesamtbild des durch Arch. Alb. Froelich umgebauten Bahnhofs Brugg von der Bahnseite.

Es verdient besonders anerkannt zu werden, dass hier die S. B. B. auch für kleinere Objekte die künstlerische Mitwirkung eines Privat-Architekten in Anspruch nahmen. Mögen sie darin fortfahren.

### Technisch-wirtschaftliche Betrachtungen zum Wasserkraftwerksbau in Nordamerika.<sup>1)</sup>

Von Ing. Hans Meyer, Baden.

#### Staumauern.

Im Bau von Staumauern sind uns die Amerikaner weit voraus. Zwar hat sich auch bei uns schon vor Jahren die Erkenntnis durchgerungen, dass es ein Unding ist, ein Baumaterial wie Beton nur mit seinem Gewicht wirken zu lassen. Seine charakteristische Eigenschaft, und diese muss bei einer wirtschaftlichen Konstruktion ausgenützt werden, ist die Widerstandsfähigkeit auf Druck. Trotz dieser Erkenntnis sind bei uns heute fast nur *Schwergewichtsmauern* ausgeführt worden. In Amerika ist dieser Typus nun wohl endgültig verlassen worden, es sei denn, dass die Widerlager wegen schlechten Gesteins nicht belastet werden dürfen. Die letzte grosse Ausführung bildet der Roosevelt-Damm<sup>2)</sup>, der den Salt-River in Arizona aufstaut. Diese Mauer wurde von der Regierung mit grossem, auch künst-

<sup>1)</sup> Wir entnehmen diese Mitteilungen einem uns zur Verfügung gestellten längeren Bericht eines Kollegen, der während mehrerer Jahre in Nord-Amerika tätig war.

<sup>2)</sup> Vergleiche dessen Abmessungen in Band LXXVIII, Seite 286 (10. Dezember 1921). Red.



Abb. 6. Vorhalle und Treppenturm des umgebauten Bahnhofs Brugg.

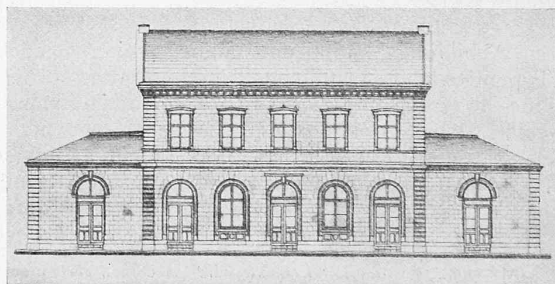


Abb. 1. Bahnseitige Fassade des alten Bahnhofs Brugg. — 1:400.

Umbau und Erweiterung des Bahnhofs Brugg der S. B. B.

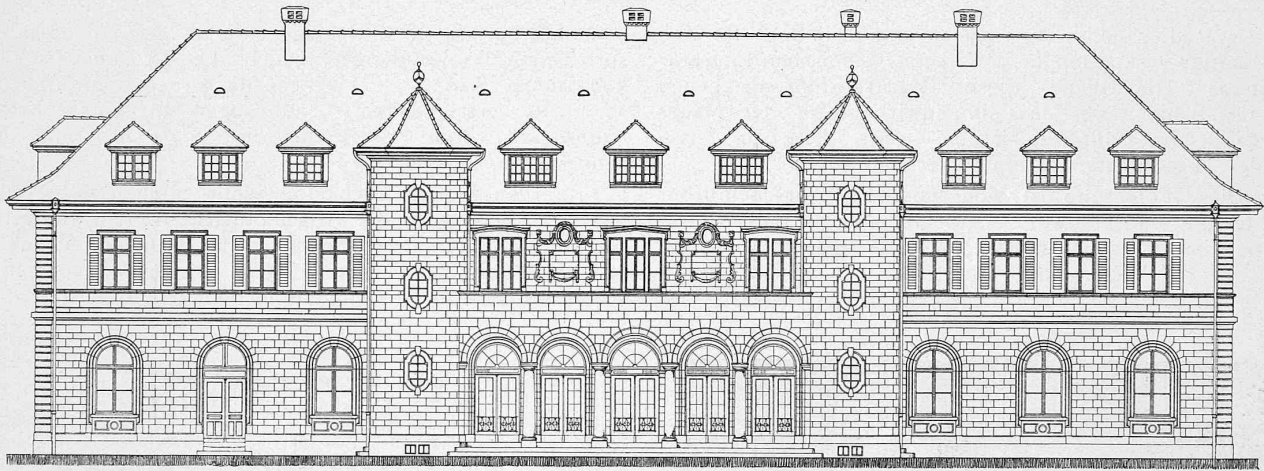
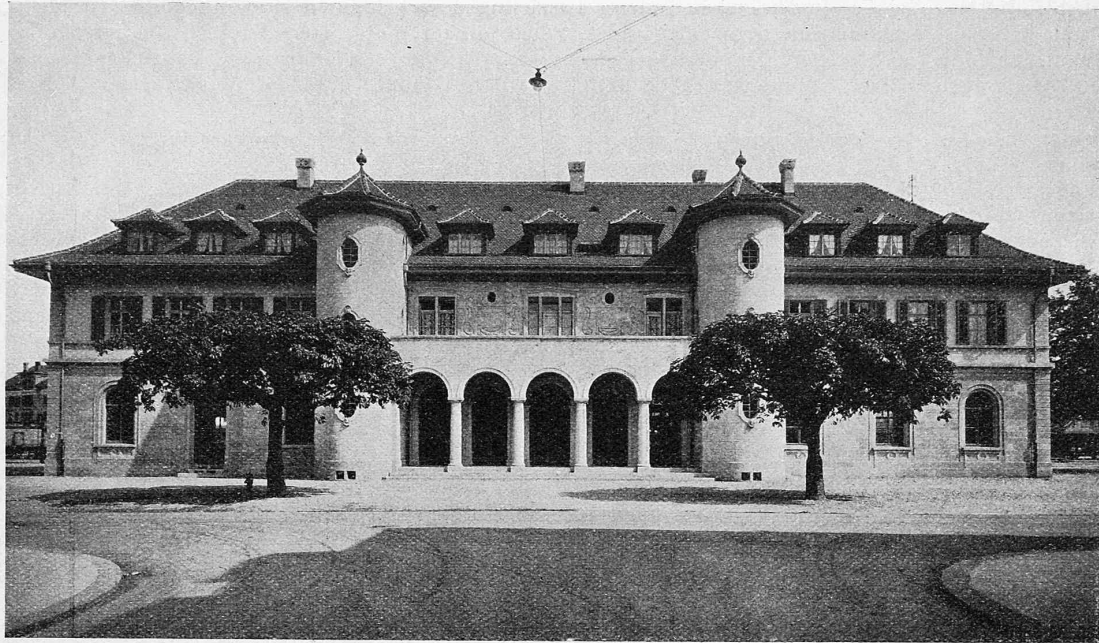


Abb. 5 (oben) Gesamtbild von der Stadtseite her. — Arch. Alb. Froelich, Zürich. — Abb. 4 (unten) Fassade 1 : 250.

lerischem Aufwand ausgeführt und zur Erhöhung der Sicherheit im Grundriss gekrümmt.

Einen neuen Typ (zu dem der vom Verfasser am Little-River in North Carolina gebaute Damm gehört) bildet die *Staumauer mit konstantem Radius*. Diese Mauern werden als Zylinder-Segmente gerechnet, die äusserem konzentrischem Druck unterworfen sind. Die Berechnung der Dammdicke in bestimmter Höhe erfolgt also in genau gleicher, in der Bedeutung aber umgekehrter Art, wie die Berechnung einer Druckleitung für einen bestimmten innern Druck. Der Staumauerquerschnitt wird bei diesem Typus

wesentlich dünner als bei der Schwergewichtsmauer. Seiner Berechnung liegt die Annahme zu Grunde, dass die Bogenwirkung des Dammes den gesamten Wasserdruck aufnehme.

Streng genommen ist zwar diese Auffassung nicht richtig. Die Mauer mag noch so dünn sein, so besitzt sie doch gewisse Steifheit auch in vertikaler Richtung; sie wirkt darum auch als einseitig, am Fusse eigespannter Träger. Weiter wird wohl mit Recht darauf hingewiesen, dass die „Staumauern mit konstantem Radius“ (die Mauer ist von Krone bis Fuss durchwegs nach dem gleichen Radius gekrümmt) eigentlich nur an der Krone richtige Bogen-

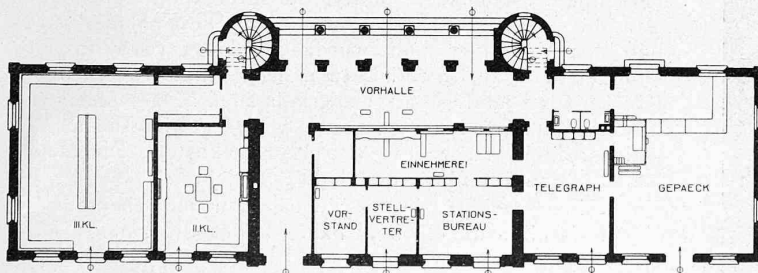


Abb. 3. Erweiterter und umgeänderter Grundriss.

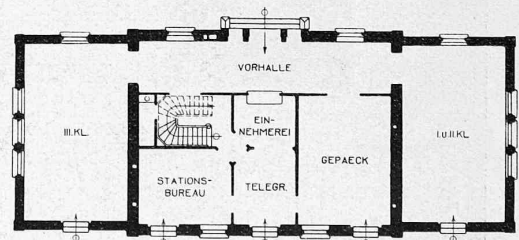


Abb. 2. Alter Grundriss.

Masstab 1 : 400.

formen hätten. Weiter, dass sie auch nur an der Krone dünn, und daher elastisch genug seien, um die Bogenwirkung tatsächlich eintreten zu lassen. In den untern Teilen sei jedoch die Dammdicke im Verhältnis zum Krümmungsradius viel grösser und, da dort auch die Widerlager einander näher liegen, der Bogen kürzer. Hieraus ergebe sich, dass in den untern Schichten einer Bogenstaumauer Bogenwirkung nicht eintreten könne. Dort würde die Mauer mehr als Balken; es sei deshalb unzulässig, die Mauer nach Grundsätzen zu rechnen, von denen man zum voraus schon wisse, dass sie der tatsächlichen Beanspruchung des Objektes nicht gerecht werden.

Die statisch unklare Arbeitsweise dieser Stau-mauern mit konstantem Radius bildet die Ursache und Grundlage für eine sehr heftige Diskussion in der neuen technischen Literatur Amerikas. Die Gegner dieser Mauerausführung gehen bis zur Behauptung, dass Bogenwirkung in der Mauer überhaupt erst eintreten könne, wenn diese am Fusse auf der Wasserseite horizontal gerissen sei.

Diese Folgerung ist wohl falsch. Wahrscheinlicher arbeitet die Mauer sowohl als Bogen wie als Balken, wobei sich im tatsächlichen Fall die Gewichtsverteilung auf diese beiden Widerstände von selbst ergibt. Ich glaube jedoch nicht, dass von vornherein diese Gewichtsverteilung

mit Sicherheit angenommen werden kann, um als Basis für eine Stau-mauerberechnung, die beide Faktoren berücksichtigen will, dienen zu können. Es ist überhaupt fraglich, ob für die grossen Betonmassen der Stau-mauern ohne weiteres die gewöhnlichen Elastizitätsgesetze angewandt werden können. Eine der wichtigsten Voraussetzungen

dieser Gesetze ist die Homogenität des beanspruchten Körpers. Hierüber kann fast mit Sicherheit gesagt werden, dass der Beton bei Stau-mauern, zufolge chemischer Einwirkungen im Innern und wechselnder Befeuchtung auf der Wasserseite, wohl nie eigentlich zur Ruhe kommt.

Von dem in Amerika lebenden Dänen Jörgensen wurde nun vor einigen Jahren eine Stau-

mauer ausführung in Vorschlag gebracht, die den oben besprochenen Einwendungen gegen die „Stau-mauern mit konstantem Radius“ in weitem Masse begegnet und die schon in verschiedenen Ausführungen mit gutem Erfolg angewandt wurde. Es ist dies die „Stau-mauer mit konstantem Zentriwinkel“.

Jörgensen hat durch eingehende Studien festgestellt, dass jene Stau-mauer die wirtschaftlichste ist (am wenigsten Kubatur verlangt), deren Bogen an der Krone einen Sektor mit etwa  $130^\circ$  Zentriwinkel bildet. Diesen Winkel behält Jörgensen nun für alle Höhengschichten der Stau-mauer bei.

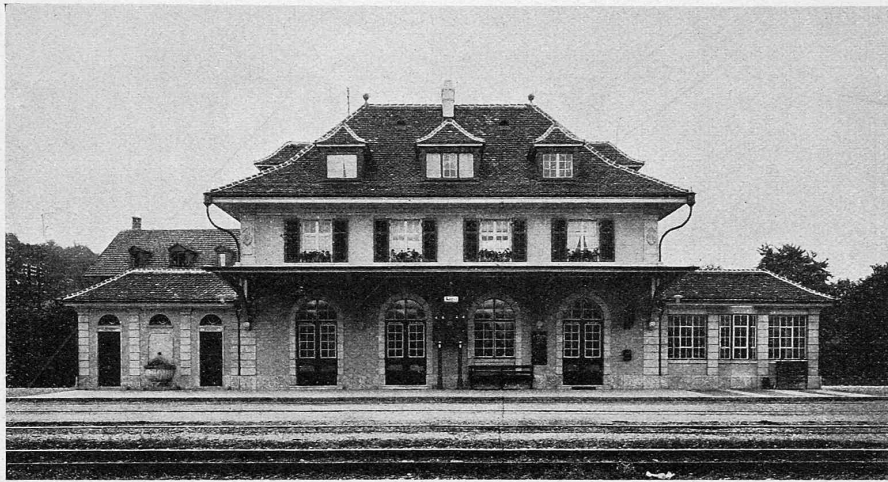


Abb. 8. Neues Bahnhofgebäude Augst der S. B. B. Ansicht von der Bahnseite.

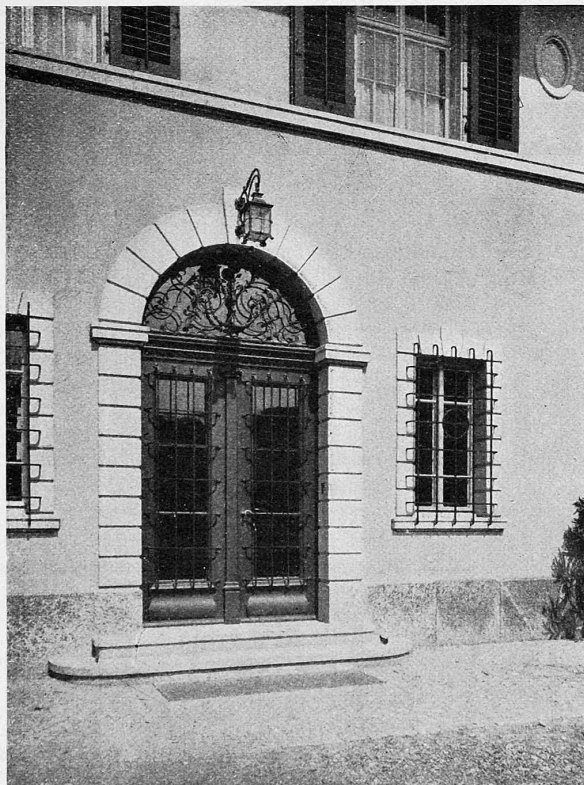


Abb. 12. Strassen-Eingang zum Bahnhofgebäude Augst.

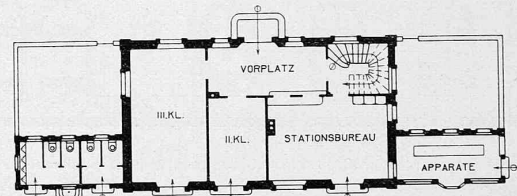


Abb. 9. Grundriss des Bahnhofgebäudes Augst. — 1:400.

Je mehr die Widerlager der Stau-mauer sich nach unten nähern, desto kleiner wird der Radius, desto stärker also die Krümmung der Mauer.<sup>1)</sup> Die Folge hiervon ist, dass auch die untersten Dammpartien richtige Bogenformen erhalten. Die Berechnung dieser Mauern geschieht ebenfalls nach der Zylinderformel, wobei jedoch der Radius, je nach der Höhenlage der Schicht, entsprechend anders angenommen werden muss.

Eines der grössten Beispiele für eine nach Jörgensen berechnete Stau-mauer bildet der Kerckhoff-Damm der San Joaquin Light and Power Co. Diese Mauer staut den Joaquin River und wurde im Jahre 1920 in vier Monaten gebaut. Sie ist 42 m hoch, hat 190 m obere Kronenlänge und ist als Ueberfallmauer ausgebildet. Sie kostete rund 500 000 \$; eine Schwergewichtsmauer an gleicher Stelle hätte etwa 950 000 \$ gekostet. Die Mauer ist auf Granit fundiert und hält gut dicht.

Einen weitem Damm-Typus, den ich ebenfalls in North Carolina angetroffen habe, bildet die Bauart nach Ambursen. Diese Methode ist auch in Europa bereits an-

<sup>1)</sup> Nach dem gleichen Grundsatz ist auch die Bogen-Stau-mauer am Pfaffensprung des S. B. B.-Kraftwerkes Amsteg entworfen. Red.

gewandt worden. Ihr Hauptanwendungsgebiet bilden die Flüsse mit flachen Ufern, wo nicht zu grosse Stauhöhen verlangt werden. Parallel der Flussaxe werden Pfeilerwände gestellt, die durch Eisenbetonplatten miteinander verbunden werden. Einen der Vorzüge der Bauart Ambursen bildet der Umstand, dass diese Mauern auch bei schlechten Fundament-Verhältnissen angewandt werden können. Durch mehr oder weniger starkes Neigen der Verbindungplatten kann der darauf lastende Wasserdruck selbst zur Erhöhung der Mauerstabilität herangezogen werden. Meist sind diese Platten um  $42^{\circ}$  gegen die Wasserfläche geneigt.

Einen weiteren Typus, der besonders in Kalifornien und Arizona zur Anwendung kommt, bildet die *Vielfachbogen-Mauer*. Der Bauart Ambursen ist sie grundsätzlich ähnlich, jedoch werden hier die Pfeiler durch Gewölbe verbunden. Diese Gewölbe sind um etwa  $45^{\circ}$  gegen das Wasser geneigt, bilden Zylinder-Segmente und werden auch als solche berechnet.

Die genannten Staumauern bilden die „reinen“ Typen. Daneben kommen auch Konstruktionen vor, die Kombinationen der geschilderten Typen darstellen. (Schluss folgt.)

### Die „Tauchbootschleuse“, ein Beitrag zur Lösung des Problems der Schiffshebwerke.

Von Dr.-Ing. E. Burkhardt, Stuttgart.

Die neueren Entwürfe zu Schiffahrtswegen, als Glieder eines grossen, Länder verbindenden Wasserstrassennetzes, haben erneuert das Problem grösserer Schiffshebung aufgerollt. Zwingend hierfür war einerseits die Gestaltung des zu durchschneidenden Geländes zusammen mit dem Bestreben, möglichst lange Kanalhaltungen und wenige Abstiege herzustellen, andererseits die Schwierigkeit der Beschaffung des erforderlichen Schleusungswassers, das in den hochgelegenen Haltungen und bei den grossen Ausmassen der Kanalanlage manchenorts nicht mehr aus den natürlichen Zuflüssen gedeckt werden konnte.

Die bis heute bekannt gewordenen Entwürfe zur Lösung dieses Problems: die sogenannten Schiffshebwerke mit senkrechter Hebung, die Schiffshebung auf geneigter

Ebene und die sogen. Hebelhebwerke, waren und sind in ihrem Ergebnis nicht derart, dass sie das Forschen nach andern Lösungen aufgehalten hätten. Auch die schon ausgeführten älteren Hebwerke ersterer Art, wie das Hebewerk bei Les Fontinettes (für 300 t-Kähne und 13,1 m Gefälle) in Frankreich, und bei La Louvière in Belgien

(für 400 t-Kähne und 15,4 m Gefälle), sowie das im Jahr 1895 bei Henrichenburg am Dortmund-Ems-Kanal erbaute Hebewerk mit 14 bis 16 m Gefälle für Schiffe bis zu 900 t gaben keine Veranlassung zu ihrer Nachahmung bei den neuen Entwürfen.

Eine neue Lösung<sup>1)</sup> des Problems, die dem Verfasser durch Schweizer Patent Nr. 86 143 geschützt ist, möge nachstehend beschrieben werden. Die als „Tauchbootschleuse“ bezeichnete Lösung beruht auf der Nutzbarmachung der Auftriebskraft des Wassers und besteht aus einem röhrenförmigen Tauchkörper, der in einem mit Wasser gefüllten Tauchschaft auf- und abbewegt wird, dessen Stirnseiten gegen die Kanalhaltungen durch Schützen abgeschlossen sind.

Der Tauchkörper, der im Innern das zu befördernde Schiff aufnimmt, ist so bemessen, dass sein Gewicht samt Füllung dem Auftrieb entspricht, sodass infolge des konstanten indifferenten Gleichgewichtszustands zum Heben bzw. Senken des Tauchkörpers nur eine geringe Zusatzkraft zur Ueberwindung der Reibung und Trägheit der Masse erforderlich ist.

Im einzelnen spielt sich der Betrieb der Tauchbootschleuse folgendermassen ab: Angenommen das Schiff soll vom Unterkanal in den Oberkanal gehoben werden (Abbildung 1). Nach erfolgter Einfahrt durch die gezogene Schütze a des Tauchschafts und das geöffnete Tor b des Tauchkörpers werden das Tor und die Schütze geschlossen; alsdann wird mittels der Zuleitung c Wasser aus dem Tauchschaft in den Raum zwischen Schütze und Tor

<sup>1)</sup> Die Lösung entstand aus der durch Patent Nr. 85 187 geschützten Vorrichtung zum Heben von Schiffströgen mit Hilfe rollender Gegenwichte und stellt die Nutzbarmachung konstanter Auftriebskraft für grosse Höhen dar. Der Gedanke war jedoch — wie sich ergab — erstmalig schon vor 100 Jahren in England aufgetaucht und sogar schon für kleine Verhältnisse, allerdings nur mit kurzem Bestand, verwirklicht. (Vgl. Handbuch der Ingenieur-Wissenschaft, 3. Teil, 1914, Der Wasserbau, Bd. 8, Die Schiffschleuse).

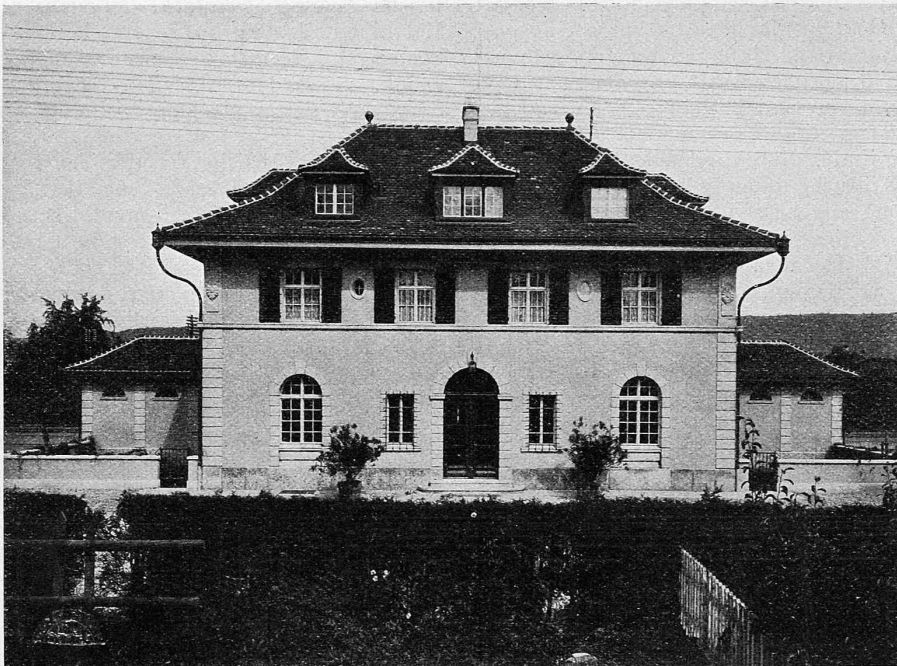


Abb. 11. Bahnhofgebäude Augst (Strassenseite). — Arch. Alb. Froelich, Zürich.



Abb. 10. Fassade der Strassenseite. — Masstab 1:250.