

Das neue königliche Opernhaus in Budapest.

Erbaut von Nicolaus Ritter von Ybl.

(Hierzu Taf. I—V.)

Bis zum Jahre 1884 gelangten in Budapest, u. zw. im Nationaltheater, die Schauspiel- und Opern-Vorstellungen in einem Hause und auf einer Bühne zur Darstellung; hieraus ergaben sich mancherlei empfindliche Nachtheile, sowohl in künstlerischer, wie in technischer, besonders aber auch in ökonomischer Hinsicht.

Eine diesfalls abgehaltene Enquête, sowie diesbezüglich im Auslande unternommene Studien führten zu dem Beschlusse der Trennung dieser beiden Theile der Schauspielkunst und der Erbauung einer eigenen ungarischen Oper.

Nachdem der grösste Theil der Baukosten durch die von Sr. Majestät dem Könige während mehrerer Jahre zum Zwecke der Förderung ungarischer Kunst gespendeten Summen sichergestellt war, und nachdem ferner der Verkaufspreis von 403.200 fl. für den von der Stadt am Donauquai zum Zwecke eines Theaterbaues geschenkten Grund, sowie auch die Beitrags-Leistung der Radialstrassen-Bauunternehmung mit 250.000 fl. ebenfalls zur Verfügung standen, war man im Jahre 1875 thatsächlich so weit gekommen, mit dem Baue der Oper beginnen zu können.

Als der hiefür geeigneteste Baugrund war der ehemalige Herminenplatz erkannt und mit 400.000 fl. angekauft worden, wodurch die Oper mit ihrer Hauptfront auf die Radialstrasse, somit auf die vornehmste Verkehrsader Budapest's zu stehen kam.

Da die andern drei die Oper umgebenden Gassen nur mit 9 Klfr. (17 m) Breite, also viel zu schmal angelegt sind, um den Bau von allen Seiten in grossartigen Verhältnissen entwickeln zu können, musste der Architekt darauf Bedacht nehmen, den ganzen architektonischen und künstlerischen Schwerpunkt des Bauwerkes auf die Hauptfront der 45 m breiten Radialstrasse zu verlegen, ganz abgesehen davon, dass die Unmöglichkeit seitlicher Ausdehnung ein Ausziehen des ganzen Baues in die Länge dictirte, was naturgemäss erhebliche Schwierigkeiten veranlassen musste.

Zur Abgabe von Concurrenz-Plänen wurden seitens des k. ung. Ministeriums des Innern im Jahre 1873 nachbenannte Herren eingeladen: Linzbauer, Skalnitzky, Steindl und Ybl in Budapest, Fellner in Wien und Bohnstedt in Gotha; als Preis für das besterkannte Project waren 20.000 fl., als Honorar für jedes der anderen Projecte 2500 fl. fixirt. Der erste Preis wurde dem Projecte unseres Vereinsmitgliedes, des Herrn Architekten Nicolaus Ybl, zuerkannt, welchem auch die weitere Ausarbeitung der Baupläne und die Bauleitung übertragen wurde. Heute ist dieses Bauwerk vollendet und bildet den neuesten Glanzpunkt der ungarischen Metropole.

Im Monate September 1875 wurden die Fundirungsarbeiten in Angriff genommen; doch da im Anfange die

jährliche Dotation eine geringe war, so zog sich der Bau in die Länge und konnte erst, als vom Jahre 1882 an reichere Mittel zur Verfügung gestellt wurden, energisch daran gearbeitet werden; am 27. September 1884 wurde das Haus in Gegenwart des Monarchen feierlich eröffnet.

Das Gebäude, im reinsten Style der italienischen Renaissance ausgeführt, bedeckt eine bebaute Fläche von 5071·27 m².

Die Hauptfront mit der grossen Auffahrt, sowie die beiden Stiegen-Risalite sind ganz in Haustein ausgeführt, ebenso wie die später zu erwähnenden Seiten-Auffahrten und sämtliche Gesimse und Fenster-Einfassungen; für Sockel und Balustraden wurde Almásér Kalkstein, für die Mauerflächen und Gesimse Soskúter Sandstein verwendet.

Die übrigen Seiten der Oper zeigen eine abwechslungsvolle Behandlung ihrer verschiedenen Mezzanins und Stockwerke mit reicher Detaillirung; diese Façaden, sowie der Bühnen-Aufbau sind nicht in Haustein ausgeführt, sondern in den Flächen mit Cement abgeputzt.

Nicht-ungarisches Materiale ist nur in geringer Ausdehnung zur Verwendung gekommen und zwar italienischer Marmor für die Säulen und die Innen-Verkleidungen, dann Karst-Marmor für die Stiegen.

Das ganze Haus zerfällt in zwei grosse, am Proscenium durch eine bis ausser Dach gehende Mauer getrennte Hauptabtheilungen, deren vordere den Zuschauerraum mit Corridoren, Garderoben, Vestibulen und Stiegen etc., deren rückwärtige die Bühne mit den hiezu gehörigen Manipulations-Räumen enthält.

Der mächtige Unterbau der Hauptfront wird durch zwei Nischen belebt, in denen sich die von Bildhauer Strobl angefertigten sitzenden Statuen der ungarischen Tondichter Liszt und Erkel befinden.

Die in der Radialstrasse gelegene Haupt-Auffahrtsrampe (vergl. die Façaden-Ansicht-Tafel I) führt zu drei Eingangsthüren und wird durch einen auf dorischen Säulen ruhenden, balconartigen Vorbau, vor dessen Bogenöffnungen eine breite Freitreppe sich befindet, überdeckt; oberhalb desselben baut sich in harmonischer Gestaltung eine korinthische Säulen-Bogenstellung auf, in deren Zwickelfeldern allegorische, auf Gesang und Musik Bezug habende Figuren von Bildhauer Fessler angebracht sind. In dem ursprünglichen Entwürfe war hier eine offene Loggia projectirt, welche leider der Sparsamkeit der Bau-Commission zum Opfer gefallen ist.

Die Mauer-Nischen zwischen den, die beiden Seiten des Mittel-Risalits flankirenden Pilastern füllen die Statuen der Musen „Erato“ und „Terpsichore“ aus, während in die vorspringenden Seiten des Mittelbaues nach Osten und Westen

je eine Nische eingebaut ist, in denen die Statuen der „Thalia“ und der „Melpomene“ stehen.

Die cassetirten Nischen-Wölbungen sind mit Majolika wirkungsvoll ausgelegt. Ein kleiner Balcon zum Heraustreten bildet den Abschluss einer jeden Nische nach unten. Die über dem Trottoir 24·65 m erhöhte Balustraden-Attika des Hauptgesimses ist mit 16 Standbildern von Tondichtern bekrönt, die von den ungarischen Bildhauern Brestyánszky, Donath, Kiss, Huszár, Szász und Strobl angefertigt wurden. Bühne und Zuschauerraum überragen mit je einem Aufbau die Vorderfront.

Die Oper hat neun streng von einander getrennte Haupt-Eingänge. Ausser der bereits beschriebenen, in der Radialstrasse gelegenen und für das mit Equipagen ankommende Logen- und Parquet-Publicum bestimmten Haupt-Auffahrt ist zu beiden Seiten für Fussgänger je ein Haupt-Eingang vorhanden, auf deren Freitreppen von Bildhauer Strobl aus Carrara-Marmor gehauene Sphinxen liegen.

Die Auffahrtsrampe für Se. Majestät ist in der linken Seiten-Gasse situirt, von wo aus ein eigenes Stiegenhaus zu dem königlichen Salon führt, welcher mit seiner Loge direct und mit der Hoffestloge durch einen Corridor verbunden ist. — In der rechten Seitengasse befindet sich die Auffahrt für die Intendanz; in beiden Seiten-Gassen liegt je ein Haupt-Eingang für das die Galerie besuchende Publicum und je ein Haupt-Eingang für das Bühnen-Personal.

Die auf Taf. IV enthaltenen Grundrisse erläutern diese Dispositionen des Näheren.

Die Postamente der Auffahrtsrampen und Freitreppen tragen vierarmige Gascandelaber mit Kraus-Brennern.

Betritt man durch eine der Thüren der Radialstrassen-Rampe das Innere des Gebäudes, so kommt man vorerst in eine Art geschlossenen Corridor, der rechts und links in kleinere Thüren ausläuft und einen Windfang bildet.

Von hier aus gelangt man in das gewölbte, von acht jonischen Säulen aus dunkelgrauem Marmor getragene Vestibule, welches mit Fresken von Bertalan Székely und einem Mosaik-Fussboden von Luigi Depol geziert ist.

Zum grossen Foyer führt eine dreiarmlige Marmor-Stiege von ganz eigengearteter künstlerischer Durchführung empor. — Die Bogenöffnungen, welche die Stiegen-Arme tragen, sind rechts und links mit Majolikavasen ausgestattet. Der Plafond ist in neun Felder getheilt, welche Fresken von Moriz Than enthalten.

Der sich hieran anschliessende, mit schimmerndem Glanze ausgestattete — in der Vergoldung fast zu reich gehaltene — Foyer-Saal ist der Höhe nach mit Gängen und Nischen umgeben und bildet einen rechteckigen Raum, welcher nahezu die volle Breite des Hauses umfasst und dessen Plafond mit einem farbenprächtigen Bacchuszuge von Georg Vastagh, dessen Wandfelder hingegen mit ansprechenden Landschaftsbildern von Árpád Feszty geschmückt sind. — Vom Foyer aus, in welchem auch das Buffet aufgestellt ist, gelangt man durch fünf Thüren auf einen schmalen Corridor, dessen Wände mit Eichenholz getäfelt und in den Feldern mit blauem, golddurchwirktem Damaste belegt sind; von hier aus führen drei Thüren auf die oberhalb der Haupteinfahrt gelegene Plattform, von wo

aus sich ein freier Ausblick auf die Radialstrasse darbietet.

Mit blendender Pracht ist jener Theil des Hauses ausgestattet, der den Zugang zu den Räumen vermittelt, die der königlichen Familie zur Verfügung stehen und die den Theil der Oper gegenüber der Révay-Gasse umfassen. Von der Auffahrt gelangt man in ein Vestibule, welches als Tonnengewölbe mit Stichkappen in reichster Renaissance-Ornamentik ausgeführt ist; die Wände der Kappen hat Kovács a tempera gemalt. (Vorwurf: Tanzende Kindergruppen.) — Das hohe Stiegenhaus wird von weissrothen Marmorsäulen getragen; die Königs-Stiege, in Karst-Marmor ausgeführt, flankiren am unteren Ende 2 Schildträger aus Bronze von Bildhauer Brozorád; der Fussboden ist mit Marmorfliesen belegt. — Hohe Flügelthüren verbinden das Stiegenhaus mit dem Königs-Salon, dessen Wände bis zur halben Höhe mit reichgeschnitztem Eichenholze getäfelt sind; hieran schliessen sich Panneaux von bordeauxfarbenem, schwerem Seidenbrocate; Plafond Eichenholz; unter dem Gesims läuft ein 95 cm hoher Fries, enthaltend „die 4 Jahreszeiten“, von Professor Bertalan Székely gemalt. Der Salon für die Festloge des Königs ist auch bis zur Höhe der gewölbten Tonne aus Eichenholz getäfelt; Panneaux von purpurrothem Seidenbrocate; die Gemälde in dem Mittelfelde der Tonne: „Urtheil des Paris“, sowie in den beiden Seitenwänden sind von Moriz Than.

Der in Huf-Eisenform angelegte Zuschauer-Raum, in welchen man vom unteren Treppenabsatze der grossen dreiarmligen Hauptstiege aus durch zwei breite Zugänge gelangt, ist 24·65 m lang, 17·00 m breit, bei 19·00 m hoch und enthält in drei Logenrängen 65 vorspringende Logen*) mit zusammen 362 Plätzen, im Parterre 428 Sperrsitze und auf der III. Galerie (Amphitheater) 477 Sitzplätze, zusammen also 1267 Plätze; Stehplätze gibt es überhaupt nicht; die Plätze sind sämmtlich sehr bequem angelegt; ihre Gesamtzahl ist aber auffallend klein.

Die in warmen Tönen gehaltene Innen-Decoration des Auditoriums macht einen künstlerisch anmuthenden Eindruck; von dem gelblichrothen Grundtone heben sich das zarte Chamois und die theils auf rothem, theils auf blauem Grunde ausgeführten Vergoldungen sehr gut ab. Die Parquet-sitze sind aus dunklem Eichenholz mit rothem Sammt; eine ähnliche Ausstattung zeigt auch das Mobilar der Logen, welche durch Draperien von ihren Vorlogen getrennt sind. Die aus drei Abtheilungen bestehende und risalitartig vorspringende Hof-Festloge befindet sich dominirend in der Mitte der Logen, der Bühne gegenüber, reicht der Höhe nach durch 2 Logenränge und ist durch reichvergoldeten Figuren-Schmuck geziert.

Den Plafond des Auditoriums bildet ein, mit harmonischer Ornamentik umgebenes Colossal-Gemälde „der

*) Parterre:	16 Logen . . .	für zusammen 80 Personen.
„	3 „ . . .	„ 14 „
„	2 Prosceniumlogen „	„ 16 „
I. Stock:	22 Logen . . .	„ 110 „
II. „	22 „ . . .	„ 110 „
III. „	2 „ . . .	„ 16 „
I. „	Prosceniumlogen „	„ 16 „

Olymp“ von Carl Lotz; hierzu in Beziehung stehen auch die figuralen Gemälde in den Feldern der Bögen und des Prosceniums.

Die königliche Loge liegt im Prosceniumportale, ihr gegenüber die Loge des Erzherzogs Joseph; unterhalb dieser befindet sich die Loge für den Intendanten, ihr gegenüber diejenige für den Ober-Bürgermeister der Hauptstadt.

Dieses Proscenium legt sich in der Gestalt eines Triumphbogens zwischen Bühne und Zuschauerraum ein und bildet durch seine effectvollen Marmorsäulen mit vergoldeten Capitälen einen sehr wirksamen Abschluss für die Logen.

Das Orchester ist vertieft und hat als Einfassung eine zierliche Eisenguirlande.

Zu erwähnen wäre noch kurz, dass sich in der zweiten Seitengasse eine offene Auffahrt mit Vestibule und Stiegen für die erzherzogliche und Intendantz-Loge befindet, desgleichen auch jene Stiege, welche zu den Administrations-Kanzleien führt; auf derselben Seite im ebenerdigen Niveau liegen unter dem Zuschauerraume die Stimmzimmer, sowie die Bureaux für Polizei und Feuerwehr. Die weiteren Details wolle man aus den beigegeführten sechs Grundrissen entnehmen.

Den grössten Raum im Hause nimmt die langgestreckte Bühne ein mit ihren zwei unterirdischen und den fünf, theils neben theils ober der Bühne gelegenen Etagen, ferner mit ihren Garderoben, Werkstätten und sonstig nothwendigen Nebenräumlichkeiten.

Der Flächenraum der Vorder-Bühne beträgt $701 \cdot 35 \text{ m}^2$, derjenige der Hinter-Bühne $262 \cdot 50 \text{ m}^2$ bei einer Gesamttiefe von $43 \cdot 62 \text{ m}$ und einer Constructionsbreite der Vorderbühne von $28 \cdot 4 \text{ m}$.

An der rückwärtigen Seite des Hauses liegen die beiden grossen Tages-Decorations-Magazine; eine breite Rampe, welche in dem Längenschnitte (Taf. III) zur Hälfte angedeutet ist, vermittelt den eventuell nothwendigen Pferde- und Wagenverkehr zur Höhe der Hinterbühne.

Neben der ersten Versenkung, die selbst noch etwas über Strassen-Niveau gelegen ist, befinden sich weitere vier Stiegen, je für den Gebrauch der Solisten, des Opernpersonales und der Bühnen-Arbeiter bestimmt.

Die königl. ungarische Oper in Budapest ist das erste Theater, dessen Bühneneinrichtung ganz von Eisen durch die „Asphaleia-Gesellschaft“ in Wien hergestellt wurde. Wir kommen hierauf später noch ausführlich zu sprechen.

Von besonderem Interesse sind die Beleuchtungs- und die Ventilations-Anlagen des Hauses, beide hergestellt durch die Budapester Firma M. Zellerin.

Neben dem grossen geschmackvollen Bronze-Kronleuchter mit 500 Flammen sind noch als Brüstungs-Beleuchtung 12 kleine dreiflämmige Luster vorhanden. Das Hauptvestibule, Stiegenhaus, Hauptfoyer, die Festlogenräume, endlich die Räume der Incognito-Loge des Königs sind in ähnlicher Weise durch, nach guten Motiven ausgeführte, Bronzeluster beleuchtet.

Doch scheint bei gewöhnlichen (d. h. nicht Fest-) Vorstellungen der grosse Luster allein zu brennen, was übrigens unserem Urtheile nach auch vollkommen genügend ist.

Im Auditorium und den dazu zu rechnenden Räumlichkeiten finden sich 416 Beleuchtungskörper mit zusammen 1789 Flammen; auf der Bühne sammt Annexen: 611 Beleuchtungskörper mit 2009 Flammen, im Ganzen also 1027 Beleuchtungsgegenstände mit zusammen 3798 Flammen.

Die Bühnen-Effect-Beleuchtung wird mittelst elektrischen Lichtes gegeben; hiefür stehen 4 Stück Dynamo-Maschinen zur Verfügung, von denen jede 4 Bogenlampen à 1200 Normalkerzen speist; der Antrieb dieser Dynamos erfolgt durch 2 zwölfpferdige Gasmaschinen.

Es wird Jedermann befremden, dass hier bei diesem Neubau Gas, und nicht elektrisches Licht zur Beleuchtung verwendet wurde; es war aber die Kostensumme für elektrisches Licht so hoch veranschlagt (bei 450.000 fl.), die Gasleitung zur Zeit der Entscheidung bereits eingeführt, was auch eine namhafte Summe repräsentirte, so dass die präliminirte Bausumme diesen Mehrbetrag nicht vertragen konnte; ein Beweis dafür, dass die Bau-Commission die Einführung des elektrischen Lichtes gewollt hat, scheint darin erblickt werden zu können, dass bereits ein Hausgrund in der Nachbarschaft angekauft war; doch musste man lediglich aus finanziellen Gründen von den guten Vorsätzen abgehen.

Die Aufgabe der Ventilation scheint nach den gewonnenen Eindrücken gut gelöst zu sein; bei zwei Vorstellungen dreiactiger Opern, welchen Referent beiwohnte, waren die Temperatur-Verhältnisse selbst oben im III. Range äusserst angenehme. *)

Zwei grosse, von dem später zu erwähnenden Gasmotor bediente Ventilatoren treiben die frische Luft in die Misch-Räume ein, von wo dieselbe, entsprechend vorgewärmt, durch gemauerte Canäle in den Zuschauerraum gelangt; in demselben befindet sich ohne Unterschied des Platzes für jeden einzelnen Besucher eine separate Einströmungsöffnung. Jede Loge, jeder Parterresitz, ja auch jeder einzelne Sitz auf der Galerie hat seine Ventilationsklappe, mittelst welcher die frische Luft zugeführt wird, und zwar nach Mittheilung der Bauleitung $45\text{--}50 \text{ m}^3$ pro Kopf und Stunde. Die schlechte Luft wird durch den Lusterschacht und eine Menge anderer Luft-Abzugs-Schlote abgeführt.

Die Zahl der Hauptklappen für Regulirung der Ventilation beläuft sich auf 44.

Geheizt werden Auditorium, Foyers, Vestibules und Stiegen mittelst einer Dampfheizung, für welche zwei Dampfkessel aufgestellt sind; die Bühne und alle übrigen Räume durch eine Warmwasserheizung. Die Wasserleitung speist ausser 58 Feuerwechsellern noch 30 Stück Auslauf-Muscheln, 26 Waschtische, 58 Closets und 34 Pissoirs.

Was die Feuersicherheit des Hauses betrifft, so waren schon bei dem Entwurfe alle neuen Erfahrungen

*) Bei dem Besuche, den der österr. Ingenieur- und Architekten-Verein dem Hause abstattete, herrschte allerdings eine ziemlich hohe Temperatur in allen Räumen; man erklärte dies damit, dass gerade an diesem Tage vor unserem Besuche zwei ausländische Informations-Commissionen die Oper besucht hatten, das ganze Haus durch nahezu acht Stunden in voller Beleuchtung stand und eine ausgiebige Lüftung eben in Folge der Anwesenheit der Gäste nicht durchgeführt werden konnte. In der That waren bei der, zwei Stunden nach unserem Besuche beginnenden Abend-Vorstellung die Temperatur-Verhältnisse ganz angemessene.

berücksichtigt und wurde Fehlendes noch nach der Ringtheaterbrand-Katastrophe ersetzt, wie man aus nachstehenden Angaben ersehen wird. Holz wurde demgemäss bei den Constructionen im Innern des Hauses gar nicht verwendet.

Der Zuschauer-Raum hat zunächst für jedes Stockwerk seine angemessenen dimensionirten Ausgänge und separaten Stiegen, so dass bei ruhiger Bewegung in fünf Minuten eine vollständige Entleerung des Hauses möglich wird.

Der Plafond des Zuschauer-Raumes ist zeltartig aus Eisen construirt, mit Wellblech abgedeckt, mit Schutt ausgefüllt und mit Ziegeln gepflastert. Ueber demselben befindet sich der Luster-Boden mit allerdings hölzernem Dachstuhle; jedoch ist dieser Raum absolut frei, es darf hier Nichts eingelagert werden und ist, um sich gegen die Consequenzen eines etwa doch hier ausbrechenden Feuers möglichst zu schützen, die Decke des Bodens von Innen stuccatort.

13 gusseiserne Säulen unterstützen diese Construction; mit Ziegel, ausgemauert, bilden selbe zugleich die feuersichere Logen-Abschlussmauer.

Diese Säulen, untereinander mit Eisenschienen verbunden, tragen auch die 3 Stockwerke der Logen, deren Decken wieder aus Schienen bestehen, welche mit Balken belegt sind. Die Brüstungen und Wände sind zwar Tischlerarbeit, aber die Verzierungen alle Zinkguss. Der innere Plafond mit dem Hauptgesimse und den Bögen ist aus Stuck hergestellt.

Die Vestibules, Stiegen, Foyers, Gänge, Wirthschafts-räume etc. sind alle gewölbt, nur der Malersaal macht hiervon eine Ausnahme, der aber für sich dasteht und selbst bei einer Entzündung seines Daches auf den Hauptkörper keinen Einfluss hat. Der ganzen Höhe der Bühne nach sind gewölbte Gänge, mit Wasserleitungsröhren versehen, angebracht, welche eine feuersichere Communication herstellen.

Die bereits früher erwähnten 58 Feuerwechsel theilen sich auf Bühne, Zuschauerraum und Gänge und werden theils aus der städtischen Wasserleitung, theils aus einem, sich auf der Abtheilungs-Mauer der Prosceniums-Oeffnung befindenden, 93 m³ haltenden Reservoir gespeist, theils stehen sie, wo es erforderlich ist, unter dem hohen Drucke der später zu erwähnenden Accumulatoren. Eine, möglicherweise schon anderwärts vorhandene, mir aber sehr praktisch erscheinende Neuerung besteht darin, dass von mehreren geeigneten Punkten im Innern des Hauses eiserne Stützen durch die Mauern gehen, welche auf der Haus-Innenseite mit Spritzenschläuchen und an der Strassenseite mit Normal-Gewinde derart versehen sind, dass das Schlauchrohr der städtischen Dampfspritze, sobald dieselbe angefahren ist, auf dieselben aufgeschraubt werden kann.

Noch einige Schlussworte über die Kosten.

Der Kostenvoranschlag, welcher 1875 dem Bau-Comité unterbreitet wurde, betrug, Decorationen und Utensilien der Bühne nicht gerechnet, 2,949.778 fl. 71 kr. Diese Summe wurde zur Ausführung auf den Betrag von 2,200.000 fl. herabgemindert und in dem Rahmen dieses Betrages wurde der Bau durch Jahre geführt.

Nach der Katastrophe des Wiener Ringtheaterbrandes wurde die Bühneneinrichtung, die aus Holz projectirt war, aus Eisen herzustellen beschlossen, was allein eine Mehrausgabe von 180.000 fl. ergab.

Ferner musste die Wasserleitung ausgedehnter angelegt, Gaskraftmotoren mussten nachgeschafft und Vieles, was von Holz geplant, aus Eisen gemacht werden. Alle diese Arbeiten erhöhten die Bausumme auf fl. 2,900.000 — (I), welche auch vom kgl. Minister-Präsidium bewilligt wurde. Werden zu dieser Bausumme noch die Kosten für Decorationen, Costüme und Einrichtungen für Darstellungen der Opern (denn Alles ist neu angeschafft worden) hinzugerechnet, so dürfte sich die ganze Summe für den Bau der kgl. Oper zu Budapest (von der Souterrainsohle bis zum Hauptgesimse gemessen, 26.085 Kub.-Klft. = 177.899.70 m³) auf die Summe von fl. 3,200.000 — (II) belaufen.

Nach Summe (I) stellt sich der Kubik-Meter Bau auf 16 fl. 30 kr. ö. W., nach Summe (II) auf 18 fl. ö. W.

Die Bühnen-Einrichtung nach System „Asphaleia“.

Ueber dieses neuartige, im Budapester Opernhause zum ersten Male*) auf einer stabilen Bühne zur Ausführung gebrachte System, welches einen bedeutsamen Fortschritt auf dem Gebiete der Bühnentechnik darstellt und voraussichtlich weitgreifend reformatorisch auf dasselbe einwirken wird, ist bereits mehrfach in der Wochenschrift des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereines Mittheilung gemacht worden, so in Nr. 41, Jahrgang 1882 bei der Besprechung des von der Gesellschaft „Asphaleia“ in Wien ausgestellten Modelles und dann bei der Beschreibung des Theaters der Wiener elektrischen Ausstellung 1883 in Nr. 33, Jahrgang 1884. Unter Verweisung auf diese Artikel wird daher auf das dort Besprochene hier nur aphoristisch zurückgekommen werden.

Das „Asphaleia“-System unterscheidet sich von allen bisherigen Bühnen-Einrichtungen hauptsächlich nach vier Richtungen, nämlich 1. in baulicher, 2. in decorativer, 3. in maschineller Hinsicht und 4. rücksichtlich der Beleuchtung.

Die baulichen und (elektrischen) Beleuchtungs-Principien konnten aus verschiedenen Gründen keine Anwendung im Budapester Opernhause finden. Dagegen sehen wir die maschinellen und decorativen Grundsätze des neuen Systems hier vollständig und, wie vorausgeschickt werden soll, mit bestem Erfolge verwerthet.

Indem wir uns daher der Aufgabe unterziehen, diese Einrichtungen an der Hand der beigelegten beiden Schnitte (Längsschnitt auf Taf. III und Querschnitt in Textfigur auf S. 5) nach ihrer Ausführung und Wirkungsweise zu beschreiben, werden wir uns bezüglich des decorativen Theiles begreiflicher Kürze befleissen und nur jene Daten berühren, deren Kenntniss für das Verständniss der Grundprincipien des ganzen Systems und der beigelegten Pläne absolut nothwendig ist.

Den Hauptbestandtheil der Decorations-Stücke des Asphaleia-Systems bildet der Horizont, ein mit Wolken aller Art bemalter, permanent senkrecht hängender Stoffvorhang, welcher die Bühne nahezu ihrer ganzen Höhe nach (in Pest bis zur Höhe von 19 m vom Podium), nahezu der

*) Die maschinellen und decorativen Einrichtungen der „Asphaleia“ waren vorher, und zwar nur sehr partiell und in kleinem Maassstabe, nur auf der Bühne des kleinen Theaters der internationalen elektrischen Ausstellung Wien 1883 zur Anwendung gekommen.

ganzen rückwärtigen Breite (24 m) und zum grossen Theile auch den beiderseitigen Längen nach (bis vor zur 2. Couli-
sengasse) abschliesst.

In unserem Falle hat der „Horizont“ eine Gesammt-
länge von 150 m, eine Stoff-Höhe von 17 m und ist vom Wiener
Hoftheatermaler Hans Kautsky gemalt, u. zw. auf trans-
parenter Leinwand, um auch von rückwärts Lichteffecte
erzielen zu können.

In dem hier in den Text gedruckten Bühnen-Quer-
schnitte tritt diese „Horizont-Leinwand“ dominirend hervor
und ist auch ihre Bewegungsweise deutlich erkennbar.
(Man vergleiche hiezu auch den Grundriss in Bühnen-Höhe.)

Dieselbe ist nämlich der Länge nach an einem
dünnen Drahtseile geführt, welches sich beiderseits auf
je einen kurzen senkrechten Wellenzapfen aufrollt;
diese Zapfen sind nur 2 m lang und doch rollt
sich der ganze Horizont vollkommen regelrecht
links und rechts ab und auf, indem die frei herab-
hängende Leinwand anstandslos der Führung
durch die erwähnten 2 kurzen Zapfen folgt.

Die horizontale Bewegung dieser Wandel-
decoration wird mit Hilfe zweier eiserner Hand-
krahne besorgt, welche im Bühnen-Querschnitte,
rechts und links sichtbar sind und von einer eisernen,
durch Consolen getragenen Galerie aus be-
dient werden. Es sei hier eingeschaltet, dass eine
zweite, tieferliegende Galerie einerseits auf frei-
tragenden Schienen ruht, andererseits an die obere
Galerie durch Zugstangen angehängt ist.

Uebrigens kann auch der gesammte Horizont
aus dem Gesichtsfelde gebracht werden, so dass Vorder- und Hinterbühne vereint
sind; wir kommen hierauf zurück.

Mit seiner unteren Begrenzung 2 m vom Fussboden
abstehend (um auch ohne Wegnahme des Horizontes die
ungestörte Passage zwischen Vorder- und Hinterbühne zu
ermöglichen), erstreckt sich dieser Horizont bis zu einer
Höhe von 19.2 m ober Podium; da bei dem Asphaleia-System
fixe Seiten-Couliissen, wie wir sie bisher auf allen Bühnen zu
finden gewohnt sind, nicht existiren, so kann das Auge des

Beschauers frei nach rechts und links blicken, wodurch die
Illusion bedeutend vergrössert wird.

Bisher wurde auf den Theatern sowohl bei geschlossenen
Räumen, als auch bei offenen Gegenden, die Bühne nach
rückwärts der Höhe und Breite nach dadurch verengt,
dass man die Seitencouliissen einerseits näher nach dem
Bühnenmittel schob, andererseits die Soffitten nach dem
Hintergrunde zu, entsprechend tiefer und tiefer hängte. *) Bei
Darstellung geschlossener Räume ist dies, weil bis zu einem
gewissen Grade den Grundsätzen der Perspective entsprechend,
noch eher zulässig, obwohl es einen nichts weniger als
günstigen Eindruck machen muss, den Schauspieler (dessen
Körperlänge bei der geringen Bühnentiefe für den
Zuschauer unverändert gross bleibt, wo immer er
sich auf der Bühne befindet) im Vergleiche zu den stark
perspectivisch verjüngten Maassen der Couliissen -
Decorationen gegenüber einer der rückwärtigen
Couliissen, also weiter vom Zuschauer entfernt,
verhältnissmässig grösser erscheinen zu sehen,
als im Vordergrund, wo derselbe dem Publicum
näher steht.

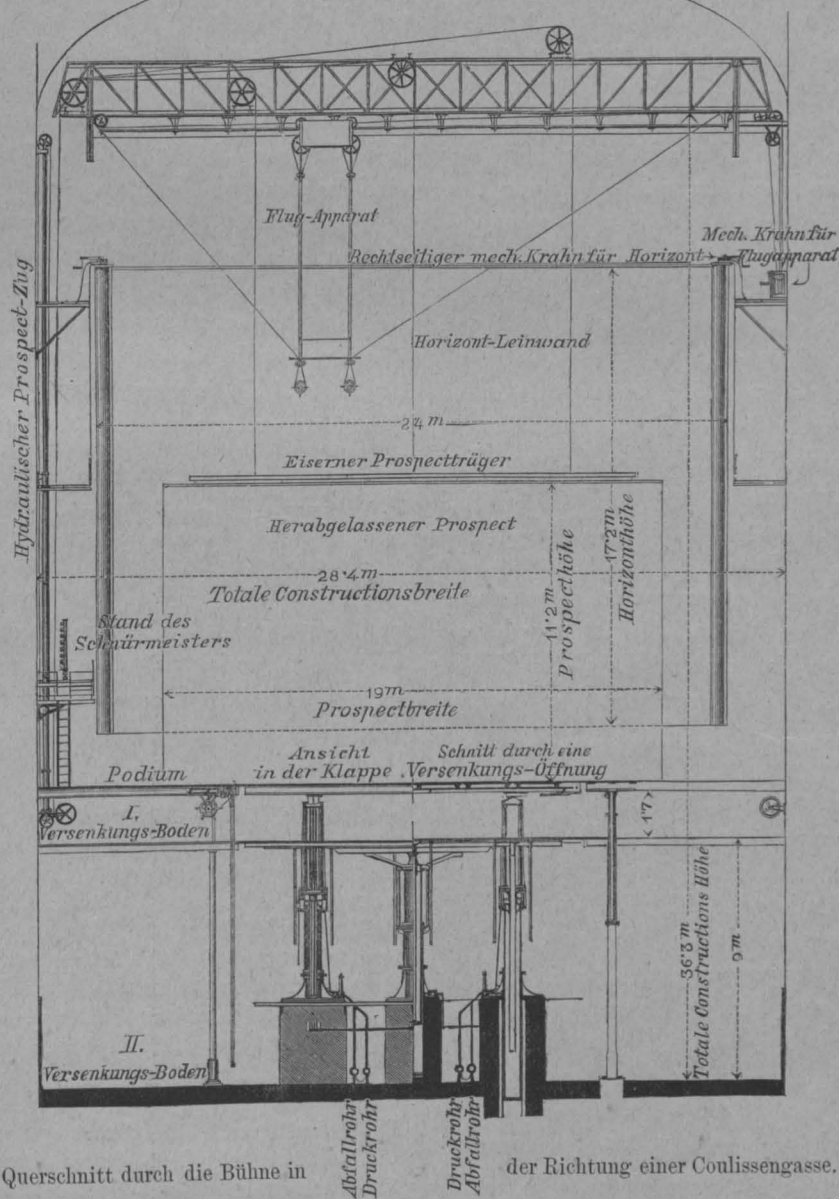
Für offene Gegenden aber widerspricht das alte
System geradezu der Wirklichkeit; denn bei einem
Ausblicke in's Freie erweitert sich die Breite der
sichtbaren Fläche in dem Maasse, als sie von dem
Beschauer entfernt ist, der Horizont ist nicht das
schmalste, sondern das breiteste Stück von des
Beschauers Gesichtswinkel.

Die Horizont-Leinwand des Asphaleia-Theaters
trägt dem nun in vollendeter Weise Rechnung,
indem sogar in Folge ihrer (im Grundrisse

am besten ersichtlichen) seitlichen Rundungen das
Auge vom Zuschauerraume aus rechts und links frei
in's Weite zu sehen vermeint, und nicht durch die
rückwärtigen Couliissen in unnatürlicher Weise
am freien Ausblicke gehindert wird.

Theils durch die verschiedenartigen, auf der
Horizont-

Maassstab 1 : 285.



Querschnitt durch die Bühne in

der Richtung einer Couliisengasse.

*) Zur perspectivischen Verjüngung nach der Tiefe zu trägt auch
das Ansteigen des Podiums gegen die letzte Couliisengasse viel bei,
welches nach altem Theatergebrauche „anderthalb Zoll auf die Klaffer“
beträgt, also mit etwa 1 : 50 gewählt wird.

Leinwand in ihren einzelnen unmerklich in einander übergehenden Wolkenschichten (die je nach Wunsch durch mehr oder weniger seitliches Ab-, resp. Aufrollen des Horizontes in das Gesichtsfeld gerückt werden können) theils durch den Wechsel in der Beleuchtung (weiss, roth, grün) lassen sich die, dem Gange der Handlung entsprechenden Luftstimmungen (Abendbeleuchtung Mondschein, Dämmerung, Sturm, Sonnenschein etc.) bei offener Scene mittelst dieses so einfachen, aber für die Bühnentechnik unschätzbaren Hilfsmittels des „wandelnden Horizontes“ sehr wirkungsvoll zur Geltung bringen.

Die Aufstellung der Decorationen: Bäume, Felsen, Häuser etc., vor dem permanent hängenden Horizonte ist selbstredend eine sehr einfache und natürliche; vielfach genügen nur mehr Versatzstücke, wo bisher ganze Prospective und eine Reihe von Soffitten, Bögen oder Coulissen nothwendig waren.

Ich möchte diesen Abschnitt nicht schliessen, ohne der Informationen Erwähnung zu thun, die mir auf meine Anfrage betreffs der Imprägnirung der hier verwendeten Decorationsstücke zu Theil wurden.

Da weder im Nationaltheater noch im k. Opernhause die Imprägnirung vorgeschrieben ist, so findet sich in diesen beiden Theatern kein einziges imprägnirtes Stück vor; allerdings muss hierbei im Auge behalten werden, dass das Nationaltheater durchgehends elektrische Beleuchtung und die Oper ihre durchwegs eiserne Bühnen-Einrichtung hat. In Ungarn hat man im Principe die Imprägnirung der Theater-Decorationen als ungenügendes Mittel gegen Feuersgefahr erkannt, da bei ämtlichen Erprobungen die gemalte und wie gewöhnlich vorher grundirte Decorations-Leinwand dasselbe negative Brenn-Resultat ergab, als eine imprägnirte. Die Maler behaupten, dass die Nicht-Imprägnirung sehr wesentlich zur Erhaltung der Farbenfrische beitrage. *)

Die eigentlichen maschinellen Einrichtungen des Asphaleia-Systemes, welche naturgemäss das Hauptinteresse des Ingenieurs erregen, sind das geistige Product des Wiener Ingenieurs Herrn Robert Gwinner, Mitglied unseres Vereines, welcher zufolge seines speciellen Berufes eine sehr genaue Kenntniss des Bühnenwesens und der Theater-Einrichtungen mit seinem technischen Wissen vereinigt.

Im Jahre 1882, zu einer Zeit also, da noch nirgends anders, als an dem kleinen Modelle in der Dengg'schen Maschinenfabrik zu Wien die maschinellen Einrichtungen des Asphaleia-Systemes verkörpert waren, hat der damalige Obmann der Fachgruppe der Maschinen-Ingenieure unseres Vereines, Herr Hofrath Ritter von Grimbürg, der Gesellschaft über deren Ansuchen ein Gutachten **) ausgestellt,

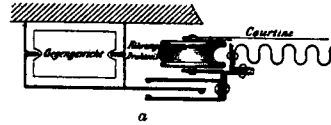
*) In Theatern, in denen die Imprägnirung durchgeführt ist, beklagt sich das Personale fast stets über den lästigen feinen Staub, der sich in Folge der Hitze und des auf Bühnen regelmässig herrschenden Zuges unaufhörlich, wenn auch nahezu unsichtbar von der Imprägnirungs-Masse abhebt.

**) Jeder, der Gelegenheit hatte, einen Bühnenraum zu betreten, selbst in modernen, reich ausgestatteten Theatern, staunt über die primitiven, unbehilflichen mechanischen Einrichtungen, an welchen augenscheinlich der gesammte Fortschritt in dem modernen Maschinenwesen spurlos vor-

aus welchem in der Anmerkung einige generelle Gesichtspunkte zu reproduciren, ich mir umsoweniger versagen konnte, als diese Sätze vollkommen erklären, weshalb so praktische, so nahe liegende, so nothwendige Bühnen-Einrichtungen erst so spät zur That geworden sind.

Die Bühne ist, mit Ausnahme des Podium-Belages, und des ersten Versenkungsbodens ganz aus Stein und Eisen hergestellt und vom Zuschauerraume, wie auch von der Hinter-Bühne durch je einen eisernen Vorhang geschieden. Jede dieser Courtinen, welche mittelst hydraulischen Druckes in Bewegung gesetzt und natürlich in ganzer Höhe aufgezogen werden, ist aus 1.5 mm starkem Wellblech (110 mm Wellenlänge, 95 mm Wellentiefe) hergestellt, entsprechend mit Winkeleisen versteift und beiderseits an straff gespannten, 30 mm starken Drahtseilen mittelst Rollen leicht beweglich geführt; hiedurch ist der Reibungs-Coëfficient weitaus geringer, als bei der sonst üblichen Nuthführung. Jede Courtine hängt frei an 8 Drahtseilen und ist durch ein Gegengewicht ausbalancirt.

Ein recht interessantes Detail bietet auch die (im Falle doch ausbrechenden Feuers) für den Rauch-Abschluss getroffene Vorkehrung, deren Beschreibung wir durch die beistehende schematische Skizze erläutern. Der Rauchabschluss stellt sich bei Eintritt eines stärkeren Luftzuges (welcher allein ja beim Ringtheaterbrande die verderblichen Rauchmassen in's Auditorium trieb) sofort von selbst her, indem die ganze, wie erwähnt frei hängende, deshalb sehr leicht bewegliche Courtine, diesem Drucke nachgebend, sich ein wenig (10 mm) nach vorwärts oder rückwärts bewegt; diese minime Bewegung in horizontalem Sinne genügt aber schon, die drei, an ihren Enden mit einem Dichtungswulst verstärkten Blechlamellen bei *a* in ihrer gegenseitigen Stellung zu verändern.



übergegangen ist, und man muss oft den Scharfsinn und die Erfindungsgabe unserer Theater-Maschinenmeister bewundern, welche mit so einfachen Hilfsmitteln es zu Wege bringen, die keineswegs einfachen Aufgaben der Bühnen-Maschinerie überhaupt zu bewältigen. Gehört doch ein sachgemäss construirtes wirksames Windwerk schon zu den seltenen Luxusgegenständen der Bühnenmechanik! Insolange jedoch dem gewöhnlichen Tagesbedürfniss entsprochen wird, könnte man sich noch hiebei beruhigen, wenn nicht die massenhafte Anhäufung von Holzbestandtheilen und Hanfseilen in der Unterbühne und am Schnürboden überdies eine erschreckende Vermehrung der Feuersgefahr in sich schliessen würde.

Jedem Maschinen-Ingenieur drängt sich sofort der Gedanke auf, dass auf dem Felde der Bühnenmechanik eine Reform dringend Noth thut. Und woher kommt es, dass bisher, wenige Ausnahmen abgerechnet, so gut wie Nichts geschehen ist? Offenbar daher, dass die gewöhnlichen Theater-Maschinenmeister in ihrer abgeschlossenen Welt ängstlich an dem Althergebrachten festhalten, weil sie keine Anregung empfangen, die veralteten Ideen umzustürzen, und andererseits daher, dass die Maschinen-Ingenieure von Fach im gewöhnlichen Laufe der Dinge weder Gelegenheit noch Zeit finden, die erforderlich sind, um sich die Bühnenkenntniss in einem solchen Maasse anzueignen, dass sie im Stande wären, in einem neuen Theater eine rationelle Maschinerie einheitlich durchzuführen.

Dies mag auch der Grund sein, warum jedem Ingenieur zwar vorgeschwebt hat, wie zweckmässig hydraulische Vorrichtungen für die Bühnenmechanik sein müssten, ohne dass bisher diese so nahe liegende Idee eine Anwendung gefunden hätte.

So neu die Anwendung solcher hydraulischen Vorrichtungen (gleichgiltig ob das Druckwasser hiefür direct aus der Stadtwasserleitung

Während im gewöhnlichen Zustande die Luft bei a überall circulirt, legt sich sofort, wenn die Courtine nach Vorn geht, der innere Dichtungswulst an die mittlere Lamelle an; kommt der Druck vom Auditorium, geht also die Courtine nach rückwärts, so legt sich der äussere Dichtungswulst bei a an die mittlere Lamelle an, und in beiden Fällen ist die Abdichtung eine genügende, wenigstens für die wenigen Minuten Zeit, die hier entscheidend wirken; diese Construction gewährt noch den Vortheil, dass je stärker der Druck ist, desto vollkommener die Abdichtung.

Der grosse Schutz-Vorhang ist gegen den Zuschauer-Raum zu, entsprechend der Decoration des Hauses, mit stylvollen blauen und vergoldeten Borduren versehen; im Uebrigen wurde der Courtine der Eisen-Charakter sichtbar belassen, um in den Theaterbesuchern das Gefühl der Sicherheit zu erwecken. Der Theil über der Bühne ist ebenfalls aus Feuersicherheits-Rücksichten mit einem eisernen Dachstuhle überdeckt, welcher, wie die sämmtliche Asphaleia-Objecte, in der Schlick'schen Eisengiesserei und Maschinenfabrik zu Budapest hergestellt wurde.

Der Impuls zur Bewegung des gesammten Bühnen-Apparates im Budapester Opernhause geht von einer 12pferdigen Gaskraft-Maschine**) aus, welche eine Wasserpumpe in Thätigkeit setzt, die das nothwendige Wasser aus einem, unter dem Zuschauer-Raume situirten, erfahrungsgemäss nie versiegenden Hausbrunnen saugt und in drei Reservoirs mit einer Gesamt-Capacität von 75.000 Liter pumpt. Eine zweite Pumpe steht in Reserve.

In diesen Reservoirs mit einem Gesamt-Ausmaasse von 75 m^3 wird das Wasser continuirlich unter einem Drucke von 7 Atmosphären gespannt gehalten, und bilden dieselben den Centralpunkt, von welchem aus die Rohrleitungen durch das ganze Haus gehen. Denn nicht nur zu den Bewegungen am Theater dient das hier angesammelte Druck-Wasserquantum, sondern es stehen auch die Feuerlöschleitungen mit

bezogen oder von Reservoirs geliefert wird, welche zu dem speciellen Zwecke im Theater aufgestellt werden) in einem Bühnenraume erscheinen muss, so ist die Gesamtanlage doch aus lauter Vorrichtungen, Druckcylindern, Differentialkolben, hydraulischen Flaschenzügen, Steuerungs- und Regulirungsventilen u. s. w. zusammengesetzt, welche seit Decennien in den mannigfaltigsten Combinationen und für die mannigfaltigsten Zwecke überall Anwendung finden.

In der That handelt es sich bei der Bühnenmechanik hauptsächlich um das ruhige, geräuschlose und sichere Heben, Senken und Feststellen von Lasten; und gerade diese Aufgabe ist es, welche im Maschinenwesen eine specifische Domäne der hydraulischen Krähne und Aufzüge geworden ist. Die hydraulischen Mechanismen sind als solche von der Praxis schon längst sanctionirt, und die vielen hydraulischen Hebevorrichtungen, welche Allerorten seit Jahren regelmässig im Gebrauche sind, bieten volle Gewähr dafür, dass auch bei der Anwendung dieses Systemes für Bühnenzwecke irgend eine Störung nicht zu befürchten ist.

Der verfügbare Raum unter der Bühne gestattet überdies, die hydraulischen Cylinder für die Versenkungen constructiv zweckmässig und vollkommen zugänglich herzustellen und es bieten die hydraulischen Triebwerke den besonderen Vortheil, dass die Apparate zu ihrer Handhabung übersichtlich geordnet auf einen Punkt vereinigt werden können, was eine grosse Bequemlichkeit in der Dirigirung aller scenischen Vorrichtungen und eine erhöhte Sicherheit in der Vermeidung von Irrthümern zur Folge hat.

**) Die Pumpen brauchen effectiv nur 6—8 Pferdestärken; aber da für Ventilationszwecke 4 Pferdestärken benötigt wurden, so installirte man einen 12pferdigen Motor.

demselben in Verbindung, so dass, wo irgend ein Wasser-schlauch in Thätigkeit gesetzt wird, derselbe im gleichen Momente einen bedeutenden Druck zur Verfügung hat. Ausserdem steht der Druck der hauptstädtischen Wasserleitung mit 2.5 bis 3. Atm. zur Disposition.

Von diesen Reservoirs (gewissermaassen Accumulatoren mit Luftpolster) führen zwei Rohrstränge zur Untorbühne, in welchem Raume die Press-Cylinder, welche das Podium und die grossen Versenkungen tragen, untergebracht sind. Es stehen hier 18 hydraulische Apparate in drei Reihen angeordnet, jede zu sechs Stück, deren Kolben behufs Erzielung möglicher Steifigkeit mit einem sehr grossen Querschnitte (650 mm Durchmesser) construirt sind.

Auf je zwei solcher Pistons ruht eine Coulissengasse, deren die Budapester Oper sechs von je 3 m Tiefe auf 12 m Breite hat. Ein siebentes, das dem Proscenium zunächst gelegene Bühnenprofil, ist nur 2 m tief; in diesem Profile befinden sich auch je rechts und links vom Zuschauer zwei kreisförmige Versenkungen für eine Person, welche, ebenso wie der hydraulisch auftreibbare Sitz des Souffleurs, auf einem Piston von 60 mm Durchmesser ruhen.

Der in den Gesamt-Längenschnitt des Hauses (Taf. III) eingezeichnete Schnitt durch die Bühne zeigt deutlich diese 6 Coulissen-Gassen, während der auf S. 5 stehende Querschnitt die Principien der verschiedenartigen Bewegungen der Untorbühne und des sogenannten Schnürbodens mit der Flugmaschine erkennen lässt.

Es erübrigt noch einige Worte der Erläuterung bezüglich der verschiedenartigen Auffassung beizufügen, in welcher die Pistons und Cylinder in der Textfigur dargestellt sind.

Alle drei Hubvorrichtungen sind in der Ruhestellung gezeichnet. Der am weitesten links gelegene Cylinder präsentirt sich in der Ansicht in einer Klappe; hier fallen zunächst rechts und links zwei ziemlich starke, 3.7 m lange, vom ersten Versenkungsboden in den Maschinenraum nach abwärts hängende Stangen auf; dieselben dienen zur Parallelführung der Versenkungsplatte, wenn dieselbe aufgetrieben wird. Auf der rechten Seite dieser Cylinder-Ansicht läuft von dem Pistonkopfe schräg nach abwärts die Terminkette zum Einströmventil; links dagegen hängt von der Höhe des Piston-Capitals eine andere Kette lose herab, welche dazu dient, den Riegel, auf welchem im Ruhezustande das Podium lagert, wegzuziehen.

Bei der rechts im Schnitte durch die Versenkung gezeichneten Stellung zeigt sich auch der Cylinder ganz im Schnitte; man sieht hier deutlich, wie der kleinere Versenkungs-Cylinder in den grösseren eingeschoben ist, und zwar vom ersten Versenkungsboden bis nahe zur Sohle des Maschinenraumes hinab. *)

Auf beiden Seiten der Cylindergruppe sind die grossen, durch die ganze Höhe der zwei Versenkungen aufragenden Unterstützungs-Säulen für die seitlichen Partien des ersten

*) Für das deutsche Reichs-Patent der Asphaleia bildet dieses Detail, wie uns Herr Gwinner mittheilte, einen Hauptfactor; es kann, da der Boden des kleinen Cylinders vollkommen geschlossen ist, der eine Piston nach aufwärts und gleichzeitig der andere (äussere oder innere) nach abwärts sich bewegen.

Versenkungsbodens zu sehen; auf denselben sitzen in der ersten Versenkung wieder hydraulisch bewegbare Pistons, mittelst deren noch einzelne ganz seitlich gelegene Podiumtheile gehoben werden können.

Die rechts neben der linken dieser Säulen sichtbare, 11 m lange eiserne Construction, die vom Bühnenpodium sich nach abwärts zieht, repräsentirt die linksseitige Führung für Decorations-Stücke, welche in ganzer Bühnenbreite und meist momentan, von der Bühne in die Tiefe verschwinden sollen;*) für diesen Zweck sind auch das oberhalb derselben angedeutete Räderwerk und die „Klappen“ bestimmt.

Jede der sechs Gassen enthält ausser der Versenkungsöffnung, welche 1.3 m breit und 11 m lang ist, zwei solcher Klappen, das sind Oeffnungen, die sehr schmal (400 mm), aber sehr lang sind (20 m) und in denen Decorations-Stücke bis zu 11.5 m Höhe auf- oder abwärts bewegt werden können. Ferner sind in jeder solchen Gasse drei Coulissenfahrarten vorhanden, das sind schmale Schlitze, unter welchen Wagen fahren, die einen Stollen tragen, an welchem je ein Decorationsstück befestigt ist.

Im Grundrisse der Bühnenhöhe (Parterre, Taf. IV) sind alle diese Details verzeichnet; rückwärts der ersten Couliasse zieht sich, punktirt angegeben, die Horizont-Leinwand bis zu den rechts und links der zweiten Gasse situirten Walzen.

Die nahe den beiden Quadrant-Rundungen des Horizontes eingezeichneten Vierecke markiren die von der Bühnenhöhe durch alle Stockwerke hinaufgehenden hydraulischen Aufzüge, welche speciell auch zur Meubel-Beförderung zu und ab den im IV. Stockwerke gelegenen Magazinen verwendet werden.

Um jede dieser Couliassengassen, wie vorstehend beschrieben und wie für die Bühnen-Anforderungen nöthig, zu bilden, waren 5 eiserne Träger nothwendig, welche in verschiedenen Zwischenräumen nebeneinander liegend, den Holzbelag des Podiums tragen. Diese fünf Träger einer Couliassengasse ruhen je auf zwei Pistons der Unterbühne, daher kann durch die Bewegung dieser beiden Pistons die ganze Couliassengasse gehoben u. zw. bis zu 4 m, oder gesenkt werden, letzteres bis auf 2.3 m unter Bühnenplanum. Dies wird auf sehr einfache Weise dadurch bewerkstelligt, dass ein Mann den Vertheilungsschieber der betreffenden Cylinder öffnet; in der normalen Lage des Podiums ist jede Couliassengasse durch vier starke, auf dem Fundamente aufsitzen eiserne Säulen extern gestützt, ruht also in dieser Lage nur secundär auf ihren resp. Pistons, wie im Längenschnitt bei der 1., 2. und 3. Gasse zu sehen; in derselben Zeichnung ragen diese Säulen der 4. und 5. Gasse frei empor.

Hier sei eingeschaltet, dass jeder der grossen hydraulischen Cylinder auf einen mächtigen Béton-Block von 2.5 m² Seitenfläche fundirt ist.

Die Verbindung der fünf Podiumträger mit den Pistons wurde dadurch hergestellt, dass am oberen Ende jedes Pistons

*) Der Felsensturz in der Oper „Margarethe“ in der Verwandlung zu Mephisto's Reich ist hiefür ein markantes Beispiel.

ein Capital sitzt, von welchem aus Säulen bis zu den Podiumträgern gehen; diese selbst liegen auf den Säulen derartig auf, dass eine Schiefstellung der Couliassengasse durch einseitiges Heben oder Senken möglich ist, womit in der That bedeutende Effecte*) auf der Bühne erzielt werden können. Dieses anscheinend so einfache Detail (Zapfen in horizontalem Schlitz einseitig verschiebbar) fand bei unserem Besuche besondere Anerkennung seitens der Herren Maschinen-Ingenieure; auch ein Schaukeln des ganzen Podiums wird durch diese Einrichtung möglich gemacht. Man kann dadurch auch eine Scene auf einem wirklichen Bergrücken abspielen lassen, z. B. in Wilhelm Tell (Rütli-Scene). Der Beschauer sieht wirklich in's Thal hinab und die Leute von Unterwalden kommen wirklich den Berg herauf.

Der Weg, den ein Piston zurückzulegen hat, kann demselben auch von Vorneherein durch die „Terminkette“ vorgezeichnet werden, so dass im gegebenen Momente nur der Hebel für die Einströmungs-Seite gestellt zu werden braucht, worauf der Hub beginnt und in der gewünschten Höhe automatisch arretirt wird.

Diese Terminketten, welche (siehe den im Texte beigefügten Querschnitt) an den Innenseiten der beiden rechts und links stehenden Cylinder der Pistonführung festgemacht sind, haben alle 20 cm (je im 10. Ringe) einen Karabinerhaken, mit dem sie entsprechend eingehängt werden können; sie greifen an den Hebeln der Einströmungsklappen an, die sich, wenn der Hebel gehoben wird, schliessen; ein sonst zu befürchtender Stoss wird durch je einen, oberhalb dieser Klappen angebrachten Windkessel vermieden.

Die grosse Versenkung in jeder Couliassengasse ruht, wie schon früher erwähnt, auf einem mittleren Piston von 650 mm Diam., welcher diese grosse Brücke auf- und abbewegt. Man kann aber auch nur einen einzelnen Theil dieser ganzen Brücke bewegen, da selbe in drei gleiche Theile getheilt ist, von denen jeder für sich selbstständig auf- und niedergeht; und zwar lässt sich der mittlere 6 m, die seitlichen je 3 m über das Podium treiben, was für Effecte sowohl als auch für das Bauen von sogenannten Practicabeln von bedeutendem Werthe ist.

Ob die Auflösung des Podiums in so viele (hier 18) einzelne Theile nothwendig sei, darüber kann man getheilte Ansicht sein; genügt eine geringere Anzahl beweglicher Podiumtheile für die Zwecke irgend einer Bühne, so verringert sich natürlich auch die Anzahl der hydraulischen Cylinder und somit die Total-Kostensumme der Anlage.

Principiell repräsentirt jedoch die so geschaffene Beweglichkeit des Podiums einen bedeutsamen Fortschritt und ist von Gwinner speciell diese Aufgabe auf

*) So kommt zum Beispiel bei der Oper „Margarethe“ der Zug der Landsknechte effectiv über die im gleichen Winkel, wenn auch in verschiedenen Höhenlagen schräggestellten und aneinander anschliessenden drei letzten Couliassengassen herauf, was nicht nur sehr malerisch wirkt, sondern auch das „Stellen“ des Zuges vor dem Auftreten sehr erleichtert. da dieses nicht mehr in der gedeckten Versenkung oder in dem beschränkten Couliassenraume, sondern auf der (vertieften) Bühne selbst geschehen kann, wo der Inspicient den Zug in seiner ganzen Entwicklung vor oder besser gesagt: unter sich sieht.

das Schönste gelöst; durch die Auflagerung auf zwei Pistons für jede Coulißengasse und durch das Aufsitzen dieses Systems im normalen Zustande auf vier Säulen, ist eine Selbstständigkeit und Solidität in jedes solches System gelegt worden, welche man bei andern Bühnen-Constructions vergeblich sucht. *)

Während bei andern Theatern sämtliche Constructionstheile untereinander verbunden sein müssen, um nur einige Steifigkeit in das ganze Podium zu bringen, und diese Verbindungen, wenn eine einzige Klappe geöffnet werden soll, unterbrochen werden müssen, was dann in vielen Fällen zur Folge hat, dass nicht marschirt, geschweige denn getanzt werden darf, — stehen hier die einzelnen Coulißengassen wie Inseln nebeneinander fest und können ohne Gefahr für die Darstellenden benützt werden.

Nicht weniger interessant wie die der Unterbühne, ist die Einrichtung der gleichfalls ganz aus Eisen hergestellten Oberbühne, gewöhnlich Schnürboden genannt. Dieser wird von zwei je 1.7 m hohen Haupt-Längs-Gitterträgern (welche in der Textfigur rechts und links oben im Schnitt erscheinen) gebildet, auf denen 5 quer über die Bühne laufende Träger ruhen; die 2 Haupt-Träger würden nicht nothwendig gewesen sein, wenn die 5 Querträger direct auf die 1.25 m starke Haupt-Mauer aufgelagert worden wären, wodurch der ganze Schnürboden 10 Auflagerungsstellen erhalten hätte, während gegenwärtig diese ganze Construction der eisernen Oberbühne nur an vier Punkten ins Mauerwerk gelagert ist; die für diese auf den ersten Blick etwas befremdliche Anordnung maassgebend gewesenen Gründe sind mir nicht näher bekannt geworden; vermuthlich wollte man die Seitenmauern von dem immerhin bedeutenden Drucke der Eisenconstruction freihalten.

Zwischen und oberhalb dieser 5 Querträger sind 416 Rollen für 104 Decorationszüge befestigt, welche letztere mit 36 kleineren, der linken Bühnenmauer entlang angeordneten hydraulischen Cylindern correspondiren, u. zw. ganz nach Art der hydraulischen Krahe.

Am untern Ende des feststehenden Cylinders befinden sich drei Schnürrollen, am oberen Ende des Pistons ebenfalls zwei solche; hier ist auch ein Drahtseil befestigt, welches in fünf Windungen sich um diese Rollen legt und dessen anderes Ende in drei Drahtseile geknüpft ist, die ganz hinauf auf den Rollenboden laufen, um dann im Bühnen-

*) Wir erinnern hier nur an jenen Unglücksfall, der sich am 11. November 1884 im Wiener Hof-Opernhause zutrug, indem zwei Chor-tänzer N. und K., während der Probe, als das Podium vollkommen geschlossen war, durch eine sich plötzlich öffnende Versenkung in die Tiefe stürzten.

Bei der Gerichts-Verhandlung, in welcher dieser Vorfall am ganz richtigen Platze seinen Abschluss fand, indem die Betroffenen, deren Einer schwer verletzt worden war, die verantwortlichen Organe zur Rechenschaft zogen, stellte sich heraus, dass in dem kritischen Momente an dem Gegengewichte der Versenkung die Versicherungs-Splinte fehlten, weshalb dieser Theil des Podiums jählings niederging, als ihn die beiden Herren betraten. Die Untersuchung hatte übrigens ergeben, dass derlei vorschriftsmässige Splinte auch an einigen anderen ähnlichen Apparaten fehlten. Der als Zeuge vorgeladene technische Ober-Inspector des Hof-Operntheaters, Herr akad. Maler Gaul, deponirte, dass allerdings dem Theatermeister die Verantwortung für dieses Unglück zufalle, da derselbe die Versenkungen hätte von Zeit zu Zeit revidiren

Mittel sowie je 6 m links und 6 m rechts davon, also mit 3 An-griffs-Punkten den Prospect, den Bogen oder die Soffite zu tragen u. zw. mit Hilfe eines eisernen Prospect-Trägers, der (vergl. Textfigur) durch je 6fache Fassung solid mit der Prospect-Leinwand etc. verbunden ist. Durch Oeffnen oder Schliessen des Zuleitungs-Schiebers bewegt sich nun der Piston entweder auf- oder abwärts, wodurch in Folge Nach-ziehens des Drahtseiles der daran hängende Decorationstheil gleichfalls gehoben oder gesenkt wird.

Die Drahtseile, durchgehends Guss-Stahl, haben für die Prospective 7 mm Durchmesser und bestehen aus 96 Litzen; für die später zu besprechenden Apparate sind selbe stärker.

Die Stellung aller dieser hydraul. Apparate ist mittelst eines auf einem Balcon, 3 m über Podium montirten Vertheilungsapparates centralisirt; in sechs Reihen übereinander angeordnet, liegen hier je sechs Schieber mit Hand-Hebeln. Das Aufwärtsdrücken des Hebels hat ein Steigen, das Abwärtsdrücken ein Senken der Decoration zur Folge. Bei der systematischen Eintheilung und bei der verhältnissmässig kleinen Anzahl von Hebeln ist eine gewisse Sicherheit der Manipulation bald erreicht und jetzt schon arbeitet der sogenannte Schnürmeister im Budapester Opernhause mit grosser Pünktlichkeit.

Unterhalb der früher erwähnten zwei Haupt-Gitterträger befindet sich die Bahn für die Horizont-Leinwand, welche mit 13, in die verschiedenen Gassen vertheilten, je 7 mm starken Drahtseilen an 39 Rollen läuft. Mit diesen kann, natürlich auch hydraulisch, die ganze Leinwand sammt Bahn und den beiden Walzen, auf denen die Reserve-Leinwand aufgewickelt ist, an allen Punkten mit gleicher Geschwindigkeit derart auf 8 m vom Bühnenpodium gehoben, also vollkommen aus dem Gesichtsfelde des Zuschauers gebracht werden, dass nur die beiden mechanischen Krahe (für die horizontale Verschiebung) auf ihren Consolen stehen bleiben. In der Textfigur ist die hydraulische Hebe-Vorrichtung für die Horizont-Leinwand nicht angegeben, da sie sich einestheils mit den eingezeichneten Zügen für die Prospective deckt, anderntheils weil unter der Einzeichnung zu vieler Details die Uebersichtlichkeit gelitten haben würde.

Auch der Flugapparat, an den seitens der modernen Ausstattungsstücke gar mannigfache und technisch oft ziemlich schwierig zu erfüllende Anforderungen gestellt werden, löst diese Aufgaben mittelst des Asphaleia-Systems in zufriedenstellender, einfacher und sicherer Weise, wie eine kurze Betrachtung darthut.

sollen; derselbe müsse jedoch durch die enorme Arbeits-Ueberbürdung entschuldigt werden. „Wenn das hohe Gericht“, so fügte Herr Gaul bei, „Kenntniss hätte von der colossalen Complicirtheit eines Bühnen-Apparates, so würde es sich wundern, dass nicht mehr geschieht.“ Gewiss sehr bezeichnende Worte!

Und der Beleuchtungs-Inspector der Hof-Oper, Herr R. gab (laut Bericht im „N. W. T.“ (Abendausgabe vom 10. Jänner 1885) die Erklärung ab, dass er, weil erst kurze Zeit engagirt, an eine Controle in der bezüglichen Richtung umso weniger habe denken können, als er gar keine Ahnung davon gehabt hätte, dass die Hof-Oper ein so gefährliches Versenkungs-System besitze, wodurch derartige Unfälle möglich seien.

Solche Aeusserungen wurden von speciellen Fachleuten abgegeben über die maschinellen Einrichtungen einer unserer ersten Bühnen; ein Rückschluss auf die trostlosen maschinellen Verhältnisse kleiner Theater liegt sehr nahe!

Die beiden wesentlichsten Bestandtheile dieses Apparates bilden die obere Flugkatze und die, im Ruhezustande senkrecht unter dieser hängende, mit einem Geländer versehene Plattform, beide den Augen des Publicums verborgen. Die „Katze“, ein einfacher Laufkahn, bewegt sich quer über die Bühne auf Grubenschienen, welche unterhalb aller 5 früher erwähnten, die Bühne überspannenden eisernen Querträger angebracht sind und in der Textfigur in Ansicht erscheinen; an diesem Laufkahn ist die Plattform mittelst zweier oben in einfachen Gelenken beweglichen, 5·5 m langen Gasröhren von 8 cm lichter Weite angeschraubt. Diese Plattform, beziehungsweise die unter denselben (vermittelt der an den Draht-Seilen freitragend befestigten Kloben-Rollen) schwebend erhaltenen Gegenstände (Decorationsstücke, Wolken, Schwäne, Wägen etc., eventuell mit Personen besetzt) sollen nun dreifache Bewegungen leisten können: 1. senkrecht auf- und abwärts, 2. horizontal nach links oder rechts quer über die Bühne oder endlich 3. eine Combination dieser beiden, beim Auf- oder Abwärts-Fluge in einer Bogenlinie.

Alle diese Bewegungen werden mittelst Drahtseil-Zug ausgeführt, und zwar die senkrechten durch einen in der Textfigur rechts oben auf der Galerie bemerkbaren mechanischen Krahn derart, dass die auf der Krahn-Trommel aufgewickelten Seile (13 mm stark aus 144 Guss-Stahl-Litzen gebildet) über 2 Rollen am Ende des Querträgers, von hier bis zur Katze und dann durch die senkrechten Gasröhren nach abwärts über die unterhalb der Plattform freihängenden Kloben-Rollen gehen, von wo sie durch die Gasröhren über 2 Rollen zu beiden Seiten der Katze nach der anderen Bühnen-Seite laufen, woselbst sie am eisernen Längsträger befestigt sind.

Zur horizontalen Fortbewegung der Flugkatze dienen andere Drahtseile, welche über 2 seitlich an den Trägern befestigte Rollen laufen und sich auf einem gleichfalls rechts situirten Krahne, der aber in der Figur nicht sichtbar ist, aufwickeln.

Bleiben noch die combinirten, krummlinigen, kreisförmigen Bewegungen. Da die beiden vorgenannten Röhren an ihren Befestigungspunkten an der Flugkatze beweglich sind, so können dieselben durch seitlichen Zug (welchen die in der Zeichnung ersichtlichen nach rechts und links gehenden Seile vermitteln) in einen beliebig spitzen Winkel gebracht werden; der darunter befindliche Flugkasten, und mit diesem das Decorationsstück im Gesichtsfelde des Zuschauers, folgt dann in einer Bogenlinie dieser Bewegung, wobei das Flugplateau stets horizontal bleibt.

Wir sahen früher, dass das von der Pumpe in die Accumulatoren gepresste Wasser durch Oeffnen der verschiedenen Schieber zur Hebung der Pistons verwendet wird; beim Rücklauf des Kolbens verlässt das Wasser den Cylinder und geht durch ein Retour-Sammelrohr in den Brunnen zurück; es ist daher der Wasserverbrauch ein sehr geringer.

In der Querschnitt-Textfigur sind die Druck- und Abfallrohre bezeichnet.

Sämmtliche Constructionstheile wurden natürlich vor der Montirung erst einzeln auf ihre Festigkeit geprüft, so zum Beispiel die Cylinder und Rohre auf 40 Atm., dann aber das ganze System sammt Dichtungen (nach Angabe der Fabrik) auf 25 Atm., so dass eine Beschädigung der Anlage wohl nur böswilliger Weise geschehen könnte.

Dass mit Zuhilfenahme dieser einfachen und doch so kraftvollen maschinellen Einrichtungen für den Aufbau der Scenerie kaum der dritte Theil der auf anderen Bühnen nothwendigen Arbeiterzahl gebraucht wird, ist naheliegend. Mit 16 Mann Decorations-Setzern (welche die, die Coullissen substituierenden Stücke zu- und abtransportiren und aufstellen), ferner mit 6 Mann in der Versenkung und mit 2 Mann am Schnürboden wurden in Gegenwart des Referenten sämmtliche Decorationen der scenisch besonders schwierigen Oper „Faust“ mit grosser Präcision und mit einer Ruhe gestellt, welche äusserst wohlthuend war im Vergleiche zu dem Lärm und der Hast, welche bei einem Scenenwechsel auf anderen grossen Bühnen herrschen. Allerdings wird durch den Wegfall aller Seitencoullissen, deren sich, wie wir wissen, das Asphaleia-System nicht bedient, auf der Bühne ein grosser freier Raum geschaffen, der schon an sich die Manipulationen der Theater-Arbeiter wesentlich erleichtert.

Die Gesamtkosten der Bühnen-Einrichtung belaufen sich auf 260.000 fl.; der ursprüngliche Ansatz für die Holz-Einrichtung betrug 80.000 fl., daher durch das jetzige System die Kosten um 180.000 fl. erhöht wurden, wie Eingangs erwähnt. Hiervon entfallen jedoch 12.000 fl. auf bauliche Anlagen, Fundamentirungen u. s. w. dann 20.000 fl. als Prämie an die „Asphaleia“ für Bauleitung etc., so dass für die eigentlichen Bühnen-Einrichtungen 228.000 fl. gerechnet werden müssen, auf welche Summe auch der Ueber-schlag der Asphaleia gelautet hat.

Als Erstlingswerk muss der Ingenieur diese ganze Einrichtung als gelungen bezeichnen; wesentliche Verbesserungen werden nicht vorkommen. Wir vermuthen jedoch, dass durch den Betrieb sich verschiedene Vereinfachungen zeigen werden, z. B. wie schon oben angedeutet, Verringerung der Anzahl Versenkungen u. s. w., was jedoch nur durch längere Erprobung zu finden sein wird, und sich auch nach den localen Bedürfnissen der Regie richtet.

Gewiss aber schuldet nicht nur das theaterbesuchende Publicum, sondern auch die Technik dem verständnissvollen Intendanten der Budapester Hofoper, Herrn Baron Friedrich Podmanicky, vollste Anerkennung dafür, dass er den Muth zur Initiative besass, diesem vorher praktisch noch nirgends bewährten Principe der Bühnen-Einrichtung in diesem herrlichen Kunsttempel ein Heim und somit Gelegenheit zur Erprobung zu bieten.

E. R. Leonhardt.

Die Kettenschiffahrt auf der oberen Donau.

Vortrag, gehalten im österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereine am 22. November 1884 von Ingenieur J. Deutsch.

(Mit Zeichnungen auf Taf. VI bis VIII.)

Im Jahre 1875 hat das hydrótechnische Comité unseres Vereines in seinem Berichte den beklagenswerthen Zustand unserer Flüsse und Wasserläufe gekennzeichnet und die Mittel angegeben, durch welche eine geregelte Wasserwirthschaft eingeführt und diese dem Handel, der Industrie und dem Ackerbau unserer Monarchie dienstbar gemacht werden könnte.

Seit dieser Zeit beschäftigt sich die öffentliche Meinung in ernsterer Weise mit der sogenannten Wasserfrage und wenn auch, trotz der seither eingetretenen Elementar-Ereignisse, heute ein greifbares Resultat noch nicht constatirt werden kann, so sprechen doch die jüngsten in den Landtagen der verschiedenen Kronländer für die Anlage von künstlichen Wasserstrassen votirten, nicht unbeträchtlichen Summen für die nach dieser Richtung hin gewonnene Erkenntniss: dass die Vernachlässigung unserer Wasserstrassen gleichbedeutend sei mit der Verschwendung enormer Reichthümer, welche die Natur durch die Schaffung so vieler und so wasserreicher Flüsse uns in den Schoss gelegt hat, und welcher in irgend einer Weise Einhalt geboten werden müsse, wenn das Land gemäss den volkswirthschaftlichen Begriffen der Neuzeit fortschreiten und dessen Produktionskraft auf gleiche Höhe mit der anderer civilisirter Völker gebracht werden soll.

Unser Verein darf daher mit Befriedigung darauf hinweisen, dass die Anregung, welche zu diesem Erkenntniss geführt hat, von ihm ausgegangen ist; gleichwohl muss aber auch hervorgehoben und dankbarst anerkannt werden, dass es nur durch die rastlose Energie des „Donau-Vereines“ möglich geworden ist, praktische Resultate zu erzielen.

Dieser Verein, eine Schöpfung des „Niederösterreichischen Gewerbevereines“, hat es sich vom Anfange an zur Aufgabe gemacht, die öffentliche Meinung über den vernachlässigten Zustand, in welchem die Donau sich befindet, aufzuklären und durch agitatorische Mittel dahin zu wirken, dass die Schiffbarkeit des Flusses erhöht, der Verkehr auf demselben erleichtert und die Kosten des Wassertransportes ermässigt werden.

Die erste Thätigkeit des gedachten Vereines galt der Frage der Regulirung des „Eisernen Thores“ über welche auf Veranlassung des Kriegsministeriums auch in unserem Vereine eingehende Discussionen stattgefunden haben, und nachdem die Durchführung dieser Regulirungs-Arbeiten in sichere Aussicht gestellt wurde, wendete sich das Bestreben des Donau-Vereines der Einführung der Kettenschiffahrt auf der oberen Donaustrasse, zwischen Wien und Passau, zu.

Dieses Bestreben erzielte insofern einen günstigen Erfolg, als die Donau-Dampfschiffahrts-Gesellschaft in der Ausschuss Sitzung vom 23. Mai 1882 ihre Bereitwilligkeit erklärte, die Kette bis Ende 1883, längstens aber bis zum Frühjahr 1884 bis Passau eventuell auch bis Deggendorf in Baiern (59 km oberhalb Passau) zu legen und in Betrieb zu setzen.

Die Länge des Flusslaufes zwischen Wien und Passau, im Stromstriche gemessen, beträgt ca. 301 km und die

Strecke von Wien abwärts bis Pressburg, längs welcher die Kette schon im Jahre 1869 gelegt wurde, 60 km.

Mit der Fortsetzung der Kettenlegung von Wien aufwärts wurde thatsächlich begonnen und selbe bis Pöchlarn auf eine Distanz von 121 km bewerkstelligt, dort aber unterbrochen, weil die längs des „Struden“ bei Grein (153 km von Wien) durchgeführten Versuche zu dem Ergebnisse geführt haben, dass der Betrieb der Kette ohne vorhergegangene Regulirung des Strombettes auf grosse Schwierigkeiten stösst und, wenn auch nicht ganz unmöglich ist, so doch gegenüber der gegenwärtigen Beförderungsweise durch Raddampfer dem Transporte keinerlei Vortheile in Aussicht stellt. Wollte man aber die Continuität der Kette am „Struden“ unterbrechen und sie oberhalb desselben fortsetzen, so entstünden daraus ähnliche Unzukömmlichkeiten wie sie durch die Unterbrechung des Verkehrs am Eisernen Thore herbeigeführt werden, deren Beseitigung schon seit Jahren von Allen beim Transporte Betheiligten angestrebt wird.

Um sich nun volle Klarheit über die Natur und Beschaffenheit der angeführten Schiffahrts-Hindernisse zu schaffen und um die Mittel und Wege in Erfahrung zu bringen, durch welche trotz dieser Hindernisse die Kettenschiffahrt eingeführt werden könnte, ohne vorher eine kostspielige Stromregulirung durchführen zu müssen, hat der Donau-Verein, in Vertretung des Donau-Tages, Herrn Max Eyth, einen Ingenieur, welcher sich seit langem praktisch mit ähnlichen Anlagen beschäftigte und schon im Jahre 1866 seine Erfahrungen in der Fachzeitschrift „Artizan“ und in anderen Publicationen veröffentlichte, als Experten berufen und hat zugleich mit den Ministerien und anderen Corporationen auch unseren Verein als Mitglied des Donau-Tages eingeladen, seine Delegirten zu der beabsichtigten Stromfahrt zu entsenden. Der österreichische Ingenieur- und Architekten-Verein folgte dieser Einladung und beauftragte seine Mitglieder: Herrn Ing. Deutsch und Herrn Ober-Inspector Friedr. Bömches mit der Berichterstattung an den Verein, wobei mir über Wunsch des Verwaltungsrathes die Aufgabe zufiel, die bei der Stromfahrt gemachten Beobachtungen in mündlichem Vortrage Ihnen bekannt zu geben. (Der Bericht selbst wurde seinem ganzen Wortlaute nach in unserer „Wochenschrift“ Nr. 48 vom 29. November 1884 zum Abdrucke gebracht.)

Bevor ich indess zur Erfüllung meiner Aufgabe schreite, sei es gestattet, zur besseren Beurtheilung der vorliegenden Fragen einige einleitende Bemerkungen über Geschichte und Princip der Kettenschiffahrt vorzuschicken.

Die Ketten- oder Seilschiffahrt, auch Touage genannt, ist die Erfindung des deutschen Mechanikers Nicolaus Molwitz, welcher, nach den Berichten des Mathematikers Marperger aus dem Jahre 1723, seine Versuche in den Zwanziger-Jahren des vorigen Jahrhunderts in Magdeburg anstellte.*) Allgemein jedoch wird diese Erfindung dem

*) Siehe E. Bellingrath: Reform der Main-Schiffahrt. Dresden 1880. Seite 54.

Marschall Moritz von Sachsen zugeschrieben, obgleich dieser erst 1732 seine Versuche bei Strassburg ebenso erfolglos wie Molwitz anstellte. Bei den Versuchen des Marschalls wurde ein Hanfseil längs der zu befahrenden Flussstrecke vom Bord eines Bootes auf die Flusssohle versenkt und das Boot selbst am oberen Ende des Seiles verankert. Das zu befördernde Frachtboot hingegen wand das Seil mittelst eines Göppels wieder auf und gelangte so, indem es sich längs dem Seile fortspinnete, bis zu dem verankerten Boote. Diese Procedur wurde von beiden Booten so oft wiederholt, bis die ganze Flussreise beendet war.

Diese Manipulation war selbst für die damaligen Verhältnisse zu primitiv und zu kostspielig. Die Touage gerieth in Vergessenheit bis es im Jahre 1820 dem französischen Ingenieur Tourasse gelang, auf der Rhône bei Lyon die Kettenschiffahrt praktisch zu verwerthen. Aber erst nach vielen Wandlungen wurde sie im Jahre 1839 auf der canalisirten Seine im Weichbilde der Stadt Paris und auf der belgischen Maas 1849 eingeführt, wesentliche und allgemein als solche anerkannte Verbesserungen wurden jedoch nicht früher als 1854 angebracht. *)

Nach Deutschland kehrte diese Erfindung erst wieder im Jahre 1866 zurück, wo der Director Graff, an derselben Stelle, wo 150 Jahre früher „Molwitz“ seine ersten Versuche machte, den Localdienst zwischen den Magdeburger Brücken einrichtete.

Seitdem ist diese Beförderungsmethode auf der Elbe (1869—1874) auf dem Rhein, dem Neckar (1878), der Saale (1884) und, wie früher schon erwähnt wurde, ist sie auf der Donau zwischen Wien und Pressburg im Jahre 1869 eingeführt worden.

Bei dem gegenwärtig in Verwendung stehenden Systeme der Touage wird die Kette oder das Drahtseil ununterbrochen längs der ganzen zu befahrenden Flussstrecke versenkt und verankert. Die Kette, welche in Distanzen von 1000 m zum Behufe der leichteren Trennung der einzelnen Kettenlängen mit sogenannten Kettenschlössern versehen ist, wird über zwei auf dem Deck des Kettenschiffes parallel angebrachte Trommeln derart geschlungen, dass in Folge der rotirenden Bewegung derselben die Kette auf der einen Trommel gleichmässig aufgewunden wird, wodurch das Kettenschiff in der Richtung der Kette sich fortspinnen kann, während der ausser Wirksamkeit getretene Kettentheil über die andere Trommel hinweg neuerdings in das Flussbett versenkt wird. Hiebei wirkt die Kette gleichsam wie das verankerte Seil des Marschalls von Sachsen, an welchem das Kettenschiff stromaufwärts oder auch stromabwärts sich bewegt, jedoch mit dem Unterschiede, dass in unserem Falle das Eigengewicht der Kette und deren Adhäsion und Reibung auf der Flusssohle die Stelle des Ankers an jenem Punkte vertritt, wo die Kette, veranlasst durch

das Aufrollen sich von der Flusssohle abhebt und wobei der ganz ausserordentliche Vortheil entsteht, dass diese Ankerstelle gleichmässig mit der Bewegung des Kettenschiffes ihren Ort verändert, ohne dass deshalb die Procedur unterbrochen wird.

Reisst die Kette während der Fahrt, so werden die Theile durch ein Kettenschloss wieder vereinigt, was je nach Umständen einen grösseren oder kleineren Zeitverlust verursacht.

Das Aufwinden des Drahtseiles hingegen geschieht nicht in gleicher Weise, wie das der Kette, sondern wird durch Einklemmung desselben auf der nach ihrem Erfinder benannten „Fowler clip drum“ bewerkstelliget. An der Peripherie dieser Rolle sind selbstwirkende Glieder angebracht, welche durch den Druck des über dieselben gleitenden Seiles sich von selbst schliessen und so die Einklemmung bewirken, welche das Seil so lange festhalten, bis durch eine weitere Drehung der Rolle das Seil von den nächsten Gliedern erfasst und neuerdings eingeklemmt wird, wodurch das Seilschiff ebenso wie das Kettenschiff an der Kette, längs dem Seile sich fortbewegt.

Dieser Seilapparat ist seitlich vom Schiffe und ausserhalb demselben an die Schiffswand befestiget, damit bei dem zufälligen Reissen des Seiles die Enden desselben der Bedienungsmannschaft nicht gefährlich werde, ausserdem wird hiedurch das Aufnehmen und Abwerfen des Seiles ausserordentlich erleichtert. Diese Anordnung bewirkt indessen eine Neigung des Toueurs nach der Seite hin, wo der Apparat angebracht ist, erschwert hiedurch die Steuerung und verursacht auch den Nachtheil eines grösseren Tiefganges des Seiltoueurs, was besonders bei wasserarmen Flüssen dessen Verwendung ausschliesst.

Im Allgemeinen genommen, sind die mechanischen Eigenthümlichkeiten sowie das Verhalten dieser beiden Zugsförderungs-Methoden in betriebstechnischer Beziehung, derart mannigfaltig, dass ein Vergleich derselben nur für specielle Fälle sich anstellen lässt, daher allgemeine Normen für die Bevorzugung des einen vor dem anderen Systeme sich nicht aufstellen lassen. Hingegen besitzen beide Systeme gegenüber der gegenwärtig gebräuchlichen Zugförderung mittelst freifahrenden Raddampfern den Vortheil, dass bei gleich starken Maschinen der Nutzeffect bei der Touage ein beträchtlich grösserer ist, daher die Eigenkosten des Transportes dieser Zugförderung, bei sonst gleichartigen Stromverhältnissen geringer, wenn auch nicht in gleichem Verhältnisse der Nutzeffecte ausfallen.

Der ökonomische Vortheil des grösseren Nutzeffectes ist hauptsächlich auf den Umstand zurückzuführen, dass der sogenannte „Slip“ des Bewegungs-Motors bei der Touage auf ein Minimum herabgedrückt wird und ganz und gar unabhängig ist von der Geschwindigkeit des Wassers, gegen welche er bei der Bergfahrt anzukämpfen hat. Der Arbeitsverlust wird in Folge dessen in gleichem Maasse, wenigstens insoweit als die Touage dabei in Berücksichtigung kömmt, wesentlich verringert.

Würde z. B. der Fluss seinem ganzen Laufe entlang eine gerade Richtung verfolgen und überall gleich tief sein, so würde das versenkte Seil oder auch die Kette gleich lang

*) Ausserdem fand in Frankreich die Kettenschiffahrt noch Anwendung längs dem ganzen Laufe der Seine (1854—60), in beiden Tunnels des Canales St. Quentin (1861), in der Canalhaltung des Arsenales auf dem Canale St. Martin (1862), auf der canalisirten Oise (1865—69), in dem Tunnel von Pouilly und in den Einschnitten der Scheitelhaltung des Canales von Burgund (1866), auf dem Canal von Caen zum Meere (1868), auf der Loire (1869) und auf der Yonne (1873).

mit dem Flusslaufe sein können, es würde in diesem Falle der Weg, welchen die Trommel oder die clip drum (das Fowler'sche Rad) zu machen hätte, nicht länger als derjenige sein, den das Kettenschiff selbst zurückzulegen hat, um an seinen Bestimmungsort zu gelangen, es wäre demnach der „Slip“ gleich Null. Da aber diese Voraussetzungen in der Wirklichkeit nicht, oder nur selten eintreffen, so muss die Kette oder das Seil in Folge der ungleichen Tiefen des Flussbettes sowie mit Rücksicht auf deren seitliche Verschiebungen in den Curven des Flusslaufes länger als der Flusslauf selbst ausfallen. Diese Mehrlänge, welche selbstverständlich gleich dem Reste der Kette über die Trommel aufgerollt werden muss, ohne dass deshalb das Kettenschiff weiter vorwärts geschoben wird, repräsentirt nun das Maass, welches bei Rad- oder Schraubendampfern als der „Slip“ bezeichnet wird und nichts anderes ist, als die Differenz des vom Schiffe zurückgelegten Weges und desjenigen längeren Weges, den die Schaufeln des Rades oder die Schraubentügel des Propellers zurückzulegen haben.

Dieser Slip variirt bei den bisher in Verwendung stehenden Toueurs je nach der Beschaffenheit des Flussbettes zwischen 3 % und 10 %, während derselbe bei Schraubendampfern bis auf 20 % und bei Raddampfern bis auf 25 % des Schiffsweges und noch höher ansteigt, wenn die Stromgeschwindigkeiten das Normale übersteigen. Diesen procentualen Vortheil würde die Touage selbstverständlich vor den frei fahrenden Dampfschiffen immer voraushaben, wenn nicht, bei der Gegenüberstellung der ökonomischen Leistungen beider Zugsförderungs-Methoden, berücksichtigt werden müsste, dass bei der Touage die Zinsen- und die Amortisationsquote des im Seile oder der Kette investirten Capitaux in Anschlag zu bringen ist.

Bezüglich der Höhe dieser Quoten lässt sich indess im Vorhinein kein bestimmter Anhaltspunkt finden, weil sie theils von den Anschaffungskosten und theils von der ungleichartigen Abnutzung des Seils und der Kette und endlich von der Intensität des Verkehrs abhängen, gleichwohl aber sind für specielle Fälle die commerciellen Vortheile der Touage gegenüber den freifahrenden Remorqueuren nicht zu leugnen, wie vielfach und besonders in letzterer Zeit von Prof. Teichmann klar gestellt wurde: *)

Auch die französischen Ingenieure Labrousse **) und de Lagrené **) haben, gestützt auf die Erfahrungen, welche auf der Seine gemacht wurden, es versucht, die Vortheile der Touage ziffermässig auszudrücken.

Labrousse fand aus seinen empirischen Versuchen, dass zur Bewältigung des Widerstandes bei der Bergfahrt eine Arbeit nothwendig geleistet werden muss, von:

$$15 B^2 (v + c)^2 v$$

worin B^2 = der Summe der Schiffsquerschnitte

v = der Schiffsgeschwindigkeit

c = der Stromgeschwindigkeit

wobei jedoch angenommen wurde, dass im Durchschnitte

*) Siehe: „Ueber Tauschiffahrt“, Stuttgart, königl. Hofbuchdruckerei 1880.

**) Siehe: Labrousse. *Traité de touage*. Seite 50 und H. de Lagrené: *Cours de navigation intérieur*. 2. Band, Seite 107. Paris 1869.

von seichtem und tiefem Wasser der Neigungswinkel*) der Kette gegen den Horizont 25 Grad betrage.

Den Arbeitsverlust in Folge der Steifheit der Kette, der Adhäsion und der Reibung derselben auf der Flusssohle, sowie für die horizontale Abweichung der Kette gegen die Richtung des Widerstandes berechnet er mit:

$$2 B^2 (v + c)^2 v$$

woraus sich der Arbeitsverlust mit $\frac{2}{15}$ oder 13 % und der

Nutzeffect mit $\frac{13}{15} = 87\%$ der aufgewendeten Arbeit be-

rechnet, während im grossen Durchschnitte die Raddampfer kaum mehr als 60 % Nutzeffect geben. Es muss indess als Ergänzung hinzugefügt werden, dass Labrousse den Kraftverlust, herbeigeführt durch das Gleiten der Kette auf der Trommel sowie durch den Neigungswinkel der ablaufenden Kette, als zu wenig beachtenswerth, vernachlässigt hat.

Dieser theoretischen Darstellung gegenüber ist es nach der Ansicht Bellingrath's**) eine übertrieben ungünstige Annahme, den Neigungswinkel der aufgehenden Kette mit dem Horizonte mit 25 Grad festzusetzen, weil derselbe in den bisher durch die Kettenschiffahrt belebten Flüssen, welche mehr oder weniger kleine Wassertiefen besitzen, kaum 8—10 Grad beträgt, wodurch der Nutzeffect ein höherer wird und bis zu 94 % und im ungünstigsten Falle bis auf 90 % der aufgewendeten Arbeit ansteigt.

Der materielle Vortheil dieses grösseren Nutzeffectes gestattet es, dass die Touage selbst bei Flussgefällen, gegen welche freifahrende Raddampfer vergeblich ankämpfen, noch mit Gewinn den Transport besorgen kann, wie aus den Erfahrungen am Rhein, an der Elbe und dem Neckar hervorgeht. Die diesbezüglich angestellten Vergleiche ergaben, dass die Raddampfer den Betrieb störende Schwierigkeiten finden bei Gefällen von 0.00040 und schon bei Gefällen von 0.00050 auf eine Rentabilität gänzlich verzichten müssen, während die Kettenschiffahrt schon bei Gefällen von 0.00025 einen Vortheil gegen die Raddampfer erlangt und keine Beschränkung durch noch ungünstigere Gefällsverhältnisse erfährt.

An der Hand dieser, wenn auch nur ganz allgemein gehaltenen Darstellung des Principes und der mechanischen Leistung der Kettenschiffahrt, können wir mit Berücksichtigung der localen Stromverhältnisse uns eine Ansicht über dasjenige bilden, was zu geschehen haben wird, um die Touage auf der oberen Donau zu ihrer vollen Leistungsfähigkeit zu bringen, um so den Wassertransport beleben zu helfen.

Die Schwierigkeiten, welche die Kettenschiffahrt auf der Strecke Wien-Passau zu überwinden haben wird, können wir nur aus der Analogie mit jenen beurtheilen, welche theils auf der Strecke Wien-Pressburg und theils auf anderen

*) $\sin^2 \alpha = \frac{2 p h}{r}$, worin die Zugkraft

$$P = 15 B^2 (v + c)^2 v$$

α = dem Neigungswinkel der Kette,

p = dem Gewichte der Kette pro Meter Länge und

h = der Höhe der Auflauftrommel über die Flusssohle.

**) Siehe E. Bellingrath: „Die Reform der Mainschiffahrt“. Dresden 1880. Seite 47.

Flüssen sich diesem Zugförderungsmittel entgegenstellen. Sie erwachsen grösstentheils aus der Individualität des Flusses und aus der Beschaffenheit des Flussbettes an speciellen Punkten, wie jener am „Struden“ es ist, und sind umsoweniger durch den Touagebetrieb in ausreichender Weise zu überwinden, je weniger der Strom selbst in einem der Kettenschiffahrt günstigen Zustande sich befindet.

Im Grossen und Ganzen kann zwar der grössere Theil dieser Schwierigkeiten, sei es durch den Aufwand einer grösseren Anstrengung der Maschine oder durch sonstige materielle Opfer beseitiget werden, allein ob dann auch die Kettenschiffahrt jene früher erwähnten ökonomischen Vortheile beibehält, bleibt insolange in Frage gestellt, bis durch praktisch durchgeführte Versuche der Beweis dafür erbracht worden ist, ob es sich der Mühe lohnt, die bestehende Zugförderung durch eine andere zu ersetzen. Es ist daher und besonders mit Rücksicht auf die Kostspieligkeit solcher Versuche geboten, diesem Gegenstande die vollste Aufmerksamkeit zu schenken und im Vorhinein die auf der Donau so häufig wechselnden hydrographischen Eigenthümlichkeiten einer genauen Prüfung zu unterziehen.

Die Touage hat nach den Erfahrungen, welche damit gemacht wurden, unstreitig bei niedrigen Wasserständen und grossen Gefällen einen Vortheil gegen die freie Schiffahrt voraus, allein es fehlt dem Toueur durch seine unlösbare Verbindung mit der Kette jene freie Beweglichkeit und auch die Lenkbarkeit, wie sie der Raddampfer besitzt. Der Toueur kann zwar bei beschränkter Flussbreite trotz der Kette, durch eine seitliche Abschwenkung beide Ufer anlaufen und nach Erforderniss an dem einen oder dem anderen sein Convoi abstellen oder ein Schleppschiff anhängen, allein an überbreiten Flussstrecken, wie deren eine Anzahl längs der Donau sich vorfinden, ist dieses schon darum nicht möglich, weil an solchen Stellen der Stromstrich knapp am Bruchufer einseitig sich hinzieht und in Folge dessen das gegenüberliegende oft eine zu geringe Landungstiefe besitzt. Trifft es sich nun, dass die Fracht-Station am flachen Ufer liegt, so kann sie von dem Toueur nicht direct bedient werden. Die Schleppschiffe müssen in einem solchen Falle dem Toueur durch besondere und oft kostspielige Maassnahmen zugeführt werden, welches nothgedrungen Weise die Tarifsätze nach und von solchen Stationen erhöhen muss. Je zahlreicher daher solche Ueberbreiten im Flusslaufe vorhanden sind, desto weniger Vortheile bietet naturgemäss die Touage gegenüber der freien Schiffahrt.

Ein zweiter nicht zu übersehender Nachtheil der Touage liegt in dem sogenannten „Wandern der Kette“, womit ausgedrückt werden will, dass die für eine Stromstrecke in Dienst gestellte Kette nicht an derselben Stelle verbleibt, an welche sie ursprünglich versenkt wurde.

Dieses „Wandern“ geschieht im doppelten Sinne. Einmal in seitlicher Richtung nach dem einen oder dem anderen Ufer hin, je nachdem der Toueur von seinem vorgeschriebenen Course nach rechts oder links abweicht, und das andere Mal in der Längenrichtung des Flusslaufes. Dieses letztere „Wandern“ wird verursacht theilweise durch das mehrfache Umwinden der Kette um die Trommeln, wodurch selbstverständlich die früher gestreckte Kette um gerade

soviel verkürzt wird, als die Umspannung der Trommeln beträgt.

Dieses Kettenstück führt der Toueur stets mit sich und gibt es erst an jenem Punkte ab, wo er seine Fahrt beendet hat; in Folge dessen wird die Kette an der Abfahrtsstelle kürzer und an dem Ankunftsorte länger als beabsichtigt war. Eine dritte Art des „Wanderns“ wird durch die früher erwähnte Mehrlänge der Kette verursacht, indem der Toueur gezwungen ist diese Mehrlänge z. B. an tieferen Flussstellen aufzuwinden, bevor er überhaupt diese Stelle passiren kann. Da er aber die Kette gleichzeitig in der entgegengesetzten Richtung seiner Bewegung wieder abrollt, so wandert diese Mehrlänge von der tieferen Stelle des Flusses und liegt nach der Passage des Toueurs in der entgegengesetzten Richtung von der, in welche der Toueur sich bewegt, d. h. die Mehrlänge der Kette befindet sich auf der stromabwärtigen Seite dieser Stelle, wenn der Toueur auf seinem Wege stromaufwärts diese passirt hat und auf der stromaufwärtigen Seite, wenn er abwärts gefahren ist.

Ist nun aber mit Rücksicht auf die Beschaffenheit des Flussbettes an einer bestimmten Stelle eine stärkere Kette eingeschaltet worden, so wird im Laufe der Zeit dieses specielle Kettenstück sich von seinem ursprünglichen Orte entfernen und durch das nachfolgende schwächere Kettenstück ersetzt werden, welches, da es nicht den gleichen Zugwiderstand besitzt, den Anforderungen nicht entsprechen kann und deshalb die Möglichkeit nicht ausgeschlossen ist, dass die Kette gerade an einer gefährlichen Stelle des Stromes reissen könnte; ein Uebelstand, dem man ja vorsichtshalber durch die Einschaltung eines entsprechend solideren Kettenstückes vorzubeugen beabsichtigte.

An Flüssen mit kleinen Stromgeschwindigkeiten, wo die Toueurs in beiden Richtungen verkehren, rectificiren diese von selbst den erwähnten Uebelstand dadurch, dass das Wandern der Kette in der einen Richtung durch das in der anderen Richtung aufgehoben wird, in einem solchen Falle bleibt daher die Kette mehr oder weniger unverändert an derselben Stelle liegen.

Anders verhält es sich jedoch auf der Donau, deren Stromgeschwindigkeit dem Toueur bei seiner Bewegung in der Richtung nach stromabwärts grosse Schwierigkeiten in den Weg legt.

Hiebei ist es nämlich nothwendig, dass der Toueur um steuerfähig zu sein, eine grössere Geschwindigkeit annehmen muss, als die des Wassers selbst, hiedurch entsteht eine ausserordentliche und oft gefährliche Schnelligkeit in dem Auf- und Abrollen der Kette, in Folge dessen Stösse erzeugt werden, welche das Schiff in allen Fugen zur Lockerung bringen und seine Dauerhaftigkeit beeinträchtigen. Zwingt nun noch ein zufälliges Hinderniss den Toueur zum plötzlichen Anhalten, so wird er durch das Momentum des nachfolgenden Convois gewaltsam der Breite nach, gegen den Stromstrich gestellt, neigt sich dadurch auf eine Seite und läuft Gefahr Wasser zu schöpfen und zu sinken, selbst dann, wenn durch geschicktes Manöveriren ein Aufeinanderfahren der Boote vermieden werden sollte.

Dieser Fall hat sich zu wiederholten Malen und nicht blos auf der Donau ereignet und hat allenthalben zu der Entscheidung

geführt, den Touagedienst bloß stromaufwärts einzurichten, dagegen in der entgegengesetzten Richtung die Toueurs frei von der Kette verkehren zu lassen. Durch diese nothwendig gewordene Vorsichts-Maassregel werden indess bloß die Havarien hintangehalten, welchen das Convoi durch die Natur der Zugförderungsmethode nothgedrungen ausgesetzt ist, aber dem „Wandern“ der Kette ist bei diesem Vorgehen nicht abgeholfen worden. Um jedoch auch hiefür eine Abhilfe zu treffen, hat man auf der Donau zu dem etwas drastischen Mittel seine Zuflucht genommen, und hat das über die Trommeln geschlungene Kettentheil nach vollendeter Reise abgetrennt und dasselbe am unteren Ende wieder durch Kettenschlösser mit der versenkten Kette vereinigt, während die sonstigen erwähnten Wanderungen gleich bei der Fahrt vom Toueur rectificirt werden.

Diese kostspieligen Manipulationen sind indessen, trotzdem sie intensiv auf die Betriebskosten zurückwirken, mit jenen Verlusten nicht in Vergleich zu setzen, welchen das Schleppschiff selbst an Flusstellen, wie jene am „Struden“, ausgesetzt ist.

Hier begrenzt sich der Schaden einer durch die Beschaffenheit des Strombettes herbeigeführten Havarie nicht bloß auf den unmittelbaren Verlust des Schleppschiffes und seiner Ladung, sondern ist auch in eminentem Maasse geeignet, nach Maassgabe der hier zu überwindenden Gefahren die Assecuranz-Prämie auf dem ganzen Wassertransporte, welcher diese Flussstrecke zu passiren hat, zu erhöhen und so den Verkehr auf der oberen Donau mit einer Steuer zu belasten, welche im Vergleiche mit den Kosten der Regulirung dieser Strecke als exorbitant angesehen werden muss.

Die hier in Frage stehende Stromstrecke *) zeigt einen bis auf die gegenwärtige Zeit unvollendeten Durchbruch des Urgebirges, dessen Ausbildung, trotz vielfach durchgeführter Sprengungen, bis auf den heutigen Tag noch nicht so weit fortgeschritten ist, um eine geregelte und gefahrlose Schifffahrt auf dem Flusse zu gestatten. Zwar ist der am rechten Ufer weit in das Flussbett hineinragende Felsen „Haustein“ in den Jahren 1854—1866 durch Sprengung bis auf eine Tiefe von 1.90 m unter Null beseitigt worden, aber unmittelbar an der Einmündung des Giesenbaches liegen die Stromverhältnisse noch sehr im Argen. Das Strombett wird hier durch die „Wörther Insel“ in zwei Arme, den „Strudel“ und den „Hössgang“ getheilt. Der letztere Arm ist indess zum grössten Theile versandet und kann nur bei Hochwasser mit seichtgehenden Booten befahren werden.

Das Hauptbett der Donau hingegen wird durch Klippen und Riffe durchquert, zwischen welchen das Wasser bei allen Pegelständen mit einer Geschwindigkeit von 3 bis 5 m seinen Durchfluss in drei, bei Niederwasser getrennten Canälen bewerkstelliget.

Von diesen wird der in der Mitte des Flussbettes gelegene „Wildriss“ von der Schifffahrt zu allen Zeiten gemieden, während der linkseitige Canal „Waldwasser“ im Durchschnitt bloß Tiefen von 1.0 bis 1.50 m unter Null aufweist, daher bloß bei höheren Wasserständen fahrbar und auch thatsächlich befahren wird.

Hingegen wurde von jeher dem sogenannten „Struden-Canale“ die grösste Aufmerksamkeit geschenkt und demselben durch fortgesetzte Felssprengungen eine Fahrbreite von 30.3 m und eine Tiefe von 1.90 m unter Null zu geben versucht; da aber der Hauptstock des langgestreckten Felseriffes (Bombengehäckels) unberührt geblieben ist, so beträgt die Breite der Naufahrt im Struden-Canale bei kleinem Wasserstande höchstens 15.17 m, was bei der ausserordentlichen Geschwindigkeit und bei der scharfen Krümmung des Fahrwassers einen besonderen Signalisirungsdienst zur Sicherung der Schifffahrt nothwendig machte, wodurch der Verkehr in der einen Richtung gesperrt wird, wenn ein Schiff in der anderen Richtung passiren will. *)

Die Länge dieser Fahrrinne beträgt 327 m und besitzt bei dem Wasserstande von 0.948 m ober Null ein relatives Gefälle von 0.00385. Die Stromgeschwindigkeit beträgt bei einem Wasserstande von 1.58 m bis 2.21 m ober Null circa 3.79 m bis 4.42 m pro Secunde und ermässigt sich bei dem höheren Wasserstande von 3.16 m, von 3.79 m bis 3.16 m pro Secunde.

Vergleicht man diese Stromverhältnisse mit jenen der deutschen Flüsse, wo schon bei dem Gefälle von 0.00050 die Raddampfer auf eine Rentabilität verzichten müssen und erwägt man ferner, dass die auf der Donau verkehrenden Remorqueure eine Breite von 19.0 m über die Radkasten besitzen, also bei niedrigem Wasserstande den Struden-Canal gar nicht passiren können, so wird es begreiflich, warum anfänglich alle bei dem Wassertransporte Betheiligten für die Einführung der Touage sich ausgesprochen haben und erst nach den missglückten Versuchen an dieser Stelle ihre Meinung theilweise änderten.

Bei diesen Versuchen wurde die Kette längs der Fahrrinne im Struden-Canale gelegt und der Toueur passirte, wenn auch mit manchen Schwierigkeiten kämpfend, zu wiederholten Malen die ganze Strecke in beiden Richtungen. Erst nachdem ihm zwei beladene Schleppschiffe angehängt wurden und der Weg stromaufwärts angetreten werden sollte, verhängte sich die Kette etwas unterhalb der „Keller-Ecke“ an die dort unter Wasser befindlichen Riffe und jede Bemühung, sie von dem Hindernisse zu befreien, war vergeblich. Der Toueur wurde sodann von der Kette frei gemacht und stromaufwärts durch den Struden bugsirt und oberhalb neuerdings an die versenkte Kette gespannt, um womöglich auf seinem Wege stromabwärts diese frei zu machen. Auch dieser Versuch misslang und hatte keinen anderen Erfolg, als den Bruch der $\frac{2}{8}$ zölligen Kette herbeizuführen, deren abgetrennter Theil noch gegenwärtig auf der Flusssohle liegend sich befindet. **)

Dieser missglückte Versuch würde indessen nicht abschrecken von dem neuerlichen Fortsetzen des Unternehmens, wenn die vorhandene Wassertiefe ausreichen würde, um Querketten zur Unterstützung der Touagekette zu spannen, wodurch ein Contact mit den Klippen und Riffen vermieden werden

*) Für weitere Details siehe Anhang.

**) Dem Vernehmen nach ist die gerissene Kette erst im Monate Januar dieses Jahres bei einem ausserordentlich niedrigen Wasserstande frei gemacht worden, jedoch sind die Details über die hiebei zu Tage getretenen Ursachen des Reissens noch ausständig.

könnte. Allein seit der Abspaltung des 1000m unterhalb gelegenen Felsen „Haustein“ und besonders durch die, wenn auch bloß partielle Räumung des „Waldwassers“, hat sich der Wasserspiegel im Struden-Canal selbst derart gesenkt, dass gegenwärtig vollbeladene Kähne kaum mehr bei Nullwasser den Struden passiren können, daher umsoweniger über die Querketten hinweg kommen könnten, ohne vorher gelichtet zu werden, was neuerdings die Erhöhung der Transportkosten zur Folge haben müsste. Aber weitaus schwerer in's Gewicht fällt der Umstand, dass die Schleppkähne, gleichviel ob sie nun von Raddampfern oder Kettenschiffen durch den Struden remorquirt werden, absolut hilflos dem dort auftretenden Wechsel der Strömung ausgesetzt sind und bei der geringsten Abweichung vom vorgeschriebenen Cours Gefahr laufen, an die Klippen und Riffe des „Wildrisses“ geschleudert zu werden, wie es bei unachtsamen Fahren zu geschehen pflegt.

Der auf der Stromkarte mit „Naufahrt“ bezeichnete Cours der Schiffe führt nämlich unmittelbar unterhalb der sogenannten „Keller-Ecke“ knapp an einer Wirbelströmung vorbei, die durch dort befindliche Klippen erzeugt wird. Der Raddampfer mit einem kräftigen Motor ausgerüstet, sowie der Toueur, welcher längs der Kette sich fortspinnt, passiren diese Strömung, wenn auch mit Aufwand der ganzen Kraftanstrengung ihrer Maschine, ohne Gefahr. Anders jedoch verhält es sich mit dem, mittelst eines Taus angehängten Schleppschiffe, dessen gefahrlose Passage ganz von der richtigen Steuerung abhängt, wobei jedes Versehen geeignet ist, es in diese Gegenströmung besonders dann hinein zu führen, wenn es gleichzeitig von der entgegengesetzten Seite her von den vielen dort durch den Wildriss verursachten Wechsellern der Strömung getroffen wird. In solchen Fällen kann das Schiff der Steuerung nicht mehr folgen und ist gezwungen, in der Richtung der Componente zwischen der Richtung des Stromwechsels und der des Zuges, sich an das Zugseil zu schwingen und läuft direct auf die Klippen des Wildrisses auf, wo es Schiffbruch erleidet oder im günstigsten Falle vom Zugseil des Remorqueurs sich trennt und mit der Strömung flussabwärts rinnt. *)

Diese Gefahr droht jedem Schleppschiffe und verursacht jene früher erwähnte Assecuranz-Prämie, deren Entrichtung eine unabweisliche Bedingung des Transportes ist. Sie wird indess gegenwärtig dadurch beseitigt, indem Zugthiere an jedes der passirenden Boote gespannt werden, die das Schiff in der Zugsrichtung zu halten haben, welches dann unbehelligt von dem Stromwechsel seinen Weg fortsetzen kann.

Eine andere und eine nicht weniger wichtige Aufgabe fällt den Zugthieren in dem Falle zu, wenn der Remorqueur trotz der grössten Anstrengung das Convoi nicht durch die Strömung zu schaffen vermag und deshalb in's Rinnen gelangen würde, wenn nicht der Widerstand der thierischen Zugkraft es verhinderte.

Dieser Moment tritt besonders dann ein, wenn der Remorqueur den Gefällsbruch an der oberen Spitze der „Wörther Insel“ bereits erreicht hat, während die Schlepp-

schiffe den Struden-Canal zu passiren noch im Begriffe sind. Hierbei erscheinen, durch die eigenthümlichen Stromverhältnisse hervorgerufene, Zugswiderstände ganz eigener Art.

Durch das Belassen des „Wildrisses“ in seinem ursprünglichen Zustande sind nämlich in diesem Theile des Strombettes die Abfluss-Verhältnisse unverändert dieselben wie vorher geblieben, während in Folge der Aussprengungen im angrenzenden Struden-Canale mit der Vertiefung des Fahrwassers auch gleichzeitig eine Senkung des Wasserspiegels herbeigeführt worden ist, so zwar, dass dieser Wasserspiegel tiefer als jener des Wildrisses liegt, daher ein seitliches Ueberströmen aus dem Wildriss in den Struden-Canale thatsächlich stattfindet, welches sich dem Auge durch eine streng abgegrenzte Linie zu erkennen gibt. Dieses Ueberströmen des Wassers geht jedoch nicht regelmässig vor sich, sondern wird durch die verschiedenen Klippen des Wildrisses verschieden beeinflusst und ist in Folge dessen an manchen Stellen stärker als an anderen, wodurch im Struden-Canale eine ungleichförmige Bewegung des Wassers entsteht, welche zwischen starken und schwächeren Geschwindigkeiten abwechselt. Dort, wo diese wechselnde Höhendifferenz des Wasserspiegels am grössten ist, entsteht eine Querströmung in der Fahrrinne des Struden-Canales, welche zu überwinden schon dem Remorqueur schwer fällt. Trifft es sich noch dazu, dass derselbe gerade in einem solchen Wechsel sich befindet, während die ihm folgenden Schleppschiffe sich gleichzeitig in einer ähnlich gearteten Stromschnelle sich befinden, dann summiren sich die Widerstände zu einer solchen Höhe, gegen welche die Anstrengungen der Maschine machtlos werden und das ganze Convoi in's Rinnen kommen müsste, wenn der Vorspann nicht mit voller Kraft eingreifen würde.

Dieses Eingreifen der thierischen Zugkraft verhindert momentan das Rinnen des Remorqueurs und bringt inzwischen die Schleppschiffe, jedes einzeln, über die betreffende Stromschnelle hinweg, in welcher es sich zur Zeit befindet. Da aber dieses Manöver von den separat an jedem Schleppschiffe gespannten Zugthieren nicht mit maschineller Präcision ausgeführt werden kann, daher das eine Boot früher und das andere später die gefährliche Stelle passirt, so laufen sie Gefahr aneinander zu stossen, *) wenn nicht der Remorqueur, welcher inzwischen seine Actionsfähigkeit erlangt hat, kräftigst eingreift und durch Spannung seines Zugseiles die frühere Ordnung der Dinge wieder herstellt. Dieses Manöver ist ausserordentlich gefahrvoll und kann nur mit einem gut geschulten Personale befriedigend durchgeführt werden.

Die Experten hatten an Ort und Stelle Gelegenheit, ein Convoi den Struden-Canal passiren zu sehen, wobei ein Remorqueur von ca. 300 indicirten Pferdekräften mit drei beladenen Schleppschiffen nur mit Hilfe eines Vorspanns von 20 Pferden und 26 Ochsen den kurzen Weg von 327 m zurückzulegen vermochte.

Unter solchen Stromverhältnissen darf man daher, nach den Erfahrungen, die bisher mit Kettenschiffen gemacht wurden, mit Recht bezweifeln, dass diese, im ökonomischen Sinne, bessere Resultate zu Tage fördern können, wenn

*) Im Plane Taf. VII ist bei A diese Situation graphisch dargestellt.

*) Wie im Plane bei B dargestellt ist.

nicht vorher Mittel und Wege gefunden werden, um entweder die thierischen Zugkräfte, deren Kosten sich per Schleppschiff auf ca. 40 bis 50 Gulden belaufen,*) durch ökonomischere zu ersetzen oder den Struden in der Weise zu reguliren, dass hiedurch die gegenwärtig durch die Schifffahrt nur schwer zu überwindenden Schwierigkeiten gänzlich beseitigt werden.

Der Experte Herr Max Eyth sucht nun in seinem diesbezüglichen Gutachten diese Aufgabe auf mechanischem Wege dadurch zu lösen, indem er längs der zu befahrenden Strecke die Anlage eines Schienengeleises auf dem rechten Ufer des Struden-Canales, Taf. VI u. VII von C bis D, beantragt. Dieses Geleise g ist seitlich an die hölzernen Langschwelen e befestigt, zwischen dessen Schienen die horizontale Scheibe R , mit doppeltem Radkranze versehen, sich bewegt. Mit dieser Scheibe ist der Wagen W , dessen Trucks m gleichfalls auf den Schienen laufen, fest verbunden. Der bewegliche Hebelarm H , welcher einen integrierenden Theil des Wagens bildet, wird mittelst eines Drahtseiles s mit dem Kettenschiff in Verbindung gebracht, so dass der Wagen der stromaufwärtigen Bewegung des Schiffes folgen muss.

Zur Vermeidung einer Abweichung von dem vorgeschriebenen Schiffcourse ist der Toueur durch ein zweites Seil s_2 mit einem ähnlichen zweiten Wagen verbunden, welches durch eine entsprechende Ruderstellung stets gespannt gehalten wird, damit das Schiff immer in gleicher Entfernung vom Ufer bleibe, trotzdem dessen Fahrriichtung von den Querströmungen beeinflusst wird.

Jedes der Schleppschiffe im Convoi ist gleichfalls mit zwei solchen Wagen durch Seile in Verbindung gesetzt, so dass ein Ausschwenken desselben, wie in dem Falle, welcher bei A auf Taf. VII dargestellt ist, nicht mehr stattfinden kann, so lange die Verbindungsseile s und s_2 genügend stark dimensionirt sind, um dem Einflusse der Querströmungen widerstehen zu können.

Die für ein Convoi beanspruchte Anzahl von Wagen wird schliesslich durch ein endloses Seil x mittelst der Klemmvorrichtung K zu einem Ganzen vereinigt und nachdem der so zusammengefügte Zug von Wagen und Schiffen vom Toueur durch den Struden geschleppt worden ist, werden die Verbindungsseile s und s_2 von den Schiffen freigemacht, welche dann ohne Hinderniss ihren Weg fortsetzen können.

Bei dem Umstande ferner, als der Toueur einen genügenden Stützpunkt findet, ist er vermöge des daraus entspringenden grösseren Nutzeffectes seiner Maschine im Stande, nicht blos die angehängten Wagen mitzuführen, sondern wird auch, bei sonst gleich starken Maschinen, jene Widerstände, welche durch die früher erwähnten Querströmungen herbeigeführt werden, leichter als der freifahrende Raddampfer überwinden, so dass durch die, vom Experten vorgeschlagenen Sicherheitsmittel, auch der besprochene Fall bei B als beseitigt betrachtet werden kann.

Es könnten demzufolge die hier in Vorschlag gebrachten mechanischen Anordnungen als ein Ersatz für die thierische

Zugkraft betrachtet und umso eher in ernste Erwägung gezogen werden, als auch das hiefür in Verwendung kommende Personale mit der Zeit derart genügend wird eingeschult sein, dass es sich für den Nothfall wird zu helfen wissen, wenn hie und da ein Versagen des Apparates eintreten sollte. Allein für das Verhängen der Kette an den Felsenriffen und deren Bruch in Folge desselben ist mit dieser Anordnung allein keineswegs vorgesorgt. Zur Vermeidung eines solchen Unfalles schlägt daher der Experte als Schutzmittel vor, längs dieser Strecke ein entsprechend dimensionirtes Drahtseil zu versenken, welches, da es blos für die Bergfahrt in Verwendung kommt, an seinem oberen Ende fest zu verankern wäre, während das untere Ende desselben an einer Boyeschwimmend erhalten werde. Dieses letztere Ende soll von dem Toueur im Passiren aufgenommen und in eine, dem Fowler-Rade ähnliche, an der Bordseite angebrachte Vorrichtung, jedoch in einer solchen Weise eingeführt werden, dass das Seil nicht eingeklemmt, sondern frei durch dieselbe laufen kann und erst im Momente des Reissens der Kette durch eine Klemmvorrichtung, wie jene bei K (Taf. VI) festgehalten werde, so dass das Convoi im Momente des Kettenbruches durch das Seil an Ort und Stelle festgehalten bleibt, bis die gerissene Kette aufgefischt und wieder zusammengefügt sein wird.

Um weiters das Verhängen der Kette an den unter Wasser befindlichen Riffen überhaupt zu vermeiden, beantragt der Experte die Aussprengung des Struden-Canales bis zur ursprünglich beabsichtigten Breite von 30 m und die Beseitigung aller Klippen im Fahrwasser desselben, und damit selbst bei Niederwasser eine genügende Wassertiefe im Struden-Canale sich vorfinde, soll der „Wildriss“ als auch das „Waldwasser“ bis zu einer gewissen (?) Höhe durch Dämme abgebaut werden, so dass bei Niederwasser die ganze Wassermenge der Donau einzig und allein durch den Struden-Canal ihren Abfluss fände.

Den „Hössgang“ für den gleichen Zweck zu öffnen, perhorrescirt der Experte aus Rücksichten für eine gesicherte Navigation.

Diese nun erst seit wenigen Stunden aus dem schriftlichen Gutachten des Herrn Max Eyth bekannt gewordenen Vorschläge können mich indess, trotz aller theoretischen Beweisführungen nicht bestimmen, die Anschauungen der Delegirten unseres Vereines in irgend einem Punkte zu modificiren, noch auch zu rectificiren.

Wir sind nämlich gleich am Schlusse der am 10. October veranstalteten Stromfahrt zu der Ueberzeugung gelangt, dass man am „Struden“ mit mechanischen, allen Zufällen ausgesetzten Palliativmitteln allein, das Auskommen nicht finden kann, und dass eine durchgreifende Regulirung dieser Strecke nicht blos der internationalen Wichtigkeit der Donau besser entspricht, sondern auch nothwendig sei, wenn der allgemein erwünschte Kettenbetrieb eine günstige Rückwirkung auf die Tarifsätze der oberen Donau ausüben soll. Es ist daher unsere feststehende Ansicht, dass die hier vorliegende Aufgabe nur vom hydrotechnischen Standpunkte aus einer zweckentsprechenden Lösung zugeführt werden sollte und ich will deshalb, wenn auch nur andeutungsweise, jene Principien hier zur Sprache bringen,

*) Siehe: Moritz Ritt. v. Pichler „Die Bergfahrt durch den Struden bei Grein 1876“.

welche für die Verfassung eines solchen Projectes uns als maassgebend erschienen sind.

So weit die Touage dabei in Berücksichtigung kömmt, erscheint es uns für nothwendig, dass die Regulirung an der oberen Donau auf drei verschiedene Punkte sich zu erstrecken haben wird.

Der erste dieser Punkte befindet sich bei Aschach, ca. 35 km oberhalb Linz, wo es sich blos um die Beseitigung von losen Felsblöcken handelt, welche dort das Flussbett verlegen. In dieser Richtung gebührt übrigens der Donau-Dampfschiffahrts-Gesellschaft das Verdienst, die Lage der Dinge dadurch wesentlich verbessert zu haben, indem sie das Flussbett wenigstens theilweise räumte und dadurch den Verkehr erleichterte.

Der zweite Punkt befindet sich unmittelbar zwischen Linz und dem gegenüberliegenden Städtchen Urfahr, wo eine jener schon früher erwähnten Ueberbreiten sich befindet und wo unglücklicher Weise das schwere Wasser das linke Ufer bespült, während das Linzer Ufer bei Niederwasser von dem Toueur kaum angelaufen werden könnte, was aber umso nothwendiger erscheint, als die Stadt Linz ein Knotenpunkt verschiedener Bahnen ist und als solcher der geeignetste Ort für einen Umschlagplatz wäre. Und endlich drittens die Strecke am „Struden“, mit welcher wir uns heute zu beschäftigen haben. Hiebei kann meine Aufgabe nur die sein: auf die eigenthümlichen Verhältnisse dieser Flussstrecke hinzuweisen und sie derart zu beleuchten, dass hieraus auf den Charakter und die Ausdehnung der durchzuführenden Regulirungs-Arbeiten geschlossen werden kann.

Die vorliegenden Stromkarten, welche bis zum Jahre 1822 zurückreichen, geben ein klares Bild von den Veränderungen, welche durch die Regulirungs-Arbeiten bis zum Jahre 1866, in welch' letzterem der „Haustein“ durch Sprengung beseitigt wurde, herbeigeführt wurden. Seitdem sind keine weiteren Arbeiten vorgenommen worden, es kann deshalb und besonders bei dem Umstande, dass der Strom an dieser Stelle das Urgebirge durchbricht mit einem gewissen Grade von Wahrscheinlichkeit angenommen werden, dass die Configuration des Flussbettes unverändert dieselbe geblieben ist, zumal die Erosionskraft des fliessenden Wassers kaum ausgereicht haben dürfte, beträchtliche Veränderungen in der Gestaltung desselben herbeizuführen.

Unter dieser Voraussetzung kann es sich blos um die Wahl handeln, entweder die gegenwärtige Stromrinne im Struden-Canale zu vertiefen und zu verbreitern, oder den Hauptstrom mit seinen Klippen und Riffen gänzlich zu verlassen und den „Hössgang“ für die Schifffahrt bei niedrigem Wasserstande ebenso geeignet zu machen, wie er bereits im Jahre 1822 sicherlich gewesen und bei Hochwasser es heute noch ist.

Eine andere Wahl zu treffen und etwas Anderes vornehmen zu wollen, wäre theils zu kostspielig und theils wegen der Befürchtung einer zu starken Senkung des Wasserspiegels oberhalb des Strudens kaum anzurathen.

Wohl könnte man mit Rücksicht auf die Ruderschifffahrt daran denken, das Waldwasser auf die nothwendige

Wassertiefe von 1.90 m unter Null der ganzen Länge nach auszusprengen und dabei den Vortheil erreichen, für den Gegenzug dieser Transporte einen auch bei Niederwasser benutzbaren Treppelweg zur Verfügung zu haben; allein da längs dem linken Ufer die Wassertiefen blos 0.90—1.20 m betragen, so wären in Folge dessen quantitativ grosse Sprengungen nothwendig, deren Ausführung schon deshalb unterlassen werden sollte, weil die Bedeutung der Ruderschifffahrt die Kosten derselben nicht rechtfertigen würde. Auf der anderen Seite würde die Beseitigung des Wildrisses, abgesehen von den Kosten der Durchführung, eine im Vorhinein unberechenbare Senkung des Wasserspiegels zur Folge haben, welchem Uebelstande ohne eine zu grosse Ausdehnung der Regulirungsarbeiten sowohl oberhalb als unterhalb des Struden nicht vorgebeugt werden könnte und möglicherweise die gegenwärtigen Stromverhältnisse im potenzierten Grade verschlechtern würde. Im Struden-Canale hingegen würden sich die vorzunehmenden Arbeiten blos auf eine Verbreiterung der Fahrrinne um ca. 15 m mit der entsprechenden Fahrtiefe von 1.90 unter Null zu erstrecken haben, was durch eine theilweise Absprengung des „Bombengehackl“ zu bewerkstelligen wäre und wozu noch die Beseitigung der Riffe beim „Keller-Ecke“ in Betracht zu ziehen käme.

Allein auch hier liegen die Verhältnisse nicht so einfach, als man auf den ersten Blick zu glauben versucht ist. Denn bei dem Umstande, dass der Struden-Canal die einzige practicable Fahrrinne ist, in welcher jedoch, wie früher schon erwähnt wurde, ein Begegnen zweier sich kreuzenden Boote nicht möglich ist, so würden die durchzuführenden Arbeiten nur dann während der Schifffahrtsperiode ungestört fortgesetzt werden können, wenn Anstalten dahin getroffen werden würden, dass die Schiffe den Sprengort entweder vor Beginn oder nach Schluss der täglichen Arbeiten passiren dürfen; im anderen Falle könnten die Sprengarbeiten nur in den Wintermonaten, während welcher die Schifffahrt ohnehin unterbrochen ist, vorgenommen werden, wobei aber der ganze Arbeitsapparat und dessen Bedienungsmannschaft durch Eisrinnen grossen Gefahren ausgesetzt wäre und dessen Leistungsfähigkeit schon der Kürze der Arbeitszeit eines Wintertages wegen, bedeutend herabgedrückt werden würde. Andererseits aber darf nicht übersehen werden, dass mit der vermehrten Aussprengung der Wasserspiegel im Struden-Canale sich mehr wie bisher senken und in Folge dessen die Querströmungen vom Wildrisse her sowohl wie der Gefällsbruch an der oberen Spitze der Wörther Insel in verstärkterem Maasse als gegenwärtig auftreten wird und daher der Schifffahrt keine Erleichterung durch Aussprengung allein verschafft werden würde, man müsste sich denn dazu entschliessen wollen, den Struden-Canal linksseitig durch ein Parallelwerk vom Flusse abzuschliessen und dasselbe soweit nach stromaufwärts zu verlängern, um hiedurch auch den Gefällsbruch an der Inself Spitze zum Ausgleich zu bringen.

Die Wirkung dieses Parallelwerkes würde sich aber auch auf die Ausbildung des „Hössganges“ in der Weise äussern, dass sowohl wie gegenwärtig die Hochwässer, später auch das Niederwasser dort seinen Abfluss suchen

und umso eher finden wird, als die Gefällsunterschiede zwischen dem Hössgange und dem Struden-Canale nur ganz unbedeutend sind, es müsste daher entweder der Hössgang oder der Struden-Canal abgebaut werden, wenn nicht eine Theilung der Niederwassermenge eintreten soll. Beurtheilt man nun die obwaltenden Schiffahrts-Hindernisse in beiden Flussarmen mit Rücksicht auf die Kosten, welche deren Beseitigung verursachen wird, so liegt die Entscheidung, wie früher schon erwähnt, zwischen der vollen Aussprengung des Struden-Canales sammt der Herstellung eines langgestreckten Leitdammes und der Fahrbarmachung des Hössganges, wobei ein Abschluss des Struden-Canales bei Niederwasser nothwendig werden dürfte.

Der Gedanke, den Hössgang zu öffnen, ist übrigens nicht neu, er tauchte immer wieder auf, sobald bei den verschiedenen commissionellen Verhandlungen sich eine Gelegenheit hiefür bot, wurde aber stets und zuletzt im Jahre 1840 aus Gründen zurückgewiesen, die uns leider unbekannt sind. Es scheint, dass man auf Grund von Bohrungen, welche im Jahre 1822 vorgenommen worden sind, sich der Befürchtung hingeeben

hat, dass man im Hössgange auf Felsen stossen wird, deren Beseitigung nicht weniger kostspielig ausfallen würde, als die Aussprengungen im Struden-Canale. Auf der anderen Seite aber liegen Sondirungen aus demselben Jahre vor, welche durchwegs Wassertiefen im Hössgange aufweisen, welche der Schiffahrt bei Niederwasser günstig sind; es lässt sich daher vermuthen, dass entweder die Bohrungen oder die Sondirungen nicht mit der nöthigen Sorgfalt ausgeführt wurden und man deshalb heute ohne neuerliche Bohrungen keine positive Entschliessung darüber treffen kann, welche von beiden Alternativen vorzuziehen ist. Bei dem Umstande jedoch, dass alle Fachmänner darüber einig sind, dass diese Flussstrecke einer durchgreifenden Regulirung unterzogen werden muss, wenn der Kettenbetrieb einen wesentlichen Vortheil vor der freien Schiffahrt bieten soll, würde es sich empfehlen, vor der Entscheidung über die anzuwendende Regulirungsmethode, neuerdings Bohrungen im Hössgange auszuführen, aus deren Ergebnisse die Kosten der in Aussicht stehenden Arbeiten bestimmt und aus der Gegenüberstellung derselben die richtige Wahl getroffen werden könnte.

Verzeichniss

der höchsten und kleinsten, sowie der Null-Wasserstände am Strudener Pegel.

Im Jahre	Ober Null	Unter Null	Null-Wasser am	Im Jahre	Ober Null	Unter Null	Null-Wasser am	Bemerkung
1787	15·014	?	—	1858	6·796	1·527	29./11.	Die Hochwasserstände der Jahre 1787 und 1862 sind am Pegel in Grein abgelesen worden.
1830	9·640	0·922	3./1. und 23./12.	59	5·610	1·080	0 0	
31	8·455	0·895	5./2., 5./11. und 31./12.	1860	5·557	0·500	17./1.	
32	3·872	0·579	3./1., 5./2., 1./4., $\frac{14., 15., 24.}{4.}$ u. 27./12.	61	6·691	0·606	16./1., 18./2. und 20./12.	
33	9·113	1·396	19./3.	62	13·617	0·869	$\frac{2., 9.}{8.}$ 3./11. und 14./12.	
34	8·297	0·869	0 0	63	4·530	0·367	15./2., 18./3., $\frac{11., 16.}{8.}$ 17./11. u. 13./12.	
35	5·610	0·948	5./1., 5./2., $\frac{29. 30.}{11.}$ und $\frac{2., 8.}{12.}$	64	5·294	1·475	0 0	
36	6·717	1·185	31./1. und 9./2.	65	5·531	1·369	11./3., $\frac{1. bis 6.}{7.}$	
37	7·823	0·764	16./1. und 3./3.	66	4·583	1·238	12./3.	
38	6·005	0·658	2./3., 19./11. und 16./12.	67	7·033	0·079 ober Null	0 0	
39	6·901	0·553	27./11.	68	6·585	0·395	0 0	
1840	9·640	0·632	0 0	69	5·373	0·974	$\frac{21., 22.}{1.}$	
41	5·110	0·158	0 0	1870	6·164	0·474	31./1.	
42	4·794	0·922	$\frac{10., 16.}{11.}$ und 21./12.	71	5·294	1·422	21./1.	
43	7·744	0·105 ober Null	0 0	72	4·109	1·317	0 0	
44	5·452	0·527	$\frac{4., 5.}{1.}$ und 24./12.	73	5·373	0·658	11./11.	
45	9·482	1·396	0 0	74	6·427	1·053	0 0	
46	8·692	0·474	10./11. und 22./12.	75	6·217	0·790	0 0	
47	6·480	0·711	17./2.	76	9·719	0·474	0 0	
48	5·847	1·475	0 0	77	6·796	0·158	$\frac{13., 19.}{1.}$ und 25./11.	
49	5·689	1·185	2./2. und 17./11.	78	6·585	0·658	0 0	
1850	8·771	1·185	0 0	79	6·032	0·764	0 0	
51	7·428	0·553	0 0	1880	8·508	0·290	0 0	
52	5·926	0·263	0 0	81	7·165	0·211	0 0	
53	8·139	1·448	9./11.	82	9·905	0·895	10./4.	
54	4·398	1·369	0 0	83	10·747	0·158	0 0	
55	6·875	1·211	0 0	84	4·425	?	? ?	
56	6·796	0·658	24./12.					
57	3·688	1·290	$\frac{2. 3.}{8.}$					

Anhang.

Technische Notizen über die bisher zur Regulierung des Donau-Strudens oberhalb der Ortschaft Struden ausgeführten Arbeiten.

(Aus amtlicher Quelle.)

A. Im Strudencanale.

Die Regulierungsarbeiten in der bezeichneten Flussstelle waren ursprünglich auf die möglichste Verbesserung der uralten Schifffahrtsrinne (des sogenannten Strudencanales) gerichtet, und wurden schon in den Jahren 1835—43 beträchtliche Sprengungen sowohl an den längs des Treppelweges vorhanden gewesenen Klippen, wie auch an den in der Mitte des Flussbettes emporragenden Felsgehäckeln vorgenommen.

Mit allerhöchster Entschliessung vom 24. October 1840 (Hofkanzleidecret vom 28. October 1840, Nr. 33.554) wurde das damals bestandene Project zur Herstellung eines künstlichen Canales abweislich beschieden und die Sprengungen im Strudencanale als wesentliches Erforderniss anerkannt, in Folge dessen diese Arbeiten mit allerhöchster Entschliessung vom 11. November 1843 (Hofkanzleidecret vom 30. November 1843, Z. 34.375) bis einschliesslich 1848 mit jährlich 6000 fl. dotirt, Anfangs in Regie, vom Jahre 1845 an aber im Pachtwege ausgeführt wurden.

Das Resultat der sämtlichen Sprengungsarbeiten am Strudencanale ist kurz folgendes:

1. Wurden an der rechten Seite längs des dort gehenden Treppelweges bis gegen das Kellereck die zu Tage gestandenen Klippen entfernt und eine vom Ufer gleichförmig abfallende Grundsohle erzielt, derart, dass auf 6—8 Klafter (11·37—15·17 m) vom Treppelwege, beinahe durchwegs eine Wassertiefe von 6 Fuss (1·89 m) beim Nullstande vorhanden war.

Wenn heute geringere Tiefen thatsächlich gefunden werden, so dürfte dies durch die in den Fünfziger-Jahren erfolgte Wegsprengung des 1000 m unterhalb des Strudencanales gelegenen Haussteines beim Donauwirbel erklärlich sein, weil in Folge der Beseitigung dieses letztbezeichneten Abflusshindernisses, jedenfalls eine Senkung des Wasserspiegels im Strudencanale eingetreten sein wird.

2. Wurden an einigen der in der Mitte des Flussbettes emporragenden Klippen, welche sich auf der linken Seite des Strudencanales befinden und denselben hier gewissermassen begrenzen, ebenfalls Sprengungen bis 6 Fuss (1·896 m) unter Null vorgenommen, so zum Beispiel an den sogenannten Maissenkugeln, den drei Brüdern, an einer Kugel des sogenannten Bombengehäckels u. dgl.

Da aber der Hauptstock des langgestreckten Felsenriffes (Bombengehäckels) unberührt geblieben ist, so beträgt die Breite der Naufahrtsrinne im Strudencanale bei kleinem Wasserstande höchstens 8 Klafter (15·17 m), was bei der ausserordentlichen Wassergeschwindigkeit und bei der scharfen Krümmung des Fahrwassers zur Sicherheit der Schifffahrt einen besonderen Signalisierungsdienst nothwendig macht. Betreffend der Hufschlagsbauten für den Gegentrieb auf der rechten Seite des Strudencanales ist zu bemerken, dass dieselben wohl seit sehr langer Zeit bestehen, aber in den Jahren 1840—43 reconstruirt und erweitert worden sind.

Die Länge des Strudencanales vom Beginn des Hufschlages bis zum Kellereck beträgt 327 m und ist auf diese Strecke bei 3 Fuss (0·948 m) ober Null Pegelstand ein Gefälle von 1·26 m vorhanden, was dem Verhältnisse 1:270 entspricht.

Bei gewöhnlichem Fahrwasser, d. i. 5—7 Fuss (1·58—2·21 m) ober Null am Strudener Pegel ist eine Geschwindigkeit von 3·79—4·42 m und bei einem Wasserstande von 10 Fuss (3·16 m) eine Geschwindigkeit von 3·16—3·79 m vorhanden.

B. Im Waldwasser.

Mit der allerhöchsten Entschliessung vom 7. Mai 1854 wurde die Herstellung eines zweiten Canales am Donaustrudel in thesi genehmigt.

Dem Projecte gemäss sollen diese Arbeiten durch die Herstellung eines gepflasterten Steindammes am linken Donau-Ufer, von der Mündung des Giessenbaches abwärts, längs des Waldwassers und parallel mit diesem Damme durch die Aussprengung eines 20 Klafter (37·929 m) breiten Canales, dessen Sohle 6 Fuss (1·896 m) unter Null beantragt war, effectuirt werden.

Der ersterwähnte Regulierungsdamm wurde mit einer Kronenbreite von 3 Klafter (5·69 m) und einer Bauhöhe von 3 Klafter 6 Zoll (5·85 m) ober dem Nullpunkte in einer Länge von 322 Klafter (610·66 m) wirklich ausgeführt, bezüglich des projectirten Canales aber wurde seinerzeit Folgendes bemerkt: „Man überzeugte sich, dass die Einfahrt in diesen Canal nur nach Wegsprengung verschiedener oberhalb dessen Einmündung sowohl am linken Ufer, als auch rechts neben dem Fahrwasser liegenden Klippen, sowie insbesondere nach fast gänzlicher Wegsprengung des sogenannten Waldgehäckels thunlich wäre und dass diese Arbeiten einen sehr grossen Kostenaufwand nach sich ziehen würden.“

Es stellte sich dagegen als minder schwierig heraus, der Schifffahrt allenfalls durch Wegsprengung des sogenannten Bomben- und Wildrissgehäckels weitere Erleichterung zu verschaffen. Die Entscheidung hierüber sollte einer besonderen örtlichen Erhebung und commissionellen Verhandlung vorbehalten bleiben.“

Die wirklich ausgeführten Felsensprengungen im Waldwasser beschränken sich auf Folgendes:

1. Sind oberhalb des Giessenbaches am linken Ufer verschiedene einzelne Klippen, welche das Annähern der Schiffe an das Ufer gehindert haben, abgesprengt worden. Im Ganzen 36 Kubik-Klafter (245·56 m³). Diese Sprengungen sind aber nur ober Wasser vorgenommen worden.

2. Wurde das Waldgehäckel in seiner ganzen Ausdehnung, jedoch nur 18 Zoll (0·474 m) unter dem Nullpunkte abgesprengt und beträgt das Kubikmaass dieser Sprengung 304 Kubik-Klafter (1073·58 m³).

3. Wurden längs des früher erwähnten Regulierungsdammes von der Mündung des Giessenbaches abwärts auf beiläufig 400 m Sprengungen in der Weise ausgeführt, dass als Stützpunkt für den Dammfuss eine 3—9 Fuss (0·948—2·84 m) breite Felsenberme gelassen, sodann aber in der weiteren Entfernung vom Damme und bis zur Erreichung der natürlichen grösseren Tiefe Sprengungen vorgenommen.

Durch diese letzteren wurde eine ebene Sohle des Grundbettes nicht bewirkt und erstrecken sich die Arbeiten an den meisten Stellen nur 3—4 Fuss (0·948—1·264 m) unter dem Nullpunkte, wenngleich auch an einigen Stellen bis 6 Fuss (1·896 m) unter Null gegangen wurde, so ist insbesondere gegenüber dem Kellereck eine zungenartig in den Fluss vorragende Klippe, die sogenannte Schaar, bis 6 Fuss (1·896 m) unter Null abgesprengt worden.

Die vorgenommenen Sprengungen im Waldwasser, durch welche ein Kubikmaass von 1476 Kubik-Klafter (10067·79 m³) Felsen aufgehoben wurden, haben bewirkt, dass das Waldwasser bei mittleren Wasserständen zur Schifffahrt tauglich ist und dass dasselbe insbesondere von den gegenwärts fahrenden Dampfbooten benützt werden kann.

4. Endlich wurden unterhalb der Ausmündung des Waldwassers auf der linken Uferseite einzelne besonders hervorragende Klippen abgebetet.

Die Gesamtkosten der Regulierungsarbeiten im Waldwasser haben 202.318 fl. 6 kr. betragen.

Es wird hier angefügt, dass die Correctionsarbeiten am Donauwirbel 372.110 fl. erfordert haben und bei dieser Arbeit 6400 Kubik-Klafter Felsensprengung bewältigt wurden.

Linz, 3. October 1884.

Die Auswechslung der Eisenconstruction des Stranover Viaductes.

Von Franz Prašil, Ingenieur in Kladno.

(Mit Zeichnungen auf Taf. IX bis XII.)

Als die ehemalige Turnau-Kralup-Prager Eisenbahn sich mit der Böhmischen Nordbahn vereinigte, und nun die Locomotiven der letzteren auch auf der Strecke Turnau-Kralup verkehren sollten, fand man, dass die Schiffkornbrücken auf dieser Linie für diese Belastung zu schwach seien, und entschloss sich, dieselben durch genietete Fachwerkbrücken zu ersetzen.

Die Prager Eisen-Industrie-Gesellschaft erstand die Lieferung der Eisenconstruction für den Stranover Viaduct.

Im Nachfolgenden soll die Auswechslung der Brücken-Construction, welche nach einer im Wesentlichen neuen Methode vor sich ging, beschrieben werden.

Der Stranover Viaduct liegt auf der Linie Neratowitz-Jungbunzlau (Taf. IX, Fig. 1) zwischen den Stationen Stranov, Krusko und Kuttenthal. Derselbe überschreitet das Stranover Thal in einer Höhe von 30 m über der Thalsole und besteht aus drei Oeffnungen von 37.6 m Lichtweite, an welche sich beiderseits kurze Dämme und weiters Felseneinschnitte anschliessen. Auf der Seite gegen Kuttenthal befindet sich vor dem Einschnitte ein Plateau, welches vom Profil an gerechnet 15 m breit und mehr als 60 m lang ist (Taf. IX, Fig. 2). Der Viaduct übersetzt zwei Bezirksstrassen und zwei unbedeutende Wasserläufe. Die auszuwechselnde Eisenconstruction bestand aus drei eingelegigten Brücken nach dem System Schiffkorn mit in der Mitte liegender Fahrbahn.

Die neue Construction sollte neben der bestehenden Construction auf Holzgerüsten aufgestellt*) und sodann die Schiffkornbrücke auf ein, auf der anderen Seite befindliches Holzgerüste ausgeschoben und die neue Construction in die Bahnachse eingeschoben werden. Die Schiffkornbrücke könnte somit später — ohne den Verkehr zu hindern — abgetragen werden.

Die Bahngesellschaft gedachte das Gerüste in eigener Regie zu bauen, bezw. an einen anderen Unternehmer zu vergeben. Eine von derselben angestellte Kostenberechnung ergab, dass das Gerüste rund 36.000 fl. gekostet hätte, wenn eine Oeffnung nach der anderen zusammengestellt und eingeschoben, das betreffende Gerüste somit zweimal übertragen und das verbleibende Gerüstholz als Bauholz verwerthet worden wäre.

Der Verfasser dieses schlug nun in Anbetracht der hohen Gerüstkosten ein neues Verfahren für die Auswechslung der Eisenconstruction vor, wonach kein Gerüste von unten herauf benöthigt wurde, und die Auswechslung sonach voraussichtlich bedeutend billiger kommen musste. Dieses Verfahren wurde nach eingehender Prüfung seitens der Direction der Böhmischen Nordbahn angenommen, von der k. k. General-Inspection der österreichischen Eisenbahnen zur Ausführung genehmigt und von der Brückenwerkstätte in Kladno ausgeführt.

*) Eine solche Einschiebung, jene der Moldaubrücke bei Budweis, wurde von Ingenieur Stöckl im Jahrgang 1883 dieser Zeitschrift, S. 126, beschrieben.

Dasselbe besteht darin, dass an irgend einer passend gelegenen Stelle die neue Eisenconstruction neben dem Bahngleise fertig gemacht, dann auf Bahnwagen gestellt und mittelst einer Locomotive bis über die auszuwechselnde Eisenconstruction gebracht wird. Dieselbe wird hierauf über den Pfeilern gestützt, so dass nun die Transportwagen entfernt werden können. Im weiteren Verlaufe wird die alte an die neue Construction angehängt und ein Hängegerüste, welches ebenfalls an die neue Construction befestigt ist, unter die alte Construction gebracht, worauf endlich die alte Construction abgetragen, die neue Construction auf die Pfeiler gesenkt und schliesslich das Hängegerüste beseitigt wird.

Neue Construction.

Diese wurde, mit Rücksicht auf die anzuwendende Längsverschiebung, mit „Fahrbahn oben“ ausgeführt, konnte also schmaler als die bestandene Schiffkornbrücke angelegt werden. Die Constructionshöhe am Pfeiler blieb gleich jener der alten Brücke, so dass am Mauerwerk keinerlei Aenderungen nothwendig wurden. In Folge dessen konnten auch die Lagerflächen der neuen Auflagerplatten, welche neben jenen der alten zu liegen kamen, schon vor der Auswechslung vorbereitet werden, so dass nach erfolgter Einschiebung die neue Eisenconstruction ohne Zeitverlust gelagert werden konnte.

Die durch obige Umstände bedingte Trägerform ist aus Taf. IX, Fig. 3 ersichtlich, welche den Viaduct nach Auswechslung des ersten Feldes darstellt. Die Stützweite der Eisenconstruction beträgt 39.20 m, die Entfernung der Hauptträger von Mitte zu Mitte ist 3 m, die Höhe vom Auflagerquader zur Schienenunterkante 1.77 m, die Trägerhöhe 4.34 m. Die Obergurte liegen in Schienenhöhe. Die Schienen sind auf hölzernen Querschwellen gelagert, welche von 1.8 m einander entfernten Längsträgern gestützt werden. Die Querträger befinden sich unter den Längsträgern, zwischen denselben ist die Windverstrebung. An der Untergurtung ist eine Windverstrebung nicht angebracht worden, und werden von hier die Horizontalkräfte durch Andreas-kreuze, welche von jedem Knotenpunkte ausgehen, nach oben übertragen.

Aufstellung.

Die Aufstellung fand auf dem eingangs erwähnten Plateau statt, auf welchem ein Geleise hergestellt und in das Hauptgeleise eingebunden wurde.

Die Eisenconstruction wurde nun genau über der Achse des Geleises fertig gemacht, wozu man, da das Plateau in der Bahnebene liegt, mit Ausnahme von Unterlagsklötzen und eines fahrbaren Bockes, kein Gerüstholz benöthigte. Nach beendigter Aufstellung wurde auch der Oberbau auf die Eisenconstruction aufgebracht.

Verführung.

In Fig. 3 (Taf. IX) ist die Eisenconstruction während der Fahrt dargestellt. Die hierbei getroffene Anordnung be-

zweckt eine möglichst geringe Belastung der alten Construction, wobei die Steifkuppeln ermöglichten, auch (da die Brückentransportwagen keine Buffer hatte) die Construction erforderlichen Falles zurückzuschieben, wenn etwa durch Unachtsamkeit des Locomotivführers die Brücke zu weit vorgezogen worden wäre.

Die ganz genaue Einstellung in der Längsrichtung aber wurde durch eine gewöhnliche Wagenwinde bewerkstelligt.

Die Eisenconstruction wurde von vier Wagen (zu zwei gewöhnlichen Wagenachsen) getragen, wovon je zwei an jedem Brückenende mit einander verbunden waren, und auf denen die Brücke mittelst ihrer zweiten Querträger (vom Ende gerechnet) aufruhete. Aus der Construction der Wagen (Taf. X, Fig. 9 und 10) ist ersichtlich, dass die ganze Brückenlast sich gleichmässig auf die vier Wagen, bezw. acht Achsen vertheilt.

Diese Last beträgt:

Eisenconstruction	58.600 kg
Oberbau auf acht Feldern	14.000 „
Eigengewicht der vier Wagen	5.200 „
Summa	77.800 kg

Es entfielen somit auf eine Achse 9725 kg; eine Last, welche bei gewöhnlichen Lastwagenachsen ohne Bedenken zugelassen werden konnte.

Auf den Achsen ruhten mittelst einfacher Lager die Wagenträger *T*, auf welche sich die Streben *S* stützten, welche oben den Brückenquerträger umfassen. Diese Streben sind oben und unten durch Horizontal-Verbindungen *H* und *H'* verbunden, welche den Horizontalschub aufnehmen, und endigen oben in horizontale gusseiserne Platten *p*, auf welchen mittelst horizontaler \perp -Träger die Querträger der Brücke frei aufliegen. Die Querträger der Brücke wurden hiebei mit 600 kg auf 1 cm² in Anspruch genommen.

Die Berührungsflächen waren glatt bearbeitet und geschmiert und konnten sich die Wagen somit unter der Brücke frei drehen, bezw. in die Curve, welche sie im Wechsel zu durchfahren hatten, selbst einstellen. Die Wagenträger, sowie die Streben, waren ausserdem durch Kreuze mit einander verbunden.

Die Höhe der Transportwagen war so bemessen, dass der Untergurt der transportirten Eisenconstruction ca. 50 mm über der Schienenoberkante lag; auch war bei der ganzen Anordnung darauf Rücksicht genommen, dass bei einem Winddruck von 150 kg auf 1 m² die Resultirende aus der Horizontalkraft und dem Brückengewichte noch innerhalb der Schienen falle.

Die Verbindung der Wagentheile erfolgte mittelst Schrauben und Bolzen.

Unterstützung der neuen Construction.

Jedes Ende der Brücke wurde durch vier Ständer *M* auf den Pfeilern unterstützt. (Taf. XI, Fig. 11, 12 und 13.) Von letzteren befanden sich zwei in der Achse der Endständer der Eisenconstruction, die andern zwei unter den Endquerträgern im Durchschnittspunkte desselben mit dem Längsträger. Diese Ständer bestanden aus je 4 oder 5 Stück 870 mm langen, genieteten, mit Flanschen versehenen Rohren,

welche mit einander durch je acht Schrauben verbunden waren. Je ein äusserer und ein innerer Ständer waren mit einander durch genietete Querverbindungen *q* und Schrauben verbunden und alle vier Ständer durch hölzerne und eiserne Verstrebungen untereinander und gegen die neue Brücke abgesteift. Jeder Ständer endigte in ein conisches Rohr *R*, welches am unteren Ende die Rothgussmutter einer Schraubenwinde trug, mittelst welcher die Construction gehoben und gesenkt werden konnte. Hierbei war aber die Construction ausserdem noch durch jederseits vier schiefe Streben, gegen eine seitliche Bewegung gesichert, deren zwei Stück *N*, in der Querrichtung befindlich, in eine Schraubenwinde endigten, gleich jenen der Ständer, während jene in der Längsrichtung befindlichen *N'* mit gewöhnlichen Wagenwinden angestemmt wurden. Der über dem Geleise befindliche Theil der Ständer sammt Verstrebung wurde schon vor der Einfahrt der Brücke befestigt. Die Endquerträger der Schiffkornbrücke mussten, da sie den Ständern hinderlich waren, entfernt werden, ebenso der Oberbau.

Nachdem die Brücke auf diese Weise unterstützt war, konnte die

Entfernung der Wagen

vorgenommen werden. Zu diesem Zwecke wurde die Brücke mittelst der erwähnten Schraubenwinden um einige Millimeter gehoben, wodurch die Wagen frei wurden und sodann in die einzelnen Bestandtheile zerlegt werden konnten, welche Theile auf, hinter den Ständern vorbereiteten, Bahnwagen geschafft und mittelst derselben entfernt werden konnten. Die Achsen der Wagen aber auf diese Weise zu entfernen, war nicht möglich, da dieser Arbeit das Gitterwerk der Ständerverstrebung hinderlich war. Diese mussten in die Höhe gezogen werden, und war zu diesem Zwecke schon vor der Einschiebung an jedem Ende der neuen Construction ein Holzbock *B* (Taf. IX, Fig. 4) aufgestellt, an dem ein Flaschenzug hing, mittelst dessen man die Achsen durch die im Oberbau freigelassene Oeffnung (Taf. IX, Fig. 6) aufziehen konnte. Die Achsen *A* wurden sodann oben auf das Geleise gestellt, und verblieben dort bis zur beendeten Senkung der neuen Brücke, worauf selbe dann bequem abgerollt werden konnten.

In dieser und der nachfolgenden Arbeitsperiode wurde der Oberbau der Schiffkornbrücke bis auf den Pfostenbelag entfernt; von letzterem aus erfolgte die Abtragung der oberen Hälfte der Schiffkornbrücke.

Aufhängung des alten Ueberbaues an den neuen.

Sofort nachdem die Streben *S* der Wagen entfernt worden waren, wurde die neue Brücke auf die alte soweit herabgelassen, bis die Untergurten der ersteren auf dem Pfostenbelag der letzteren nahezu aufruheten. Hierauf wurden die Querträger der Schiffkornbrücke mittelst Schrauben *s* an, schon vorher an die Untergurten der neuen Brücke befestigten, Winkeleisen *W* angeschraubt und der Zwischenraum zwischen Gurtung und Querträger verkeilt, so dass nun die beiden Brücken mit einander starr verbunden waren.

Die Schiffkornbrücke hatte nach der Beseitigung der Endquerträger noch 41 Querträger, welche mit je vier Schrauben an den neuen Ueberbau angehängt waren.

Ein solcher Querträger hatte demnach zu tragen :
Die Schifkornbrücke ohne Oberbau, jedoch mit

der Bedielung $\frac{78.000}{41}$	1900 kg
einen Querträger des Hänggerüstes sammt Bedielung etc.	200 „
die Arbeiter sammt deren Werkzeug	100 „
	<u>2200 kg</u>

und entfällt daher auf eine der (22 mm starken) vier Schrauben eines mittleren Querträgers 550 kg.

In dieser Arbeitsperiode hatten die acht Ständer ihre Maximalbelastung zu tragen, u. zw.:

Die neue Construction sammt dem Oberbau	72.600 kg
zwei Böcke auf derselben und Theile der Wagen	5.200 „
die Schifkornbrücke sammt Bedielung, jedoch ohne Oberbau	78.000 „
das Hänggerüste (Arbeitsplateau)	7.200 „
die Arbeiter sammt deren Werkzeug	4.000 „
	<u>167.000 kg</u>

Es entfällt daher auf einen Ständer die Belastung von 20.875 kg. Die Ständer haben einen Durchmesser von 250 mm und 8 mm Blechstärke, die mittlere Pressung betrug daher 350 kg auf 1 cm².

Die Schraubenwinden hatten in dieser Periode ebenfalls ihre Maximalbelastung und wurden mit 280 kg auf 1 cm² beansprucht.

Gerüste für die Abtragung.

Bereits vor Einschiebung der neuen Construction wurde an den Pfeilern ein aus schmiedeisernen Consolen *C* und einen Holzbelag bestehender Steg angebracht, um den Arbeitern beim Herablassen der Construction einen bequemen und sicheren Standpunkt zu gewähren.

Gleichzeitig wurde ein Hänggerüst angefertigt, bestehend aus hölzernen Querträgern, Bedielung und seitlichen Geländern. Die Querträger *Q* dieses Gerüstes waren in eisernen Bügeln *b* gelagert, und mittelst Hängestangen *h* an die Querträger der Schifkornbrücke möglichst nahe den Hauptträgern angehängt. Die 41 Querträger erhielten 82 Hängestangen von 25 mm Stärke, und hatte eine solche Stange zu tragen:

die Hauptträger der Schifkornbrücke $\frac{57.200}{82}$	661 kg
den Querträger des Gerüstes sammt Bedielung etc.	100 „
die Arbeiter sammt deren Werkzeugen	50 „
	<u>811 kg</u>

Die Anspruchnahme der Schrauben war also 230 kg auf 1 cm².

Dieses Gerüste wurde nun mit den Untergurten der Schifkornbrücke verkeilt, einzelne Querträger desselben sind überdies gegen die Schifkorn-Querträger abgesteift worden. Das Gerüst war beiderseits mit einem Geländer versehen und bildete ein vollkommen sicheres und bei der Breite von 7 m auch ein sehr bequemes Arbeitsplateau für die Abtragung der alten Brücke.

Die Holzquerträger des Gerüstes hatten einen Querschnitt von 70—250 mm, waren auf Hochkant gestellt und erfuhren bei der Maximalbelastung eine Inanspruchnahme von 33 kg pro 1 cm². Die Querträger der Schifkornbrücke,

welche auf jedem Ende eine Last von 811 kg zu tragen hatten und von welchen bloß die Obergurten, bestehend aus zwei U-Eisen von 100 mm Höhe, als tragend in Rechnung gezogen werden konnten, erfuhren eine Anspruchnahme von 360 kg auf 1 cm².

Der Gerüstbelag war 30 mm stark.

Abtragung der Schifkornbrücke.

Diese begann damit, dass die Spannschienen der Obergurte an den Enden, ferner einige Hängestangen in der Nähe des Auflagers losgeschraubt wurden, worauf die gusseisernen Streben der oberen Trägerhälfte entfernt werden konnten. Dies geschah von der Fahrbahn der Schifkornbrücke aus, deren Bedielung noch vorhanden war. Dabei kam auch vor, dass die Muttern einzelner Hängestangen, trotzdem das Gewinde am Tage vorher sorgfältig eingeißelt worden war, sich nicht losschrauben liessen. In diesem Falle wurden einfach die Streben zerschlagen und so die Hängstange gelöst.

Nach Abtragung der oberen Hälfte der Träger übergang man auf die der unteren Hälfte, dabei wurden die einzelnen Bestandtheile der Schifkornbrücke auf in der Nähe befindliche Bahnwagen gebracht und zu den Depôtplätzen, welche beiderseits des Viaductes sich befanden, geschafft.

Nach Entfernung der Hauptträger der Schifkornbrücke und deren Windverstrebung konnte an das Senken der neuen Construction geschritten werden. Die Querträger, die Hängestangen und das Abtragungsgerüste hingen sonach beim Beginn des Senkens noch an der neuen Construction und wurden während der folgenden Arbeiten und zum Theil auch erst nach der Erprobung der Brücke beseitigt. Dabei erfolgte die Entfernung des Bretterbelages des Gerüstes auf Bahnwagen, während die hölzernen und eisernen Querträger mittelst Krane an Seilen auf die Thalsole herabgelassen und von da die Holzquerträger später zu einer benachbarten Brückenöffnung geschafft, dort aufgezogen und wieder zum Hänggerüste verwendet worden sind.

Senken der neuen Brücke.

Die Eisenconstruction befand sich nun 4.30 m über ihrer richtigen Lage und musste daher um dieses Maass gesenkt werden. Die Schrauben der Senkvorrichtung, welche durch einen Ratschenmechanismus bekannter Construction rechts oder links gedreht werden konnten, je nachdem man den einen oder andern Sperrmechanismus in Eingriff setzen wollte, ermöglichte, dass die Brücke gehoben oder gesenkt werden konnte. Die Sperr-Räder hatten 12 Zähne und nachdem gewöhnlich bei einer Hebelbewegung ein Zahn genommen wurde, so konnte man bei der Ganghöhe von 20 mm ruckweise um 1.7 mm senken, bezw. heben. Die Hebel waren 2 m lang, aus Gasrohren von 60 mm Durchmesser gebildet.

Die Schrauben waren unten kugelförmig ausgebildet und ruhten in gusseisernen Pfannen, die in schmiedeisernen Platten von 350 × 350 mm befestigt waren.

Der Vorgang beim Senken war nun folgender:

Zuerst wurden alle vier, bezw. acht Schrauben gleich viel herausgedreht (ca. 250 mm), unterlegt und nun gleich-

zeitig herabgelassen. War eine Platte schon direct auf dem Pfeiler aufgelegt, so wurde das unterste cylindrische Rohrstück des betreffenden Ständers herausgenommen, der Conus mit der Schraube wieder angeschraubt und wurden unter die um ca. 250 mm herausgeschraubte Spindel so viel Holzklötze unterlegt als nothwendig war (also $870 - 250 = 620$ mm). Beim Auswechseln gebrauchte man die Vorsicht, dass stets ein innerer und äusserer Ständer zugleich gewechselt wurden, so dass die Brücke auf einer Basis von 2.4 m ruhte, gebildet durch die anderen zwei Ständer. Nach jeder vierten Senkung musste also ein Blechrohr ausgeschaltet werden. Die Unterlagsklötze waren aus Eichenholz, kantig bearbeitet, 300 mm breit, 600 mm lang und in Dicken von 300, 200, 100 und 50 mm vorhanden. Die Holzunterlage bildete unter jeder Schraube ein Prisma von 600 mm Seite und entsprechender Höhe.

Mit fortschreitender Senkung wurden die eisernen Querverbindungen und die hölzernen Verstrebungen beseitigt. Gleichzeitig mit dem Senken wurden auch die schiefen Sicherheitsstreben nachgelassen, bezw. verkürzt bis auf etwa 2 m Höhe, wonach sie gänzlich entfernt wurden.

Man senkte nun in dieser Weise bis auf Lagerhöhe (ca. 750 mm), worauf die äusseren Ständer entfernt, die Brückenlager eingesetzt und mittelst der zwei inneren Schrauben die Brücke auf die Auflager vollends herabgelassen wurde.

Es ist nun selbstverständlich, dass die Brücke, wenn sie auch vor der Senkung noch so genau eingestellt war, sich während der Senkung — in Folge von kleinen elastischen Verbiegungen der eisernen Ständer — sowohl in der Längs- als auch Querrichtung um ein kleines Maass verschieben musste und wurde diese Verschiebung im Maximum mit 100 mm beobachtet. Die Construction musste also, bevor sie auf die Lager herabgelassen wurde, in die richtige Lage gebracht werden, was durch horizontal angelegte kleine Schraubenwinden leicht bewerkstelligt werden konnte. Schliesslich wurde der Oberbau geschlossen und die Probelastung vorgenommen.

Dauer der Auswechslung.

Die Dauer der Auswechslung wurde im Projecte folgendermaassen veranschlagt:

	Stunden	Min.
a) Einfahrt der Brücke	0	30
b) Befestigung der Untertheile der Ständer sammt Verstrebung und Abtragung der Endquerträger	1	30
c) Abtragung der Wagen und Aufhängung der alten an die neue Brücke	2	30
d) Abtragung der Schifkornbrücke	10	00
e) Senken der neuen Construction und Entfernung des Arbeitsplateaus	8	00
f) Anschluss des Geleises		30
Unvorhergesehene Aufenthalte	3	00
	26	00

Während der Auswechslung wurde der Frachtenverkehr eingestellt, der Localverkehr nur von Prag bis Kuttenthal und von Jungbunzlau über Bakov hinaus aufrecht erhalten. Für den Durchgangsverkehr hatte die Direction der Böhm.

Nordbahn mit der Oesterr. Nordwestbahn ein Abkommen getroffen, demzufolge die Personenbeförderung zwischen Vysočan und Jungbunzlau auf der Oesterr. Nordwestbahn bewerkstelligt wurde, von da wieder auf die Böhm. Nordbahn übergang.

Dabei war bestimmt, dass die Auswechslung stets Abends 9 Uhr 15 Minuten, nachdem der von Prag kommende Personenzug die Station Stranov passirt hatte, beginnen sollte. Der Brückenzug war auf der Station Stranov zusammengestellt und konnte sofort zur Montirungsstelle fahren, wonach die mit 20 Fackeln beleuchtete Brücke angekuppelt und eingefahren wurde. Die Auswechslungen fanden am 20. Juli, 17. August und 1. September 1884 statt. Die Dauer der Auswechslung wurde bei dem ersten Felde um ca. 12 Stunden gegen den Voranschlag überschritten, beim zweiten Felde wurde sie programmgemäss eingehalten, beim dritten Felde aber um 10 Stunden abgekürzt.

Die nachfolgende Tabelle gibt einen Vergleich der Dauer in den einzelnen Perioden.

Arbeitsperiode	Voranschlag		1. Feld		3. Feld		Mittelfeld	
	h	m	h	m	h	m	h	m
a) Einfahrt der Brücken	—	30	—	45	—	20	—	15
b) Befestigung der Untertheile der Ständer sammt Verstrebung	1	30	2	00	1	20	—	55
c) Abtragung der Wagen und Aufhängung der Schifkornbrücke	2	30	4	30	4	00	2	10
d) Abtragung der Schifkornbrücke	10	00	8	00	6	30	4	00
e) Senken d. neuen Construction und Entfernung des Arbeits-Plateaus	8	00	16	00	13	00	7	15
f) Anschluss des Geleises	—	30						
Zusammen	23	00	31	15	25	10	14	35

In dieser Tabelle sind die Ruhepausen, welche den Arbeitern gewährt werden mussten, nicht mit aufgenommen; mit Einschluss derselben dauerte die Auswechslung bezw. 38 Stunden 45 Minuten, 26 Stunden 40 Minuten, 15 Stunden 50 Minuten.

Bei allen drei Feldern waren während der Auswechslung 80 Mann beschäftigt, die Oberbau-Arbeiter mit inbegriffen.

Sämmtliche Arbeiten gingen programmgemäss vor sich und hatten sich bei der Senkung der Construction die vier Ständer *M* mit ihren Quer- und Längsverstrebungen so steif erwiesen, dass die Sicherheitsstreben *N* und *N'* nicht in Action kamen und bei der dritten Einschlebung entfernt werden konnten.

Kosten der Auswechslung.

Aus vorstehender Beschreibung ist wohl ohne Weiteres ersichtlich, dass diese Art der Auswechslung schon vom ökonomischen Standpunkte nicht in allen Fällen anwendbar sein wird. Die Auswechslungsarbeiten selbst erfordern mehr Aufwand an Kosten, weil hier auch die Abtragung der alten Construction während der Betriebsunterbrechung vorgenommen werden muss, während dies bei der Quereinschiebung erst später geschehen kann und weil ferner die hiezu erforderlichen Apparate, als: Wagen, Senkvorrichtungen, bedeutend kostspieliger sind, als jene bei Anwendung der gewöhnlichen Methode.

Die Ersparniss liegt hier aber im Gerüste und dürfte letzteres bei dem neuen Vorgange wohl in allen Fällen billiger herzustellen sein. Bei sehr hohen Objecten und dort, wo das Gerüstholz theuer ist, werden die Vortheile der beschriebenen Methode daher am auffallendsten hervortreten.

In vorliegendem Falle war die Ersparniss für die Bahn-Gesellschaft eine sehr bedeutende und dürfte selbe mit 15.000 fl., d. i. 40% des Kostenanschlages für die Auswechslung nach gewöhnlicher Methode, nicht zu hoch geschätzt sein.

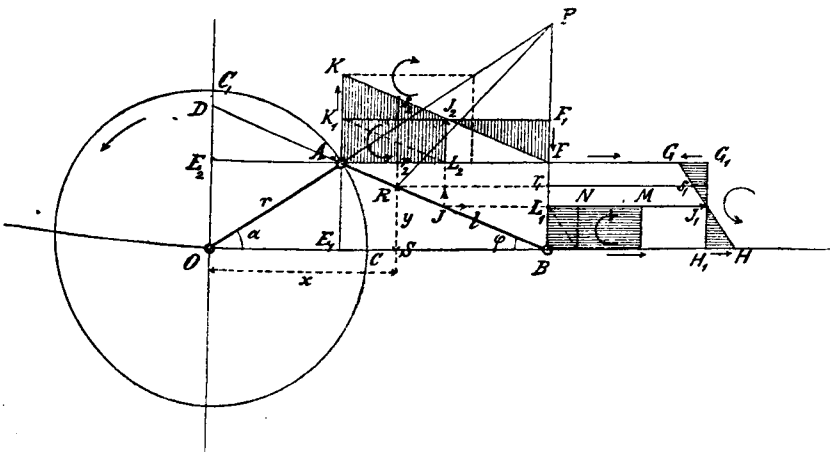
Ueber die Construction der Massenbeschleunigungen im Kurbelmechanismus.

Von Prof. A. Salaba an der k. k. böhmischen technischen Hochschule in Prag.

Genauere Bestimmungen der Beschleunigung der Kreuzkopfmasse in einem Kurbelmechanismus auf graphischem Wege sind schon bekannt;* hier nun soll auch noch die graphische Ermittlung der Beschleunigungen der Schubstangenmasse, die zum Beispiel bei Dampfmaschinen gewöhnlich ungefähr $\frac{2}{3}$ der Kreuzkopfmasse oder $\frac{4}{10}$ der Gesamtmasse ausmacht, also einen ganz erheblichen Einfluss hat, in Betracht gezogen werden.

Es seien in einem centrischen Kurbelmechanismus (Fig. 1) $OA = r$ die Länge des Halbmessers des Kurbelkreises, $AB = l$ die Schubstangenlänge, OCB die Schublinie, P der Momentanpol von AB , ω die Winkelgeschwindigkeit um O , $OS = x$, $SR = y$ die Coordinaten eines Punktes der Schubstangenachse, $OC_1 \perp OC$.

Fig. 1.



Wenn es sich um die Bestimmung der Massenwirkung der Schubstange auf die Zapfen in A und B handelt, so müssen die Gleichgewichtsbedingungen aufgesucht werden zwischen den Reactionen dieser Zapfen und den im entgegengesetzten Sinne genommenen Beschleunigungen der Massentheile der Schubstange. Man erhält ein einfaches Bild dieser Beschleunigungen, wenn man ihre Componenten nach den Richtungen OC und OC_1 aufträgt, die der Einfachheit halber als horizontal und vertical bezeichnet werden mögen. Die horizontale Beschleunigungs-Componente eines Punktes R hat bei dem in der Figur angenommenen Drehungsinne die Richtung von C nach O , die verticale von C_1 nach O und wären diese Componenten also in den entgegengesetzten Richtungen aufzutragen; man wähle als Grundlinien die Projectionslinien FB und AF und seien also

$$-\frac{d^2x}{dt^2} = r_1 s_1 \cdot \omega^2 \quad \text{und} \quad -\frac{d^2y}{dt^2} = r_2 s_2 \cdot \omega^2$$

die negativ genommenen Beschleunigungs-Componenten von R .

*) Vgl. Mohr und Rittershaus; Z. d. V. d. I. 1883, Civ.-I. 1879, 1880.

Die Beschleunigung von A ist die der Centripetalkraft mit radialer Richtung und der Grösse $OA \cdot \omega^2$; zieht man $AE_1 \perp OC$ und $AE_2 \perp OC_1$, so sind die Componenten (für $\omega = 1$) $AK = AE_1$ und $FG = AE_2$ zu machen. In B ist die verticale Componente selbstverständlich gleich Null. Die Endpunkte G, s_1, H und K, s_2, F liegen nun in einer Geraden und hiemit ist dann die Beschleunigung eines jeden Punktes von AB in sehr einfacher Weise bestimmt, wenn noch die von B ermittelt wird. Dies wird durch die folgende Betrachtung klar. Bei der ebenen Bewegung dreier mit einander fest verbundenen Punkte P_1, P_2, P_3 stehen die Differenzen $u_1 - u_2, u_1 - u_3$ der Componenten ihrer Geschwindigkeiten parallel zu einer beliebigen Richtung in demselben Verhältnisse zu einander, wie die entsprechenden Abstände der geraden Linien, die von den drei Punkten parallel zu jener Richtung gezogen werden, was mit Beziehung auf den Momentanpol der Bewegung sofort klar wird. Liegen die Punkte in einer Geraden, so sind die Verhältnisse der gedachten Abstände constant, somit auch die der Differenzen der Geschwindigkeits-Componenten, aber dann haben offenbar auch die entsprechenden Differenzen der Beschleunigungs-Componenten zu einander dasselbe Verhältniss. Mit Anwendung auf den vorliegenden Fall hätte man also für die beiden Richtungen

$$\frac{AK - r_2 s_2}{AK} = \frac{Ar_2}{AF} \quad \text{und} \quad \frac{BH - r_1 s_1}{BH - FG} = \frac{Br_1}{BF},$$

was eben bedeutet, dass Ks_2F und HS_1G gerade Linien sind.

Die letztere Beziehung gilt ganz allgemein, mag die Winkelgeschwindigkeit ω constant oder variabel sein. Der Einfluss der Veränderlichkeit von ω kann indessen gesondert zur Ermittlung gelangen. Denkt man sich zwei völlig gleiche Mechanismen mit demselben Drehpunkte O von derselben Lage ausgehend, der eine mit gleichförmiger, der andere mit veränderlicher Winkelgeschwindigkeit ω sich weiterbewegend, so sind nach Verfluss einer unendlich kleinen Zeit dt die Abstände der gleichgelegenen Punkte in beiden Mechanismen proportional ihren Beschleunigungen, soweit sie von der Differenz $d\omega$ der beiden Winkelgeschwindigkeiten, oder von der Beschleunigung der Kurbeldrehung abhängig sind. Die erwähnten Abstände würden aber dieselben bleiben, wenn der eine der Mechanismen fest bliebe und die Kurbel des anderen mit der Differenz der beiden ω sich drehte. Daraus folgt aber, dass dieser Theil der Beschleunigung eines Punktes R sich zur Beschleunigung von A in tangentieller Richtung an den Kurbelkreis verhalten wird, wie die gleichzeitigen elementaren Wege dieser beiden Punkte, oder ihre Geschwindigkeiten nach Grösse und Richtung. Dieses Verhältniss wäre gleich $PR : PA$,

die Beschleunigung von B also gleich $r \frac{d\omega}{dt} \cdot \frac{PR}{PA}$, deren

horizontale Componente gleich $r \frac{d\omega}{dt} \cdot \frac{Pr_1}{PA}$, die Beschleunigung

von B gleich $\frac{d\omega}{dt} r \cdot \frac{PB}{PA} = \frac{d\omega}{dt} r \cdot \frac{OD}{OA} = OD \cdot \frac{d\omega}{dt}$

u. s. w. In Fällen der Praxis ist die Winkelgeschwindigkeit ω in der Regel sehr nahe gleichförmig und ihre Ungleichförmigkeit vernachlässigbar, es möge darum im Folgenden ω constant oder $\frac{d\omega}{dt} = 0$ vorausgesetzt werden.

Um die Reaction der Schubstangenmasse auf die Zapfen A und B , resp. den davon abhängigen Widerstand am Umfange des Kurbelkreises zu erhalten, ist in jedem Punkte die Beschleunigung mit dem Massenelemente zu multipliciren und die Resultirende dieser beschleunigenden Kräfte zu ermitteln. Um dies zu vereinfachen, sei J der Schwerpunkt der Schubstange — hier in der Mitte von AB angenommen — $L_1 J_1$ die horizontale, $L_2 J_2$ die verticale Componente seiner Beschleunigung. Die Componente der Beschleunigung eines jeden anderen Punktes kann man sich zusammengesetzt denken aus der Componente des Schwerpunktes und einem zusätzlichen positiven oder negativen Theile, der zwischen den Begrenzungslinien der in der Figur schraffirten Dreiecke enthalten ist, welche Dreiecke entstehen, wenn man durch J_1 und J_2 Parallele zu FB und AF führt. Die allen Massenelementen gemeinschaftlichen Beschleunigungen $L_1 J_1$ und $L_2 J_2$ entsprechen Kräften, deren Resultante im Schwerpunkte J angreift und die Componenten dieser Resultante haben die Grössen

$$m \cdot L_1 J_1 \text{ und } m \cdot L_2 J_2,$$

wenn m die Masse der Schubstange bedeutet.

Die übrig bleibenden Theile der Beschleunigungen entsprechen Kräftepaaren, welche durch die schraffirten Dreiecke vorgestellt werden, den in der Figur angedeuteten Drehungssinn haben und deren Bedeutung leicht einzusehen ist. Die zusätzlichen Beschleunigungen zweier vom Schwerpunkte J gleich weit entfernt zu beiden Seiten desselben gelegenen Punkte, wie A und B , sind gleich und entgegengesetzt gerichtet; die Beschleunigungen irgend eines anderen analogen Punktpaares haben die gleiche Richtung wie die von A und B und ihre Grössen sind proportional dem Abstände der Punkte von J . Diese Eigenschaften kommen bekanntlich den Beschleunigungen bei einer Drehbewegung um den als fest betrachteten Punkt J zu. Die Componenten der Beschleunigungen nach der Richtung von AB entsprechen den Centripetalkräften, die sich paarweise aufheben; die zu AB senkrechten Componenten entsprechen paarweise Kräftepaaren, die zusammen das beschleunigende Drehmoment um den Schwerpunkt J ausmachen das ausgedrückt wird durch

$$- J \cdot \frac{d^2 \varphi}{dt^2},$$

wenn J das Trägheitsmoment der Schubstange in Beziehung auf den Schwerpunkt bedeutet. Denkt man sich an den

Endpunkten AB je die Hälfte $\frac{m}{2}$ der Masse concentrirt, so wäre dann das Trägheitsmoment gleich

$$2 \cdot \frac{m}{2} \left(\frac{l}{2} \right)^2 = \frac{m l^2}{4};$$

das Moment J kann dann auch in der Form $\frac{\beta m l^2}{4}$ ausgedrückt werden, wo β eine Zahl, die kleiner als die Einheit ist, in gewöhnlichen Fällen zwischen 0.6 und 0.5 enthalten, bei gleichförmig vertheilter Masse = $\frac{1}{3}$. Das totale beschleunigende Drehmoment wäre dann gleich

$$- \frac{\beta m l^2}{4} \cdot \frac{d^2 \varphi}{dt^2}.$$

Wäre die Masse über die Länge AB gleichmässig vertheilt, so würde das Drehmoment proportional sein der Summe der Flächenmomente der vier schraffirten Dreiecke an J_1 und J_2 und der Masse m ; daraus liesse sich die Grösse der Winkelbeschleunigung $\frac{d^2 \varphi}{dt^2}$ herleiten, doch soll dies in der Folge auf directe Weise geschehen.

Sämmtliche beschleunigende Kräfte sind somit reducirt auf die zwei im Schwerpunkt J angreifenden Kräfte

$m \omega^2 \cdot L_1 J_1$, $m \omega^2 \cdot L_2 J_2$ und das Drehmoment $\frac{\beta m l^2}{4} \cdot \frac{d^2 \varphi}{dt^2}$.

Eine weitere Reducirung lässt sich noch wie folgt ausführen: Die Kraft $m \cdot L_1 J_1$ ist die Summe von zwei Kräften $S_1 =$

$m \cdot L_1 M = \frac{m}{2} \cdot BH$ und $S_2 = m \cdot M J_1 = \frac{m}{2} \cdot FG$; erstere

Kraft kann man ersetzen durch eine gleiche in B angreifende Kraft S_1 und das (rechtsdrehende) Moment $m \cdot M L_1 \cdot B L_1$; die Kraft S_2 kann nach A versetzt werden mit Einführung des (linksdrehenden) Momentes $m \cdot M J_1 \cdot F L_1 = m \cdot M N \cdot B L_1$. Die beiden Momente heben sich theilweise auf und es bleibt ein (rechtsdrehendes) übrig von der Grösse $m \cdot N L_1 \cdot B L_1 = m \cdot G G_1 \cdot B L_1 = m$ mal die Fläche der Dreiecke $G G_1 J_1$ und $H H_1 J_1$.

In ähnlicher Weise ersetzt man die Kraft $m \cdot J_2 L_2$

durch eine gleiche Kraft $S_3 = m \cdot \frac{AK}{2}$ die in A angreift

und das (linksdrehende) Moment $S_3 \cdot A L_2 = m \cdot J_2 L_2 \cdot A L_2 = m$ mal die Fläche der Dreiecke $KK_1 J_2$ und $FF_1 J_2$. Die Kräfte S_2 und S_3 in A haben aber eine Resultirende, die radial gerichtet und also auf die Drehung um O ohne Einfluss ist.

Die übrig gebliebenen, den Flächen der schraffirten Dreiecke und der Masse m proportionalen Momente sind mit Beziehung auf das oben über die Flächenmomente jener Dreiecke Bemerkte äquivalent einem beschleunigenden, auf J bezogenen Drehmomente, wobei die Massen nur in A und B

mit je $\frac{m}{2}$ concentrirt wären und die Winkelbeschleunigung

$\frac{d^2 \varphi}{dt^2}$ dieselbe Grösse, aber den entgegengesetzten

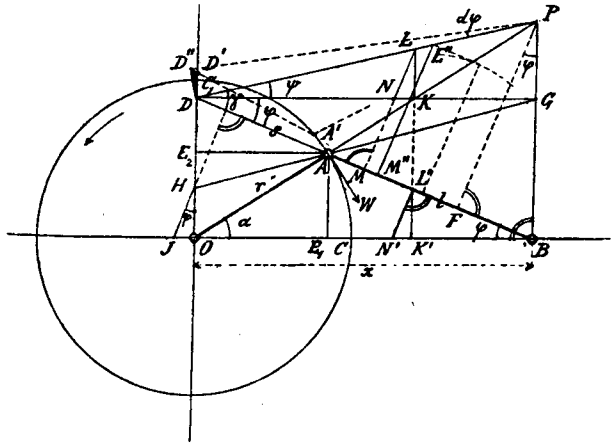
Drehungssinn wie vorhin hätte. Nach der vollzogenen Redu-

cirung bleibt also nur die in B angreifende Kraft $\frac{m}{2} \cdot BH$ und zwei Momente übrig, die sich zu einem einzigen

$$(1-\beta) \frac{m l^2}{4} \cdot \frac{d^2 \varphi}{dt^2}$$

zusammensetzen. (Dieses Endresultat würde sich auch ergeben haben, wenn man je in A und B sich die Massen $+\frac{m}{2}$ und $-\frac{m}{2}$ angebracht dächte und deren Wirkung mit der Wirkung der thatsächlichen Schubstangenmasse combinirte.)

Fig. 2.



Es bleiben jetzt noch die Grössen BH und $\frac{d^2 \varphi}{dt^2}$ zu ermitteln.

Die Schubgeschwindigkeit $\frac{dx}{dt}$ von B (Fig. 2) hat die Grösse

$$PB \cdot \omega \frac{OA}{AP} = \omega \cdot PB \cdot \frac{OD}{PB} = \omega \cdot OD$$

und ist die Beschleunigung $\frac{d^2 x}{dt^2} = \omega \cdot \frac{dOD}{dt}$. Die Winkelgeschwindigkeit $\frac{d\varphi}{dt}$ von AB (um P) hat die Grösse $\omega \cdot \frac{OA}{AP} = \omega \cdot \frac{s}{l}$ und ist die Winkelbeschleunigung

$$\frac{d^2 \varphi}{dt^2} = \frac{\omega}{l} \cdot \frac{ds}{dt}$$

Bei einer unendlich kleinen Verrückung der Schubstange gelangt A nach A' und D (um P gedreht) nach D'' , wobei also $A'D'' = AD$. Daher ist

$$\frac{d^2 x}{dt^2} = \omega \cdot \frac{DD''}{dt} \text{ und } \frac{d^2 \varphi}{dt^2} = \frac{\omega}{l} \cdot \frac{A'D'' - AD}{dt} = \frac{\omega}{l} \cdot \frac{D'D''}{dt}$$

Aus dem elementaren Dreiecke $DD'D''$ folgt

$$DD'' = PD \cdot d\varphi = PD \cdot \frac{OD}{PB} \cdot \omega dt,$$

ferner

$DD'' : DD' : D'D'' = \cos \varphi : \cos \gamma : \sin \psi$, wobei $DG \parallel OB$; daraus folgt

$$DD' = \frac{DD'' \cdot \cos \gamma}{\cos \varphi} = \omega \cdot \frac{OD \cdot PD \cdot \cos \gamma dt}{PB \cdot \cos \varphi}$$

$$= \omega \cdot OD \cdot \frac{DF}{PF} \cdot dt = \omega \cdot OD \cot \gamma \cdot dt.$$

Macht man $L''M'' \perp DB$ und $= OD$, so ist

$$DD' = \omega \cdot L''M'' \cot \gamma dt = \omega \cdot DM'' \cdot dt.$$

Weiter ist

$$D'D'' = \frac{DD' \sin \psi}{\cos \varphi} = \frac{OD \cdot PD \sin \psi}{PB \cdot \cos \varphi} \omega dt = \frac{OD}{PB} \cdot \frac{PG}{\cos \varphi} \omega dt.$$

Verbindet man G mit A bis H , so ist

$$\frac{OD}{PB} = \frac{OH}{PG}$$

und daher $D'D'' = \frac{OH}{\cos \varphi} \cdot \omega dt = HJ \cdot \omega dt$, wenn $HJ \perp BD$ gezogen wird.

Mit diesen Werthen wird

$$\frac{d^2 x}{dt^2} = \omega^2 \cdot DM'' \text{ und } \frac{d^2 \varphi}{dt^2} = \omega^2 \cdot \frac{HJ}{l},$$

wodurch die Bestimmung der Massenbeschleunigungen auf eine sehr einfache graphische und — was nicht zu unterschätzen ist — in ihrer Entwicklung wohl übersichtliche Construction zurückgeführt erscheint.

Für $\frac{d^2 x}{dt^2}$ ergibt sich noch eine andere Construction. Es ist

(s. o.) $DD' = \frac{OD \cdot PD \cdot \cos \gamma \cdot dt}{PB \cdot \cos \varphi}$; zieht man $KK' \parallel$ und $= OD$, verlängert bis L , $LM \perp DB$, so ist

$$\frac{OD}{PB} = \frac{KK'}{PB} = \frac{OK}{OP} = \frac{DL}{DP}$$

und damit

$$DD' = \frac{DL \cos \gamma \cdot dt}{\cos \varphi} = DN \cdot dt.$$

Errichtet man aber in $L' N' L' \perp BD$, so ist wegen $L'K' = LK$ auch $ON' = DN$ und daher

$$\frac{d^2 x}{dt^2} = \omega^2 \cdot DN = \omega^2 \cdot ON'.$$

Die Bestimmung von ON' bildet die einfachste, von Mohr herrührende Construction der Kreuzkopf-Beschleunigung.

Die oben gefundene Länge HJ lässt sich noch auf eine andere Weise bestimmen. Aus der Figur folgt:

$$\frac{HO}{PG} = \frac{HA}{AG} = \frac{DA}{AB} = \frac{DK}{OB} = \frac{DK}{DG} = \frac{LK}{PG},$$

also ist $HO = LK = L'K'$, daher $HJ \parallel$ und $= N'L'$.

Man erhält somit durch den Linienzug $DKL'N'$ die zur Bestimmung der beiden Beschleunigungen $\frac{d^2 x}{dt^2}$ und $\frac{d^2 \varphi}{dt^2}$ nothwendigen Längen ON' und $L'N'$.

Bezeichnet noch m_1 die vereinigte Masse des Kreuzkopfes, so erscheint die gesammte Massenwirkung des Mechanismus reducirt auf die in B im Sinne von O gegen C angreifende Horizontalkraft

$$X = - \left(m_1 + \frac{m}{2} \right) \frac{d^2 x}{dt^2} = \left(m_1 + \frac{m}{2} \right) \omega^2 \cdot DM'' = \left(m_1 + \frac{m}{2} \right) \omega^2 \cdot ON'$$

und das Kräftepaar mit dem Momente

$$M = (1-\beta) \frac{ml^2}{4} \cdot \frac{d^2\varphi}{dt^2} = \frac{(1-\beta)ml}{4} \cdot \omega^2 \cdot HJ,$$

dessen Drehrichtung für den ersten Quadranten CC_1 des Kurbelkreises mit der Drehrichtung der Kurbel übereinstimmt, in C_1 aber plötzlich wechselt. Das Moment ist Null in den Todlagen und erreicht sein Maximum in den darauf senkrechten Kurbellagen. Die Beschleunigung von B ist für die innere Todlage am grössten, für die äussere Todlage

jedoch am grössten nur von $\frac{l}{r} = \infty$ bis $\frac{l}{r} = 3^{7/9}$ (entsprechend

der Gleichung $\left(\frac{l}{r}\right)^3 - 4\frac{l}{r} + 3 = 0$,*) in welcher letzterem

Falle zwei, von einander nur sehr wenig verschiedene Maxima vorhanden sind. In den Todlagen ist jedoch die graphische Construction unausführbar, aber man hat dann

$$\frac{d^2x}{dt^2} = \omega^2 \cdot OD \cot \gamma, \quad \cot \gamma = \frac{l \pm r}{PB}, \quad \frac{OD}{PB} = \frac{r}{l}$$

daher

$$\mp \frac{d^2x}{dt^2} = \omega^2 r \left(1 \pm \frac{r}{l}\right).$$

In einer Kurbellage, die auch für sehr kurze Schubstangen nur ein wenig weiter im angenommenen Drehungssinne von der Todlage OC entfernt ist als jene Lage, wo

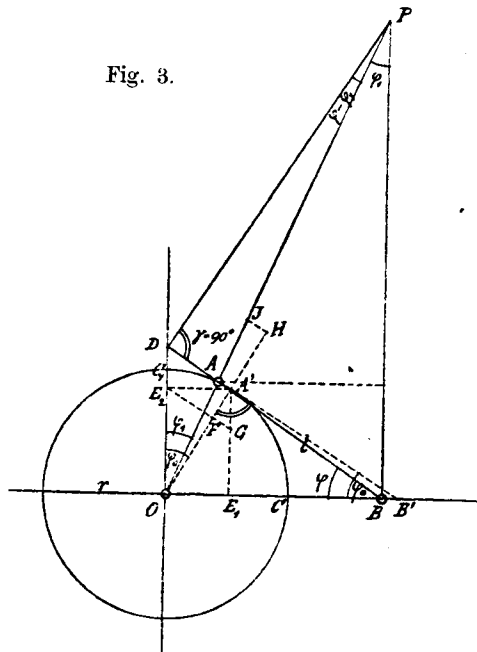


Fig. 3.

die Kurbel zur Schubstange normal steht, hat die Beschleunigung von B den Werth Null. Jene Lage lässt sich mit grosser Annäherung wie folgt bestimmen (Fig. 3). Die Beschleunigung $\frac{d^2x}{dt^2}$ wird Null, wo OD am grössten ist, d. h. wo D während einer unendlich kleinen Drehung der Schubstange um P an seiner Stelle verbleibt also, wo $PD \perp BD$ oder $\gamma = 90^\circ$ ist, was auch aus dem Ausdrucke für die Beschleunigung zufolge $\cot \gamma = 0$ geschlossen werden kann. Es sei nun OA' die Lage der Kurbel, wo die Schubstange

*) Aus dem analytischen Ausdruck für die Beschleunigung abgeleitet.

$A'B'$ auf ihr senkrecht steht. Man setze $\varphi = \varphi_0 + z$, $\varphi_1 = \varphi_0 - z_1$, $\varphi - \varphi_1 = z + z_1$, wo z und z_1 sehr kleine Winkel bedeuten.

Zufolge des rechten Winkels bei D ist sehr nahe

$$AD = AP(\varphi - \varphi_1) = AP(z + z_1), \text{ weiter}$$

$$AP \cdot \sin \varphi_1 = l \cos \varphi$$

$$r \sin \varphi_1 = AD \cdot \cos \varphi.$$

Die drei Gleichungen mit einander multiplicirt, geben

$$r \sin^2 \varphi_1 = l(z + z_1) \cos^2 \varphi \text{ und, da } \frac{r}{l} = \frac{\sin \varphi_0}{\cos \varphi_0} = \frac{\sin \varphi}{\cos \varphi_1},$$

$$\sin^2 \varphi_1 = (z + z_1) \frac{\cos^2 \varphi \cos \varphi_0}{\sin \varphi_0},$$

$$\sin \varphi_0 \cos \varphi_1 = \cos \varphi_0 \sin \varphi.$$

Aus der letzteren Gleichung folgt mit Vernachlässigung der höheren Potenzen von z und z_1

$$z = z_1 \frac{\sin^2 \varphi_0}{\cos^2 \varphi_0};$$

dies in die vorletzte Gleichung eingesetzt, gibt sehr angenähert

$$r z_1 = r(\varphi_0 - \varphi_1) = \frac{r \sin^3 \varphi_0}{\cos \varphi_0 (1 + 2 \sin^2 \varphi_0)} = \frac{r \sin^2 \varphi_0 \operatorname{tg} \varphi_0}{(1 + 2 \sin^2 \varphi_0)}.$$

Mit Rücksicht auf diesen letzten Ausdruck wird die Kurbellage OA gefunden, wenn man von der Lage $OA' \perp A'B'$ ausgehend $A'E_2 \parallel OC_1$, $A'E_1 \perp OC$, $E_2 G \perp OA'$ führt, auf der verlängerten OA' die Strecke $A'H = 2 A'F = 2r \sin^2 \varphi_0$ und $JH = FG = r \sin^2 \varphi_0 \operatorname{tg} \varphi_0$ aufträgt und J mit O verbindet.

Die Kraft X und das Drehmoment M erzeugen einen tangentiellen Widerstand W am Kurbelkreise (im entgegengesetzten Sinne der Kurbeldrehung). Der von X abhängige Theil desselben bestimmt sich durch das Verhältniss der virtuellen Geschwindigkeiten von B und A (Fig. 2) zu

$$X \cdot \frac{OD}{r};$$

das Moment M erzeugt verticale Reactionen in A und B von der Grösse $\frac{M}{BE_1}$; die in A wirkende Reaction verursacht den tangentiellen Widerstand

$$\frac{M}{BE_1} \cdot \frac{OE_1}{r}$$

und ist daher

$$W = X \cdot \frac{OD}{r} + \frac{M}{r} \cdot \frac{OE_1}{BE_1} =$$

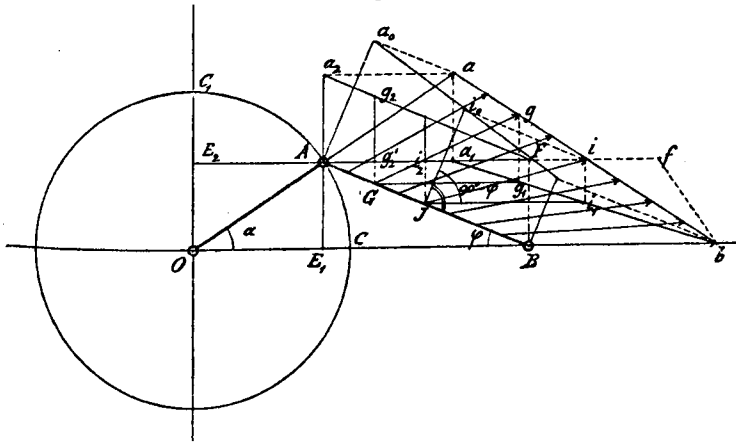
$$\omega^2 \left[\pm \left(m_1 + \frac{m}{2} \right) \frac{ON \cdot OD}{r} \pm \frac{(1-\beta)m}{4} \cdot \frac{HJ \cos \alpha}{\cos \varphi} \right].$$

Die Construction der in der Klammer enthaltenen Ausdrücke liegt auf der Hand.

Die Beanspruchung der Schubstange auf Biegung in Folge ihrer Massenbeschleunigung lässt sich mit Hilfe der oben erörterten Beziehungen unschwer graphisch ermitteln (Fig. 4). Trägt man die verticalen Componenten der Beschleunigungen wie vorhin von AF aus, dagegen die horizontalen direct von AB auf, so liegen wieder die

Endpunkte der aufgetragenen Strecken auf den Geraden $a_2 F$ und $a_1 b$. Setzt man nun die je zwei Componenten zu der resultirenden Beschleunigung Aa , Bb , Gg ... zusammen, so liegen wieder a , g ... auf einer durch b gehenden geraden Linie, da die Strecken $g_1 b$ proportional den Strecken GB , diese den Strecken Fg'_2 , diese den Ordinaten $g'_2 g_2$, diese gleich $g_1 g$, also letztere auch proportional $g_1 b$ sind. Die Strecken auf ab stehen zu einander in demselben Verhältnisse wie die entsprechenden auf AB .

Fig. 4.



Das Viereck $AabB$ liefert ein anschauliches Bild aller in der Schubstange auftretenden Beschleunigungen und kann eine jede derselben leicht mit Hilfe der Endbeschleunigungen Aa und Bb construiert werden. Der grösseren Genauigkeit halber würde es sich aber empfehlen, die horizontalen Beschleunigungen wie früher von BF aus aufgetragen, also $Ff = Aa_1$ u. s. w. zu machen.

Bei der Bestimmung der Beanspruchung auf Biegung handelt es sich um die zur Schubstange normalen Componenten der Beschleunigungen. Man hätte also in einem Punkte, z. B. im Schwerpunkte und Mittelpunkte J die Normalcomponente

$$Ji_0 = Ji_1 \sin \varphi + i_1 i \cos \varphi,$$

und liegen die Endpunkte a_0, i_0, \dots, b_0 wieder in einer Geraden. Die Strecken Aa_0, Ji_0, \dots wären noch mit den entsprechenden Massenelementen, resp. mit dem Verhältnisse der Massenelemente zu der durchschnittlichen Masse eines Elementes zu multipliciren, um in jedem Punkte der Schubstange die der Normalcomponente der beschleunigenden Kraft proportionale Strecke zu erhalten.

Die grösste Beanspruchung der Schubstange in ihrer Mitte wird bei jener Kurbellage auftreten, wo die Normal-

beschleunigung Ji_0 den grössten Werth hat. Für praktische Zwecke genügt es, diese Lage nur näherungsweise kennen zu lernen, da ja der Maximalwerth sich in der Nähe der genauen Lage verhältnissmässig nur sehr wenig ändern wird. Bei langer Schubstange ist auch der Unterschied zwischen den Horizontalbeschleunigungen Aa und Bb nicht bedeutend und wird es für die Aufsuchung der gefährlichsten

Lage genügen, wenn man für Ji_1 statt $\frac{Aa_1 + Bb}{2}$ einfach

$Aa_1 = \omega^2 \cdot AE_2 = \omega^2 r \cos \alpha$ setzt; da weiters $i_1 i = \frac{Aa_2}{2} = \frac{\omega^2 \cdot AE_1}{2} = \frac{\omega^2 r \sin \alpha}{2}$ ist, so wird

$$Ji_0 = \omega^2 r \left(\cos \alpha \sin \varphi + \frac{\sin \alpha \cos \varphi}{2} \right) = \frac{\omega^2 r}{2} \left[\cos \alpha \sin \varphi + \sin(\alpha + \varphi) \right].$$

Nun ist $\frac{\sin \varphi}{\sin \alpha} = \frac{r}{l}$, daher

$$Ji_0 = \frac{\omega^2 r}{2} \left[\frac{r}{l} \cos \alpha \sin \alpha + \sin(\alpha + \varphi) \right] = \frac{\omega^2 r}{2} \left[\frac{r}{2l} \sin 2\alpha + \sin(\alpha + \varphi) \right].$$

Der erste Ausdruck in der Klammer erreicht sein Maximum für $\alpha_1 = 45^\circ$, der zweite für

$$\alpha_2 + \varphi_2 = 90^\circ, \left(\cotg \alpha_2 = \tg \varphi_2 = \frac{r}{l} \right),$$

daher wird die grösste Beanspruchung in der Mitte der Schubstange eintreten bei einer Kurbellage, die ungefähr in der Mitte liegt zwischen den beiden, durch die Winkel α_1 und α_2 definirten Lagen. Ist z. B. $\frac{r}{l} = \frac{1}{5}$, so wäre $\alpha_2 = 78^\circ 40'$, also der Kurbelwinkel für die gefährliche

Lage nahezu $\frac{45^\circ + 78^\circ 40'}{2} \doteq 62^\circ$. In dieser Lage wären

dann die Beschleunigungen genau zu verzeichnen; das grösste Biegemoment tritt übrigens nicht in der Mitte der Schubstange auf, sondern etwas näher gegen das Kurbelende zu, wie schon die blosse Ansicht des Beschleunigungs-Diagrammes erkennen lässt.

Prag, im September 1884.

Die neuen absoluten Einheiten des internationalen elektrischen Congresses vom Jahre 1881.

Dargestellt von Prof. Dr. V. Pierre.

Wiewohl die Nothwendigkeit von Messungen, d. h. Vergleichen gleichartiger Grössen untereinander schon unter den primitivsten Lebensverhältnissen an die Menschen herangetreten musste, ist doch ein rationeller Vorgang bei solchen Messungen erst eine Errungenschaft der neueren, zum Theile selbst der neuesten Zeit.

Jede Messung setzt nämlich die Wahl einer Grösse voraus, mit welcher alle übrigen mit ihr gleichartigen Grössen verglichen werden, und wiewohl das Verhältniss

zweier bestimmten Grössen ein gegebenes und insofern unveränderliches ist, sind dennoch die Zahlen, durch welche verschiedene solche Grössenverhältnisse ausgedrückt werden, bedingt durch die Wahl jener Grösse, welche man ein für allemal den Vergleichen zu Grunde legen und demnach als Maasseinheit annehmen will.

Die Willkürlichkeit dieser Annahme hat die natürliche Folge gehabt, dass man zu verschiedenen Zeiten und in verschiedenen Ländern für dieselbe Grössenart (z. B.

Längen) Einheiten von sehr verschiedenen, untereinander meist ganz uncommensurablen Grössen wählte, und eine und dieselbe Grösse durch verschiedene Zahlenwerthe ausgedrückt wurde, je nachdem der Messung diese oder jene Einheit zu Grunde lag. Dazu kam noch, dass nicht einmal die Grösse der gewählten Einheit in einer solchen Weise festgestellt erschien, um sie unter allen Umständen und zu jeder Zeit unverändert wieder erhalten zu können.

Die daraus nicht bloss für den internationalen, sondern selbst den internen Verkehr entspringenden Schwierigkeiten machten sich in dem Maasse mehr und mehr geltend, als dieser Verkehr ein intensiverer wurde; aber erst gegen Ende des vorigen Jahrhunderts machte die französische Republik den Anfang mit der Einführung eines rationelleren Maass-Systems, dessen Einheiten sogenannte natürliche oder derart definirbare sein sollten, um sie jederzeit und an allen Orten herstellen zu können. Es ist dies das bekannte metrische Maass- und Gewichts-System, das, obwohl seine Grundeinheiten nichts weniger als praktisch ganz zweckmässig gewählt sind, dennoch vermöge seiner, dem dekadischen Zahlen-Systeme angepassten Abstufungen bei wissenschaftlichen Untersuchungen längst, und in neuerer Zeit auch im gewöhnlichen Verkehre angenommen wurde.

Zeit und Raum, sowie das in dem Raume Vorhandene, unsere Sinneswahrnehmungen Bedingende, die Materie, insoferne letztere in einem gegebenen Raume in grösserer oder geringerer Menge vorhanden sein kann (oder die Masse), sind die einzigen, sich uns unmittelbar darbietenden Grössen, und die Einheiten, nach welchen sie gemessen werden, erscheinen demnach als die Grundeinheiten oder absoluten Einheiten, aus welchen alle anderen Einheiten abgeleitet werden können.

Aus diesen Grundeinheiten und aus den physikalischen Beziehungen der Grössen, welche durch sie gemessen werden, ergeben sich sodann abgeleitete Einheiten, wie z. B. aus der Längeneinheit die Einheit des Flächenmaasses als ein Quadrat und die Einheit des Kubikmaasses als ein Würfel, dessen Seite beziehungsweise eine Länge gleich der Längeneinheit besitzt. Aus der Bewegung eines Punktes im Raume ergibt sich eine Beziehung zwischen der Grösse des zurückgelegten Weges und der Zeit, in welcher die Bewegung vor sich geht, oder die Geschwindigkeit, deren Einheit durch den Quotienten aus der Längeneinheit in die Zeiteinheit bestimmt wird u. s. w.

Einer ähnlichen Mannigfaltigkeit wie jener bezüglich der Maasseinheiten des gewöhnlichen Lebens begegnete man bis in die neueste Zeit auch bei den Einheiten, nach welchen die Intensitäten elektrischer Ströme, die Leitungswiderstände der verschiedenen Leiter, die elektromotorischen Kräfte u. dgl. m. gemessen wurden. Schon im Jahre 1833, also vor mehr als 50 Jahren, hatte Gauss in seiner Abhandlung: „Intensitas vis magneticae terrestri ad mensuram absolutam revocata“ die Messung der magnetischen Kräfte nach absolutem Maasse, d. h. bezogen auf die absoluten Einheiten der Länge, Zeit und Masse und drei Jahre später in Verfolgung der Gauss'schen Idee Weber die Messung von Stromintensitäten, Leitungswiderständen und elektromotorischen

Kräften bezogen auf diese absoluten Einheiten in Anwendung gebracht.

Aber diese Einheiten, sowie jene, welche auf denselben Principien beruhend, die „British Association for the Advancement of Science“ vorgeschlagen hatte, wurden wohl bei wissenschaftlichen Untersuchungen benützt, fanden aber wenig oder gar keinen Eingang bei praktischen Anwendungen der Elektrizität, bei welchen willkürliche, u. zw. in verschiedenen Ländern verschiedene Einheiten in Anwendung waren. Um auch in dieser Hinsicht die längst zum Bedürfnisse gewordene Einheitlichkeit bei den Messungen herzustellen, beschloss der internationale elektrische Congress, welcher im Jahre 1881 zu Paris tagte, ein neues, seither allgemein angenommenes System von Einheiten für die genannten und die mit ihnen im Zusammenhange stehenden Grössen aufzustellen, welche deshalb, weil sie aus den absoluten Einheiten der Zeit, Länge und Masse abgeleitet sind, im Gegensatze zu den bisher gebräuchlichen willkürlichen, als absolute elektrische und magnetische Einheiten bezeichnet werden.

Es musste aber dabei auf den bei allen Messungen sich geltend machenden Umstand Rücksicht genommen werden, dass die gewählte Einheit in einem passenden Verhältnisse zu der Grösse des zu Messenden stehe, um nicht für das Gedächtniss und das Rechnen unbequeme, entweder zu grosse oder zu kleine Zahlenwerthe zu erhalten. Nun hat man es aber bei elektrischen und magnetischen Messungen oft mit Kräften zu thun, welche im Vergleiche mit den in der praktischen Mechanik in Betracht kommenden sehr klein sind, so dass, wenn man die gewöhnlich benützten Einheiten zu Grunde legen wollte, gerade solche unbequeme Zahlenwerthe erhalten werden würden. Dies gab die Veranlassung als allgemein gültige absolute oder Grundeinheiten, aus welchen alle übrigen Einheiten abzuleiten sind, den Centimeter als absolute Längeneinheit, die Masse des Grammes (oder die Masse reinen destillirten Wassers, welches bei $+ 4^{\circ}$ C. den Raum eines Kubik-Centimeters einnimmt) als absolute Einheit der Massen und die mittlere Zeitsecunde als Zeiteinheit festzusetzen.

Nach diesen Grundeinheiten führt dieses System den Namen des Centimeter-Gramm-Secunden-Systemes und werden die auf jene Einheiten bezogenen Grössen durch das Zeichen *C G S.* oder *cm. gr. s.* charakterisirt.

Abgeleitete Einheiten dieses Systemes sind demnach: die Einheit der Geschwindigkeit oder jene Geschwindigkeit, bei welcher eine Weglänge von 1 Centimeter in einer (mittleren) Zeitsecunde gleichförmig durchlaufen wird und die Einheit der Beschleunigung, welche dann vorhanden ist, wenn in jeder Zeitsecunde eine solche Geschwindigkeits-Einheit erzeugt wird. Für diese beiden Einheiten entfiel die Nothwendigkeit einer neuen Bezeichnung, dagegen wurde für die Einheit der Kraft eine neue Bezeichnung gewählt. Krafteinheit ist nämlich jene Kraft, welche zwischen einer Masse von einem Gramm und einer ihr gleichen, im Abstände von einem Centimeter befindlichen Masse continuirlich wirkend eine Beschleunigung von einem Centimeter in der Secunde erzeugt. Diese neue Einheit erhielt den Namen

„Dyne“ oder „Dyn“ (von dem griechischen Worte δυναμις oder „Kraft“ abgeleitet.)*

Die Arbeitseinheit des neuen Systemes ist die Arbeit von einem Dyne-Centimeter, oder die Arbeit, welche die Kraft von einer Dyne auf einer Strecke von einem Centimeter leistet, sie erhielt den Namen Erg (nach dem griechischen Worte „εργον“ = Arbeit). Eine Arbeit von einer Million oder 10^6 Erg wird Megerg oder Meg und ein Millionstel Erg ein Mikro genannt. Nach dieser Definition ist mit Bezug auf den zuvor angegebenen Werth der Dyne ein Erg gleich

$$\frac{1 \text{ Kilogr.}}{10^5 g} \times \frac{1 \text{ Mtr.}}{10^2}$$

oder:

$$1 \text{ Erg} = \frac{1 \text{ Kilogr.-Mtr.}}{10^7 g}, \quad 1 \text{ Kilogr.-Mtr.} = 10^7 g \text{ Erg}$$

und

$$1 \text{ Megerg} = \frac{1 \text{ Kilogr.-Mtr.}}{10 g}, \quad 1 \text{ Kilogr.-Mtr.} = 10 g \text{ Megerg.}$$

Setzt man in runder Zahl $g = 9.81$, so ist die Arbeit von

$$1 \text{ Kilogr.-Mtr.} = 98.1 \text{ Meg}$$

oder sehr nahe gleich 100 Megerg.

Auch die Einheit der Wärmemengen oder die Kalorie wird auf Grund der Aequivalenz von Wärme und Arbeit, abweichend von der bisher angenommenen Wärme-Einheit, als jene Wärmemenge bezeichnet, welche der Arbeit von einem Erg äquivalent ist und Kalorie, bezogen auf das Erg, oder kurz Kalorie-Erg genannt. Die bisher in der Mechanik angenommene Kalorie ist bekanntlich jene Wärmemenge, welche in der Masse von einem Kilogramme Wasser eine Temperaturerhöhung von 1°C . erzeugt. Nach dem ersten Hauptsatze der mechanischen Wärmetheorie ist diese Wärmemenge einer mechanischen Arbeit von 425 Kilogr.-Mtr. und mit Rücksicht auf das Verhältniss von Kilogramm-Meter und Erg, einer Arbeit von $425 \times 10^7 g \text{ Erg}$ äquivalent. Demnach ist

$$1 \text{ Kalorie Erg} = \frac{1 \text{ Kalorie (Kilogr.)}}{425 \times 10^7 g}$$

oder mit Benützung der runden Zahl 9.81 für g , die neue Kalorie gleich den 41.690.000.000. Theile der gewöhnlich in der Mechanik gebrauchten.

Um nun auf die elektrischen und magnetischen Einheiten des CGS-Systemes übergehen zu können, muss vor Allem bemerkt werden, dass man ebenso wie man von

*) Um sich von der Grösse einer Dyne eine Vorstellung zu machen, berücksichtige man, dass die Erde der Masse eines Kilogrammes, d. i. der Masse von 1000 Grammen eine Beschleunigung von rund 9.81 oder allgemein g Metern gleich 100 g Centimetern in der Secunde erteilt, sonach die Kraft, mit welcher die Erde die Masse eines Kilogrammes anzieht (oder das Gewicht eines Liters Wasser von $+4^\circ \text{C}$.) 1000 mal 100 g Dynen, daher eine Zugkraft von 1 Kilogr. $10^5 g$ Dynen beträgt, woraus folgt, dass 1 Dyne = $\frac{1 \text{ Kilogr.}}{10^5 g}$ ist.

Nimmt man für g die runde Zahl 9.81 m , so ist eine Dyne eine Zugkraft von $\frac{1}{981.000}$ Kilogramm oder $\frac{1}{981}$ Gramm, somit sehr nahe gleich der Kraft, mit welcher die Erde die Masse von 1 Milligr. anzieht.

schweren (ponderablen) Massen spricht, auch von elektrischen und magnetischen Massen oder messbaren Mengen von Elektrizität, beziehungsweise Magnetismus sprechen kann, ohne irgend einer Hypothese über das eigentliche Wesen dieser Agentien zu bedürfen. Ist uns etwa das eigentliche Wesen dessen bekannt, was wir schlechtweg als ponderable Materie bezeichnen? Wir nehmen eben nur an, dass, wenn ein Körper A von der Erde unter sonst ganz gleichen Bedingungen (gleicher geographischer Breite und Seehöhe) eine zwei-, drei- oder n mal so grosse Anziehung erfährt als ein anderer Körper B (weil die im Erdkörper vorhandene Menge der anziehenden Ursache oder der Masse der Erde dabei immer dieselbe bleibt), die Menge des in dem Körper A enthaltenen, gegenseitig anziehend Wirkenden zwei-, drei- oder n mal grösser sein müsse, als jene im Körper B , d. h. wir messen das Verhältniss der Menge der wirkenden Ursache (der Materie) durch das Verhältniss der unter sonst ganz gleichen Umständen verschieden grossen Kraftwirkungen, ohne auf das eigentliche Wesen des Wirkenden selbst irgendwie einzugehen. Ganz genau denselben Weg schlägt man auch bei der Messung von sogenannten elektrischen oder magnetischen Massen ein. Die Mengen zweier solcher wirkenden Ursachen sind eben dann als gleichgross zu betrachten, wenn sie unter völlig gleichen Umständen auf eine und dieselbe dritte Menge mit gleich grossen Kräften wirken und ist unter solchen Umständen die Wirkung einer Menge A auf eine und dieselbe dritte Menge C zwei-, drei-, n mal grösser als jene der Menge B , so schliessen wir, ohne jede Hypothese über das Wesen der Elektrizität oder des Magnetismus, dass die erstere Menge zwei-, drei- . . . n mal grösser sei als die letztere. Dadurch sind wir aber auch in den Stand gesetzt, die Einheit der einen oder der anderen wirkenden Ursache oder die Einheit der elektrischen oder magnetischen Massen festzustellen. Die Einheit der Massen der Elektrizität, beziehungsweise des Magnetismus ist nämlich diejenige Menge der betreffenden wirkenden Ursache, welche auf eine ihr gleiche Menge in der Entfernung von einer Längeneinheit wirkend eine Anziehung oder Abstossung gleich der Krafteinheit erzeugt. Dem entsprechend ist die (statisch gemessene) Einheit der elektrischen oder magnetischen Massen jene Masse, welche auf eine ihr gleiche, in der Entfernung von einem Centimeter befindliche Masse mit der Kraft von einer Dyne wirkt. In Bezug auf die Grösse der Wirkung ist demnach die (statisch gemessene) elektrische oder magnetische Masseneinheit äquivalent der Masse des Grammes. Würde man unter der einen Wagschale einer sehr empfindlichen Waage ein elektrisirtes Hollundermark-Kügelchen aufhängen und durch Tariren in's Gleichgewicht setzen, sodann ein zweites, gleich stark elektrisirtes Kügelchen *) dem ersteren in der Entfernung von einem Centimeter gegenüberstellen, so besässe jedes Kügelchen die Elektrizitätsmenge Eins, wenn man um

*) Wenn man von zwei gleich grossen isolirten Kugeln der einen eine beliebige elektrische Ladung erteilt, und sie dann mit der zweiten in Berührung bringt, so vertheilt sich die Elektrizität gleichmässig über beide derart, dass sie nach der Trennung gleiche Elektrizitätsmengen erhalten.

das erstere in dem Abstände von einem Centimeter vom zweiten im Gleichgewichte zu erhalten, ein Gewicht von nahezu 1 Milligramm (genauer $\frac{1}{981}$ Gramm) auf die Wagschale legen müsste. Man ist in der That auch im Stande, zwar nicht auf diese etwas rohe, aber auf eine dieser ähnlichen Weise Elektrizitätsmengen wirklich zu messen, worauf z. B. Thomsons absolutes Elektrometer beruht.

(Da die Elektrizitätsmengen, welche bei den von elektrischen Batterien oder Inductionsmaschinen gelieferten elektrischen Strömen in jeder Secunde durch einen Leiterquerschnitt hindurchgeleitet werden, nach der statischen Einheit gemessen, ganz ausserordentlich gross sind, wurde theils zur Vermeidung unbequem grosser Zahlen, theils auch aus anderen Gründen zur Messung solcher Elektrizitätsmengen eine andere Einheit, das Coulomb eingeführt, von welchem jedoch erst später die Rede sein kann.)

Soll eine elektrische Masseneinheit aus dem Unendlichen bis auf die Oberfläche eines elektrischen Körpers gebracht, oder umgekehrt, von dieser in's Unendliche entfernt werden (je nachdem zwischen ihr und dem Körper Abstossung oder Anziehung stattfindet), so muss zur Ueberwindung dieser Kräfte in jedem Falle Arbeit aufgewendet werden, deren Grösse durch eine Function V gemessen wird, welche das Potential des Körpers bezüglich eines Punktes seiner Oberfläche heisst. Um durch Uebertragung von Elektrizität auf einen Leiter (Ladung desselben) ein Potential von geforderter Grösse zu erzeugen, ist demnach immer ein durch dieses Potential bestimmter Arbeitsaufwand nöthig. Umgekehrt leistet jede Masseneinheit bei der Entfernung, bzw. Annäherung in das Unendliche oder aus dem Unendlichen eine durch das Potential gemessene Arbeit. Die Menge der Elektrizität, welche dazu erforderlich ist um ein bestimmtes Potential zu erzeugen, ist von der Grösse und Gestalt des Körpers abhängig; der Verhältnissquotient aus der Elektrizitätsmenge in den Potentialwerth, welchen sie an einem gegebenen Körper hervorbringt, wird die (elektrische) Capacität dieses Körpers und die Einheit der elektrischen Capacitäten Farad genannt. *)

Soll die Elektrizität an der Oberfläche eines Leiters im Zustande des Gleichgewichtes sich befinden, so muss das Potential in allen Punkten seiner Oberfläche einen und denselben Werth haben, diese Oberfläche ist dann eine Gleichgewichts- oder Aequipotentialfläche, welche die Eigenschaft hat, dass die Richtung der Kraft, mit welcher der elektrische Körper auf eine in irgend einem ihrer Punkte befindliche elektrische Masseneinheit wirkt, in die Richtung der Flächennormale fällt.

Wenn jedoch auf einen im elektrischen Zustande befindlichen Leiter das Potential nicht constant ist, sondern an einer Stelle einen Werth V_1 an einer zweiten einen anderen Werth $V_2 < V_1$ hat, so ist kein Gleichgewicht des elektrischen Zustandes möglich, und es muss Elektrizität von jener Stelle, an welcher das Potential einen grösseren Werth hat zu jener übergehen, an welcher das kleinere Potential herrscht.

*) Die genaue Definition des Farad kann erst später gegeben werden.

Diese Uebertragung von Elektrizität wird als elektrischer Strom bezeichnet, und der Unterschied $V_1 - V_2$ der beiden Potentiale stellt die Arbeit dar, welche dabei von jeder elektrischen Masseneinheit geleistet wird. Wirkt irgend eine Ursache derart, dass zwischen den beiden Stellen fortwährend ein Unterschied ihrer Potentiale erhalten bleibt, so ist dieser Strom ein continuirlicher, und wenn jene Ursache die Potentialdifferenz auf constanter Höhe erhält, ein constanter Strom. Jede solche Ursache (z. B. chemische, mechanische, thermische Arbeit) wird als elektromotorische Kraft bezeichnet, und ihre Grösse nach der Grösse der Potentialdifferenz $E = V_1 - V_2$ beurtheilt, welche sie hervorzurufen vermag.

Auf der ganzen Strecke des Stromverlaufes nimmt das Potential stetig nach einem bestimmten Gesetze ab; durch das Verhältniss der Grösse der Potentialabnahme zu der Länge der Strecke, auf welcher diese Abnahme stattfindet, wird das Potential- (oder elektrische) Gefälle *) und durch die Elektrizitätsmenge, welche bei diesem Gefälle in jeder Zeiteinheit durch irgend einen Querschnitt eines gegebenen Leiters hindurchgeleitet wird, die Stärke oder Intensität des Stromes bestimmt.

Diese Elektrizitätsmenge hängt aber nicht von dem Potentialgefälle allein, sondern überdies auch noch von der materiellen Beschaffenheit des Stromleiters ab, und die Leitungsfähigkeit oder das Leistungsvermögen wird nach der Elektrizitätsmenge beurtheilt, welche bei dem Gefälle Eins in jeder Zeiteinheit durch jede Flächeneinheit eines Leiterquerschnittes hindurchgeht. Diese Menge wird als Maass des specifischen Leistungsvermögens betrachtet, während der reciproke Werth dieses Leistungsvermögens den sogenannten specifischen Leitungswiderstand vorstellt.

Wie bekannt findet zwischen Stromstärke J , elektromotorischer Kraft E und Leitungswiderstand W eine durch das Gesetz von Ohm festgestellte Beziehung statt, nach welcher:

$$J = \frac{E}{W}$$

ist, und es erübrigt nur mehr die Einheiten festzustellen, nach welchen jede dieser drei Grössen gemessen werden soll. Selbstverständlich ist durch die Annahme von Einheiten für zwei von ihnen, obiger Gleichung zu Folge, auch schon die Einheit für die dritte bestimmt.

Die Elektrizitätsmengen, welche in der Zeiteinheit durch einen Leiterquerschnitt hindurchgehen, können nicht direct und unmittelbar, sondern nur durch die Grösse der von ihnen erzeugten Wirkungen gemessen werden. Zu diesem Zwecke eignen sich am besten die chemischen und magnetischen Stromwirkungen, und man maass demnach bis in die jüngste Zeit Stromintensitäten entweder nach der chemischen (Jakobi'schen) oder nach der magnetischen (Weber'schen) Einheit.

*) Die Einheit des Potentialgefälles oder das Gefälle Eins ist jenes, bei welchem auf eine Strecke von 1 Centimeter das Potential um eine Einheit abnimmt.

Der internationale elektrische Congress entschied sich für das magnetische Strommaass. Nach dieser Entscheidung hat jener elektrische Strom die absolute Einheit der Stärke (oder die Intensität $i = 1$), bei welchem die in einer kreisförmig gebogenen Leiterstrecke von einem Centimeter Radius und Länge fliessende Elektrizitätsmenge auf eine im Mittelpunkte des Kreisbogens angebrachte Einheit der Masse des Magnetismus mit der Kraft von einer Dyne wirkt. *)

Wird ein elektrischer Strom durch einen Leiter hindurchgeleitet, so findet in diesem eine Wärme-Entwicklung statt und nach dem Joule'schen Gesetze steht die in jeder Zeiteinheit vom Strome erzeugte Wärmemenge im geraden Verhältnisse einerseits mit dem Quadrate der Stromintensität, andererseits mit dem Leitungswiderstande des betreffenden Leiters. Erzeugt ein Strom von der eben definirten absoluten Intensität $i = 1$ in dem von ihm durchflossenen Leiter in der Secunde eine Wärmemenge von einer Kalorie-Erg, so gilt der Widerstand dieses Leiters als absolute Einheit des Leitungswiderstandes $w = 1$.

Aus diesen beiden Einheiten ergibt sich zu Folge des Ohm'schen Gesetzes als absolute Einheit der elektromotorischen Kraft $e = 1$ jene, welche in einem Leiter von dem absoluten Widerstande $w = 1$ einen Strom von der absoluten Einheit der Intensität $i = 1$ erzeugt.

Diese Definitionen genügen indessen noch nicht zur Ausführung wirklicher Messungen. Die bei diesen anzuwendenden Einheiten müssen vielmehr so gewählt werden, dass die in den zumeist vorkommenden Fällen zu erwartenden Zahlenwerthe weder zu klein noch zu gross ausfallen, überdies aber in concreter Form ausführbar und so beschaffen seien, dass die zu verschiedenen Zeiten, an verschiedenen Orten und von verschiedenen Beobachtern angestellten Messungen einer und derselben Grösse immer zu demselben Zahlenwerthe führen. Diese Erwägungen bestimmten den elektrischen Congress für den praktischen Gebrauch aus den eben definirten (theoretischen) Einheiten andere abzuleiten, welche noch überdies von den bisher in Anwendung gewesenen nicht allzusehr verschieden sein sollten.

Demnach hat der zehnte Theil der absoluten Einheit $i = 1$ als neue, „Ampère“ genannte, Einheit der Stromintensitäten zu gelten, so dass:

$$1 \text{ Ampère} = 10^{-1} (i = 1)$$

ist. Das 1000millionen- oder 10^9 fache der absoluten Einheit $w = 1$ ist die neue Einheit der Leitungswiderstände, welche den Namen „Ohm“ erhielt, weshalb:

$$1 \text{ Ohm} = 10^9 (w = 1)$$

ist. Das 100millionen- oder 10^8 fache der absoluten Ein-

*) Die Kraft, mit welcher ein beliebig gestalteter, von einem Strome von irgend einer Intensität durchflossener Stromleiter auf eine gegebene magnetische Masseneinheit wirkt, kann immer auf Grund des sogenannten Biot-Savart'schen Gesetzes berechnet, und durch die Grösse der Ablenkung, welche sie an einer Declinationsnadel hervorbringt, gemessen werden. Die wirkliche Messung von Stromintensitäten nach absolutem Maasse (z. B. durch die Tangentenboussole) unterliegt demnach keinen Schwierigkeiten; es würde aber zu weit führen, hier näher darauf einzugehen.

heit $e = 1$ heisst „Volt“ und ist die neue Einheit der elektromotorischen Kräfte (beziehungsweise Potentiale und Potentialdifferenzen). Es erscheint daher:

$$1 \text{ Volt} = 10^8 (e = 1). *)$$

Bei einer Stromintensität von nur einem Ampère werden durch einen Querschnitt des Elektrizitätsleiters in jeder Secunde mehr als $15\frac{1}{2}$ Millionen (statisch gemessene) Einheiten der Elektrizitätsmenge hindurchgeleitet, weshalb zur Vermeidung unbequem grosser Zahlen der Messung solcher Elektrizitätsmengen „das Coulomb“ oder die bei der Stromstärke von einem Ampère in jeder Secunde durch einen Leiterquerschnitt hindurchgehende Elektrizitätsmenge als Einheit zu Grunde gelegt wird.

Denkt man sich diese Elektrizitätsmenge auf einen isolirten Leiter übertragen, so erzeugt sie auf demselben ein Potential, welches nach Volts gemessen werden kann. Das Verhältniss der Elektrizitätsmenge, mit welcher ein Leiter geladen ist, zu dem erzeugten Potentiale bestimmt aber nach dem Vorangegangenen die Capacität dieses Leiters. Die Einheit der Capacitäten „Farad“ besitzt sonach jener Leiter, welcher durch die Elektrizitätsmenge von einem Coulomb auf ein Potential von einem Volt geladen wird.

Der Definition der absoluten Widerstandseinheit ($w = 1$) zu Folge entwickelt ein Strom von der absoluten Einheit der Intensität ($i = 1$) in der Secunde eine Wärmemenge, welche einer mechanischen Arbeit von einem Erg äquivalent ist, d. h. unter geeigneten Bedingungen, eine Arbeit von

$$1 \text{ Erg oder } \frac{1 \text{ Kilogr.-Mtr.}}{10^7 g} \text{ in der Secunde zu leisten im Stande ist.}$$

Da die in der Secunde erzeugte Wärmemenge dem Producte aus dem Quadrate der Stromintensität in den Leitungswiderstand proportional und eine Stromstärke von J Ampères $\frac{J}{10}$ absoluter Einheiten gleich ist, beträgt die

einem Strome von J Ampères, der in einem Leiter vom absoluten Widerstande Eins verläuft, äquivalente Arbeit $\frac{J^2}{10^2}$ Erg oder $\frac{J^2}{10^2 \times 10^7 g}$ Kilogr.-Mtr. und wenn diese

Intensität in einem Leiter von R Ohm oder $R \times 10^9$ absoluten Einheiten verläuft: $\frac{J^2 \times 10^9 R}{10^2 \times 10^7 g}$; d. h. eine in

einem Leitungswiderstande von R Ohm auftretende Stromintensität von J Ampères repräsentirt eine mechanische

Arbeit von: $\frac{J^2 R}{g}$, oder wenn $g = 9.81$ Meter gesetzt wird:

$$\frac{J^2 R}{9.81} \left(\text{in runder Zahl } \frac{1}{10} J^2 R \right) \text{ Kilogr.-Mtr. in der Secunde.}$$

Besteht zwischen zwei Stellen A und B eines Leiters vom Widerstande R Ohm eine Potentialdifferenz $E = V_A - V_B$ Volts

*) Verglichen mit den früher gebräuchlichen Einheiten, erscheint 1 Ampère sehr nahe gleich 10 Jakobi'schen oder auch Weber'schen Einheiten der Stromintensität, 1 Ohm gleich 1.06 Siemens-Einheiten und 1 Volt nahe gleich 0.92 der elektromotorischen Kraft des Daniell-Elementes, welche früher meistens als Einheit dieser Kräfte angenommen wurde.

bei einer Stromintensität von J Ampères, so besteht die Gleichung $JR = E$, wodurch der Ausdruck für die unter diesen Bedingungen äquivalente Stromarbeit $\frac{J^2 R}{g}$ in $\frac{EJ}{g}$ Kilogr.-Mtr. pro Sec. (oder rund $\frac{1}{10} EJ$ Kilogr.-Mtr.) übergeht.

Die durch das Product EJ gemessene Stromarbeit erhielt die Bezeichnung „Voltampère“, deren 3600faches das „Stunden-Voltampère“ ist. Rechnet man die Pferdekraft zu 75 Kilogr.-Mtr. und setzt $g = 9.81$, so ergibt sich eine Stromarbeit von EJ Voltampères gleich $\frac{EJ}{736} PK$ oder nach englischem Maasse, welches für die Pferdekraft 76 Kilogr.-Mtr. annimmt, $\frac{EJ}{746} HP$.*)

Durch die so gewählten Einheiten ist nicht nur eine einfache Umrechnung der theoretischen Stromarbeit in das in der praktischen Mechanik übliche Maass ermöglicht, sondern auch der Vortheil erzielt, dass eine von allen nationalen und persönlichen Voreingenommenheiten freie und deshalb allgemein gerne angenommene Art elektrische und magnetische Wirkungen zu messen, erreicht wurde und zu verschiedenen Zeiten und an verschiedenen Orten angestellte Messungen von Grössen derselben Art unmittelbar vergleichbare Zahlenwerthe liefern.

Um solche Messungen auszuführen, genügt es aber nicht, die Einheiten definirt zu haben, ebenso wie man, um Längen nach Metern zu messen, nicht damit ausreicht, zu wissen, wie der Meter definirt wird, sondern seine Länge in concreter Form als Maassstab oder Etalon gegeben sein muss, bedarf es auch ähnlicher Mittel, um elektrische oder magnetische Grössen wirklich zu messen. Die Intensitäten elektrischer Ströme werden durch die Grösse ihrer magnetischen Wirkungen gemessen, und um dabei nicht erst

*) Um eine Uebereinstimmung in Bezug auf die Bezeichnung der verschiedenen Einheiten anzubahnen, wurden folgende Zeichen vorgeschlagen: Cb für Coulomb, A für Ampère, Ω für Ohm, V für Volt, Φ für Farad und VA für Voltampère; sie sind aber bisher noch nicht allgemein in Gebrauch gekommen.

umständlichere Rechnungen ausführen zu müssen, können für praktische Zwecke die zur Messung dieser Wirkungen dienenden Instrumente gleich so eingerichtet werden, dass man die der Wirkungsgrösse eines gegebenen Stromes entsprechende Anzahl von Ampères unmittelbar an dem Mess-Instrumente selbst ablesen kann. Solche Instrumente erhielten den nicht ganz glücklich gewählten Namen „Ammeter“ (abgekürzt aus Ampèrometer). Auch die Grössen von Potentialen können zufolge der Gleichung $E = JR$ aus Messungen von Stromintensitäten und Leitungswiderständen abgeleitet, und auch hiezu Instrumente in Anwendung gebracht werden, welche sofort die Werthe des Productes JR in Volts ausgedrückt, direct abzulesen gestatten; sie werden deshalb „Voltmeter“ genannt (wohl zu unterscheiden von „Voltmeter“, einem Instrumente zur Messung von Stromintensitäten nach chemischer Maasseinheit).

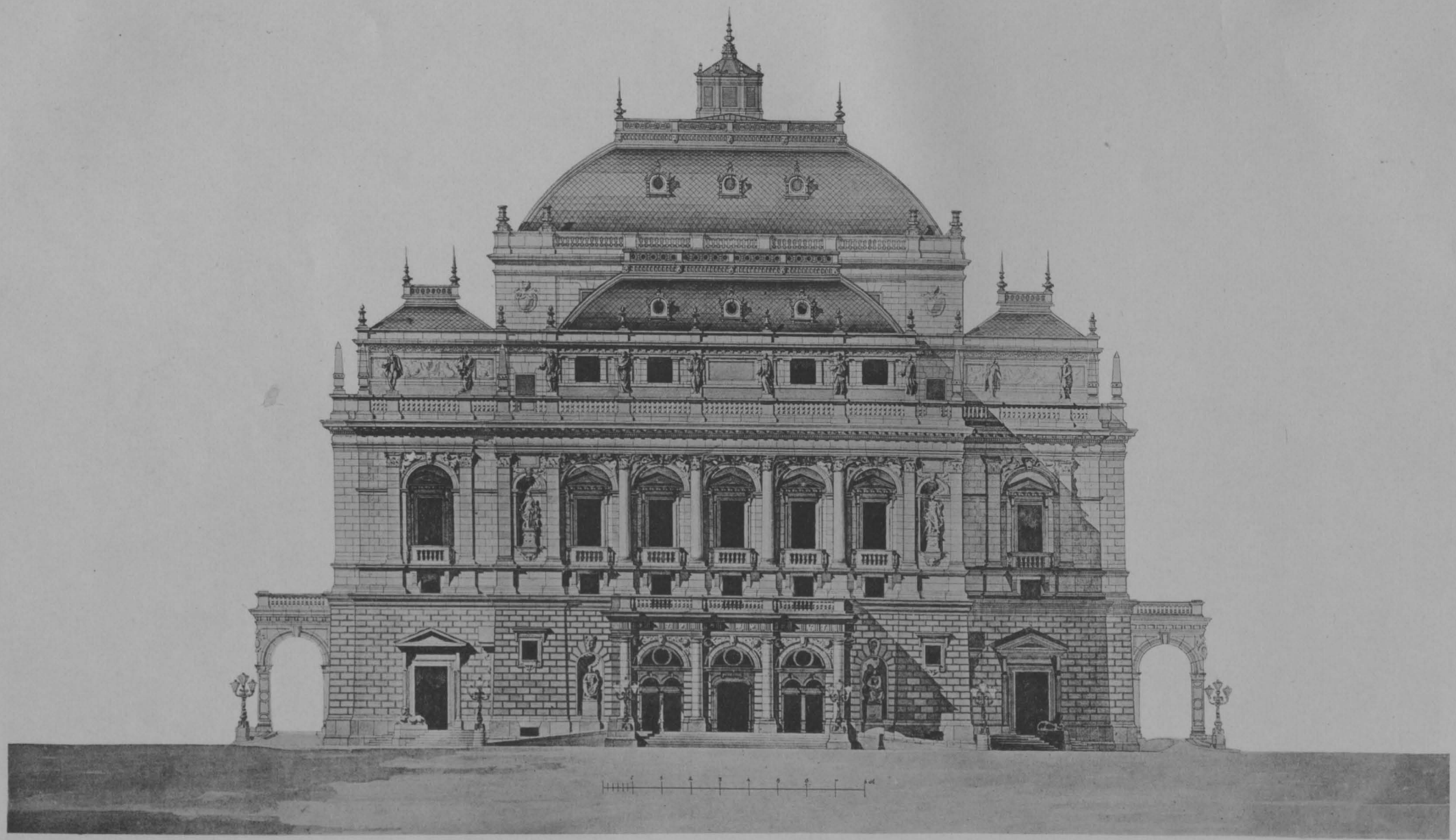
Als concrete Einheit zur Messung von Leitungswiderständen dient der Widerstand, welchen eine Quecksilbersäule von 106 cm Länge und einem Querschnitte von einem Quadratmillimeter bei einer Temperatur von $0^{\circ} C$. dem Strome darbietet, indem nach den Untersuchungen der zur Entscheidung aller dieser, die praktische Ausführung von Messungen betreffenden Fragen vom internationalen Congresse bestellte Commission sich ergeben hat, dass der Leitungswiderstand einer solchen Quecksilbersäule ein Ohm betrage.

Zur Messung elektromotorischer Kräfte nach Volts kann auch das constante Daniell'sche Element benützt werden, sobald dessen elektromotorische Kraft, in Volts ausgedrückt, bekannt ist. Die genauesten bisher angestellten Messungen haben ergeben, dass diese Kraft gleich 1.09 Volts gesetzt werden muss.

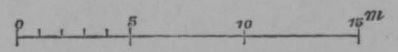
In Betreff der Messung der Wirkung von Magneten ist schliesslich noch zu bemerken, dass bei deren Berechnung die Grösse des sogenannten magnetischen Momentes maassgebend ist und die Einheit des magnetischen Momentes (oder des Stabmagnetismus) jener Magnet besitzt, welcher auf eine in sehr grosser Entfernung von ihm befindliche magnetische Masseneinheit so wirkt, wie ein System von zwei einander entgegengesetzten (nord- und süd magnetischen), in der gegenseitigen Entfernung von einem Centimeter festgehaltenen magnetischen Masseneinheiten.

KÖNIGL. UNGARISCHES OPERNHAUS IN BUDAPEST.

Architekt Nicolaus Ritter v. Ybl.



Hauptfaçade (Radialstrasse).

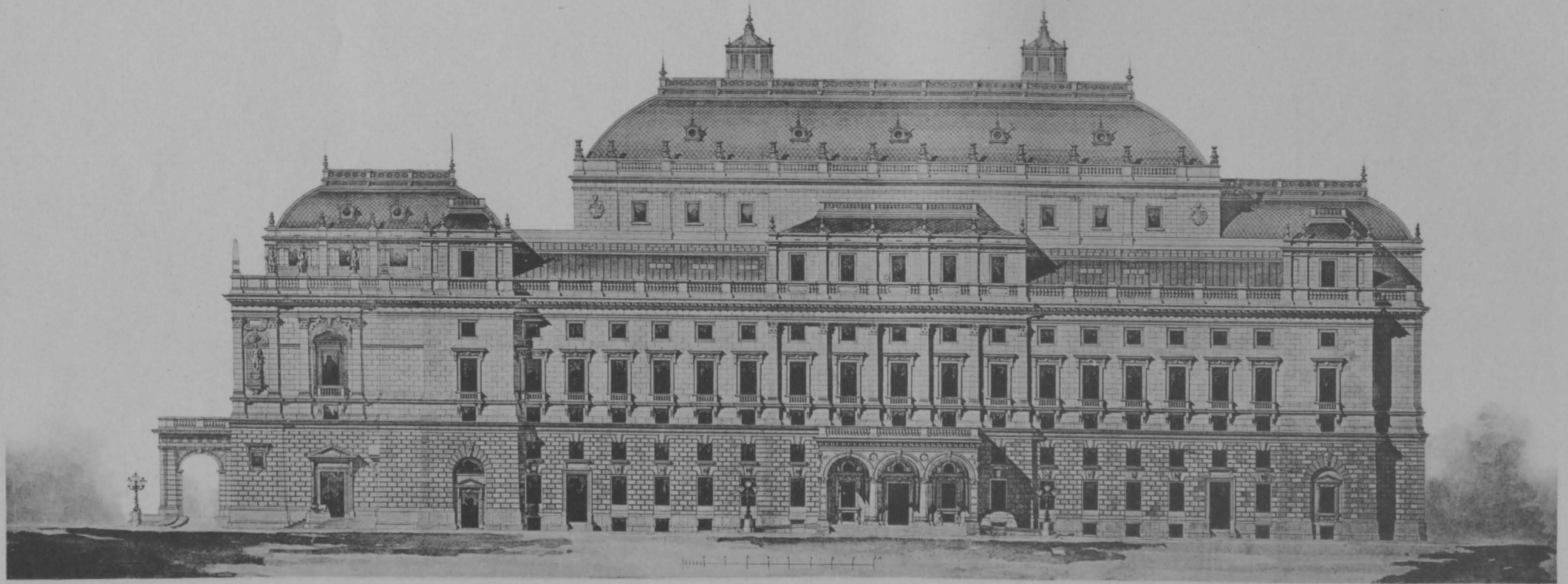


Maassstab 1 : 333.

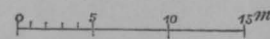


KÖNIGL. UNGARISCHES OPERNHAUS IN BUDAPEST.

Architekt Nicolaus Ritter v. Ybl.



Seitenfaçade.



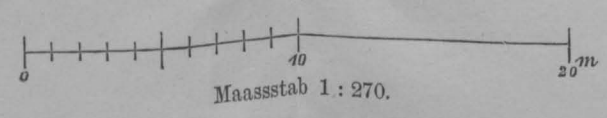
Maassstab 1 : 500.

KÖNIGL. UNGARISCHES OPERNHAUS IN BUDAPEST.

Architekt Nicolaus Ritter v. Ybl.

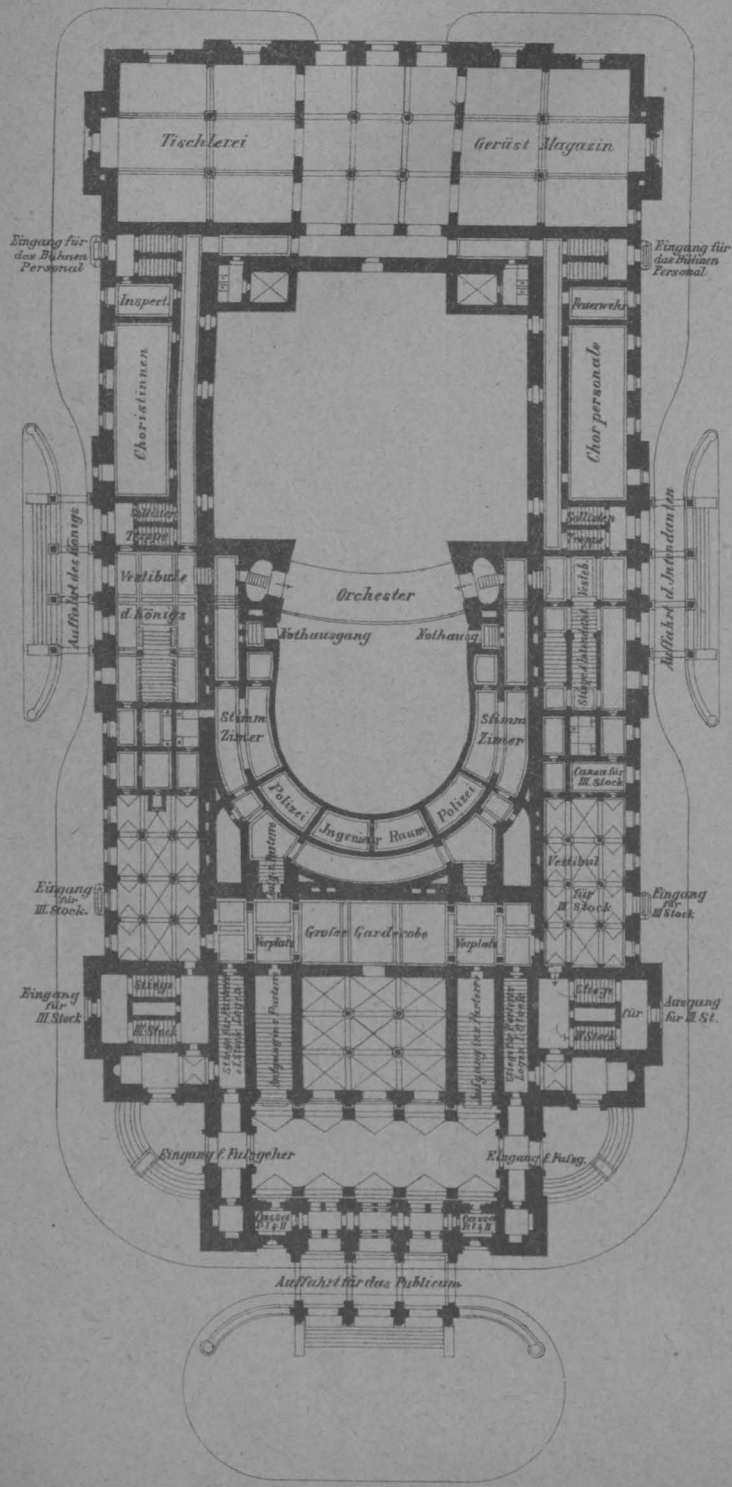


Längenschnitt.

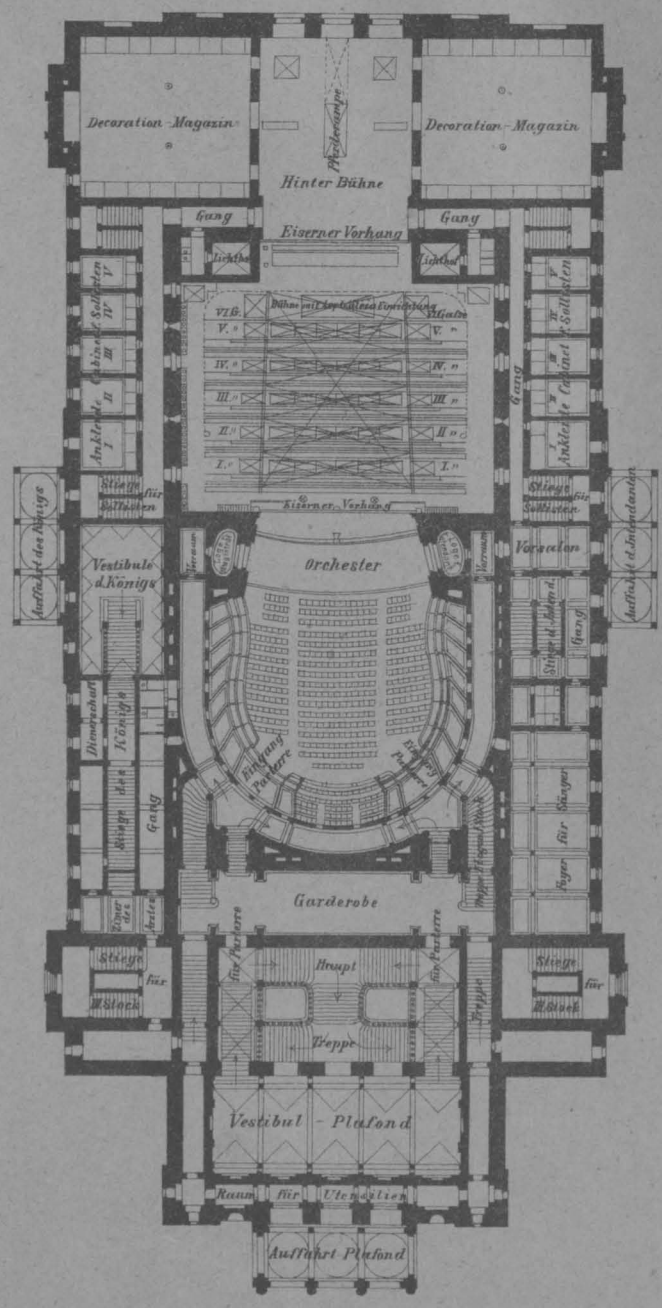


KÖNIGL. UNGARISCHES OPERNHAUS IN BUDAPEST.

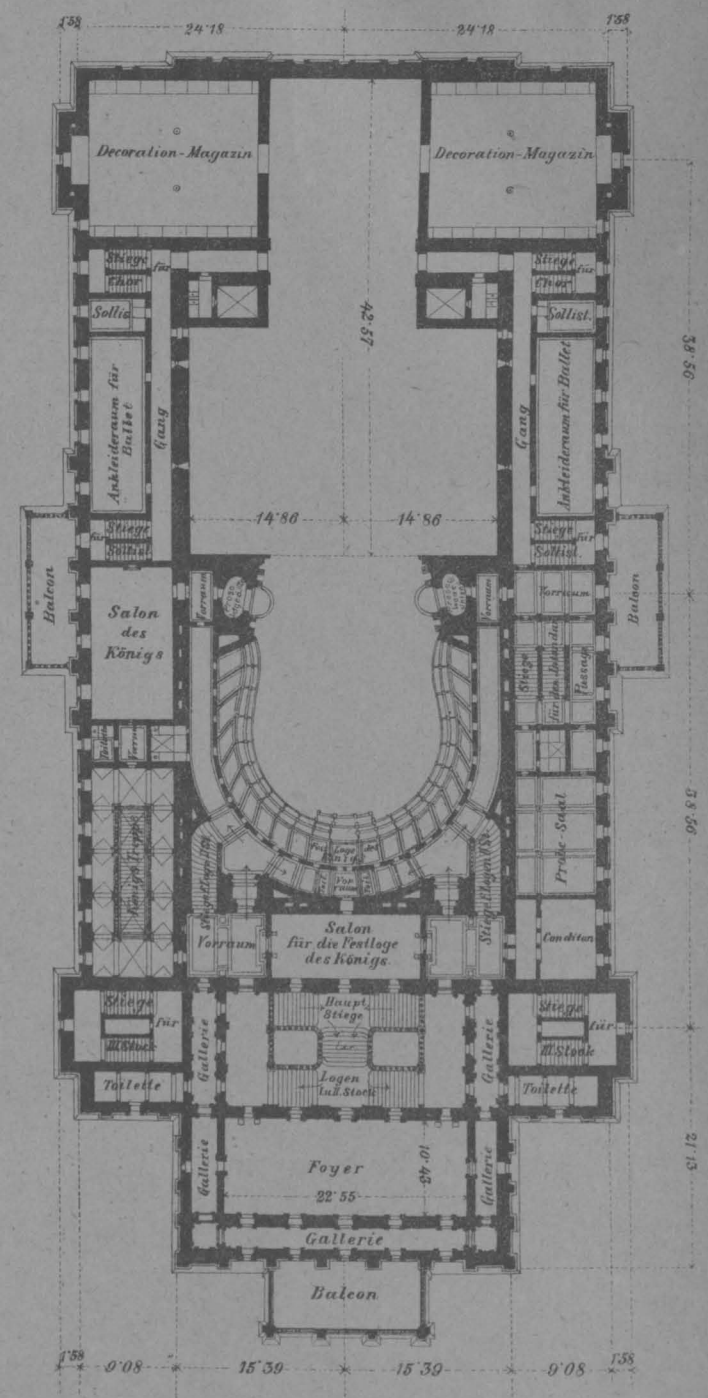
Architekt. Nicolaus Ritter v. Ybl.



Parterre-geschoß.



Hochparterre (Bühnenhöhe)



1. Stock.

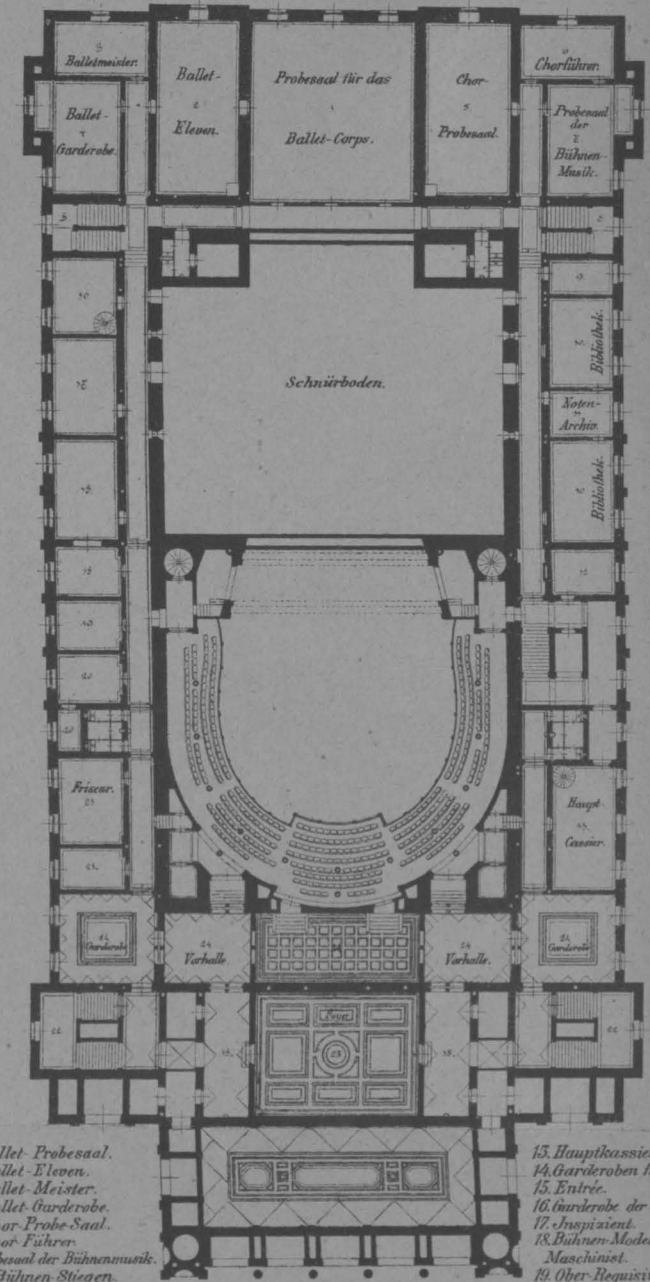
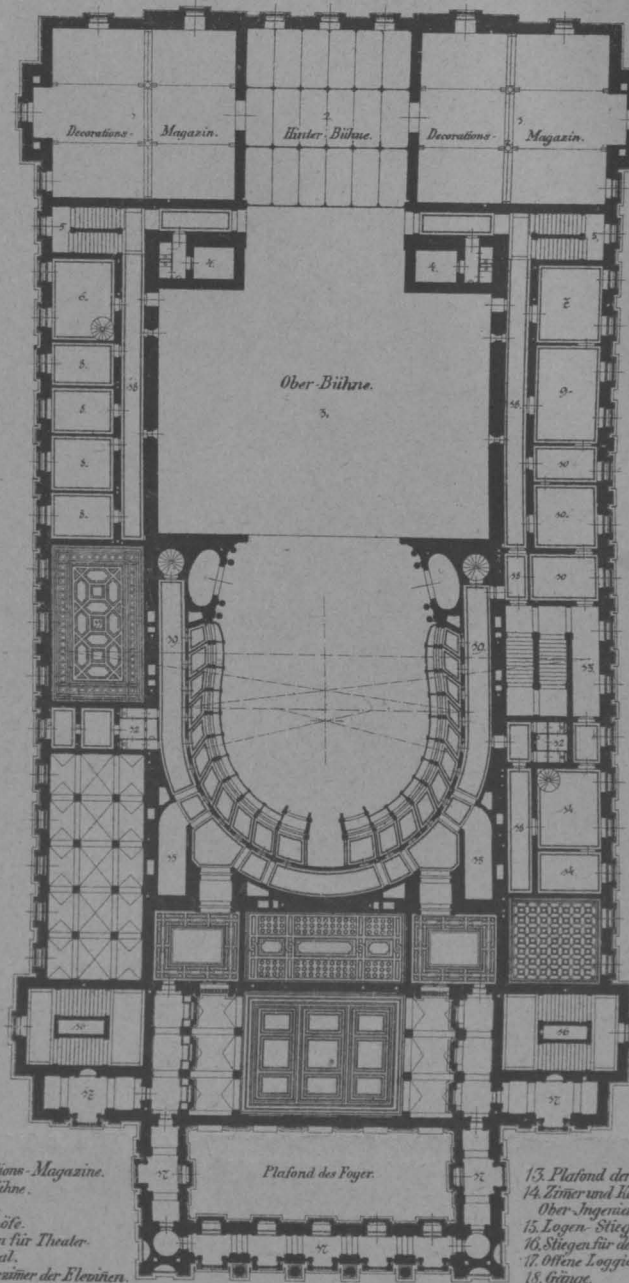
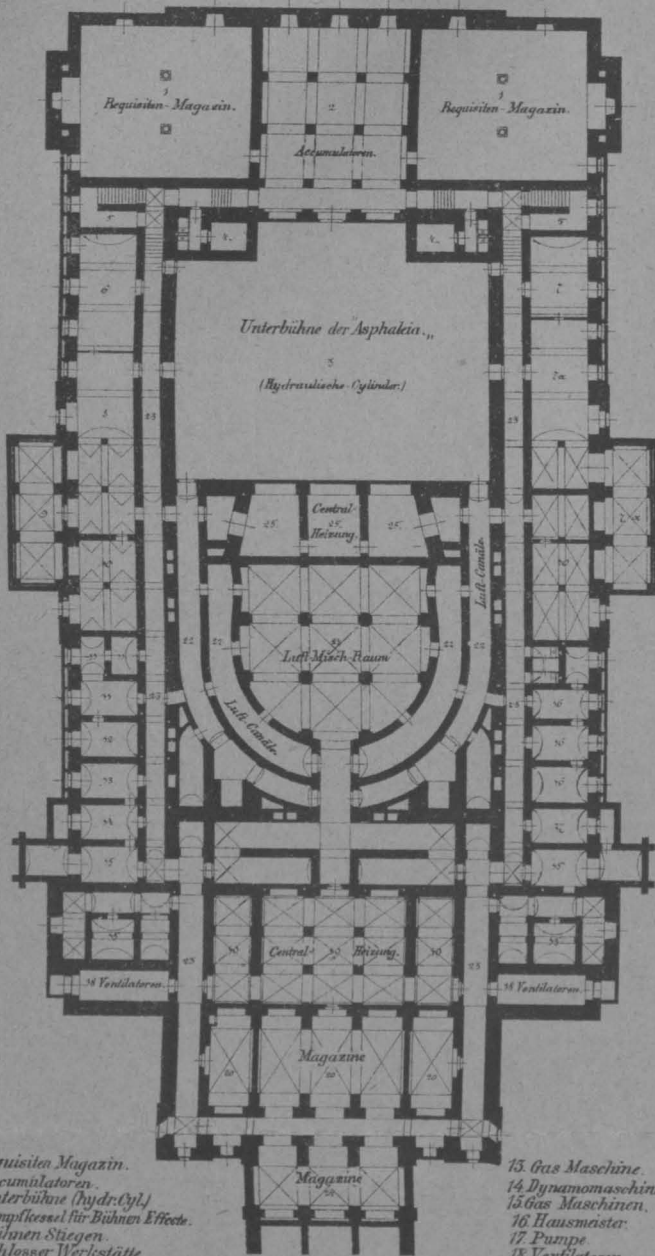
KONIGL. UNGARISCHES OPERNHAUS IN BUDAPEST.

Architekt. Nicolaus Ritter v. Ybl.

Souterrain.

2. Rang.

3. Rang.



1. Requisiten Magazin.
2. Accumulatoren.
3. Unterbühne (Hydr-Cyl.)
4. Dampfessel für Bühnen Effects.
5. Bühnen Stiegen.
6. Schlosser Werkstätte
7. Ankleideraum der Statisten Führer.
- 7^a. Ankleideraum d. Statisten.
8. Requisiten Werkstätte
9. Elektrische Batterien.
10. Gasometer.
11. Hausdiener.
12. Pumpe.

13. Gas Maschine.
14. Dynamomaschinen.
15. Gas Maschinen.
16. Hausmeister.
17. Pumpe.
18. Ventilatoren.
19. Centrale-Heizung.
20. Magazine.
21. Luft-Misch-Raum.
22. Luft-Canäle.
23. Corridor.
24. Magazine.
25. Centralheizung.

- 1.1. Decorations-Magazine.
2. Hinterbühne.
3. Bühne.
- 4.4. Lichthöfe.
- 5.5. Stiegen für Theater Personal.
6. Ankleidezimmer der Elevenen.
7. Zimmer des Ober-Regisseurs.
8. Probe-Zimmer.
9. Zimmer des Directors.
10. Intendant.
11. Plafond des Königs-Salons.
12. Lichthof und Abort.

13. Plafond der Königs-Stiege.
14. Zimmer und Kanzlei des Ober-Ingenieurs.
15. Logen-Stiegen.
16. Stiegen für den III. Rang.
17. Offene Loggia.
18. Gänge.
19. Plafond der Hauptstiege.
20. Plafond des Foyer.
21. Plafond der Eingänge und Garderoben.
22. Plafonds der Königl. Logen.
23. Logen des II. Rang.

1. Ballet-Probesaal.
2. Ballet-Eleven.
3. Ballet-Meister.
4. Ballet-Garderobe.
5. Chor-Probe-Saal.
6. Chor-Führer.
7. Probensaal der Bühnenmusik.
8. 8. Bühnen-Stiegen.
9. Capellmeister.
10. Bibliothek.
11. Noten-Archiv.
12. harten-Registratur.

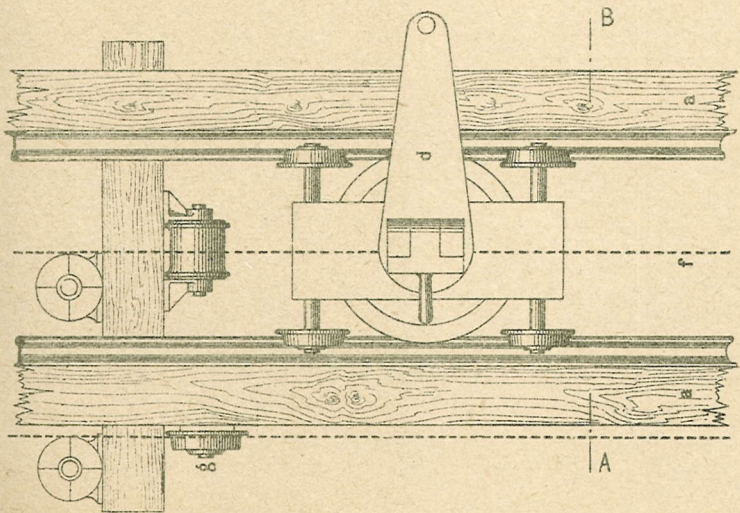
15. Hauptkassier.
14. Garderoben für III. Rang.
15. Entrée.
16. Garderobe der Opern-Eleven.
17. Insizient.
18. Bühnen-Modelle u. Ober-Maschinist.
19. Ober-Regisseur.
20. Beleuchtungs-Inspector.
21. Friseur.
22. 22. Publicum-Stiegen.
23. Foyer.
24. 24. Vorhallen.

SITUATION DES DONAUSTRUDENS

[Amtliche Aufnahme vom 9/1822 und 12/1837]

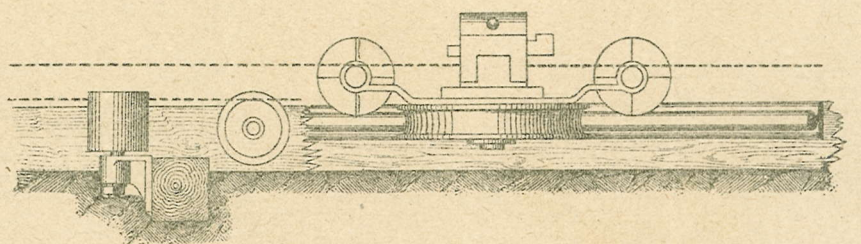


Grundriss



Seilführung längs des Strudencanals nach dem Projecte des Experten Max Eyth.

Seiten-Ansicht



Aufnahme vom 9/1822 und 12/1837



ANMERKUNG:

- 1 Das Nivellement ist bei einer Wasserhöhe von 0,95^m über den niedrigsten Wasserstand, den 0 Punkt des Strudener Pegels bestimmt worden.
- 2 Die Vergleichungs-Ebene ist 3,32^m über den im Plan mit A bezeichneten Haupt-Niveau-Fixpunkt angenommen worden.
- 3 Die Niveau-Punkte sind mit stehenden, die Sandirungs-Coten mit liegenden Ziffern bezeichnet, welche Wassertiefen bei 0,316^m Pegelhöhe gemessen wurden.
- 4 Die Geschwindigkeit des Stromes im Höfsgangarm ist bei 1,264^m Pegelhöhe 2,213^m und bei dem Hochwasser 5,689^m Pegelhöhe 2,845^m in einer Secunde sowohl in der Strudel-Naufahrt als im Höfsgang.

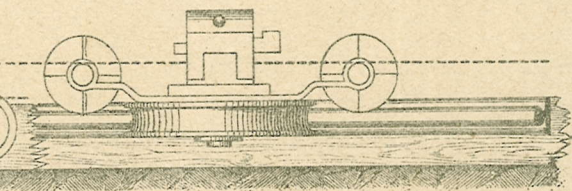
Stab 1: 5184.

300 400 500 met.

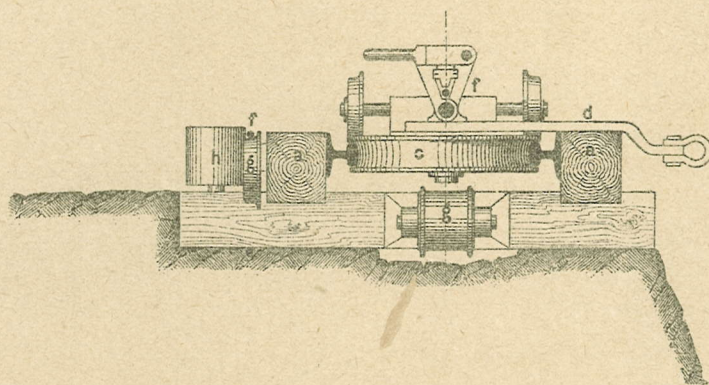
Von der k. k. Landes-Bau-Direction
Linz, den 9^{ten} September 1822.

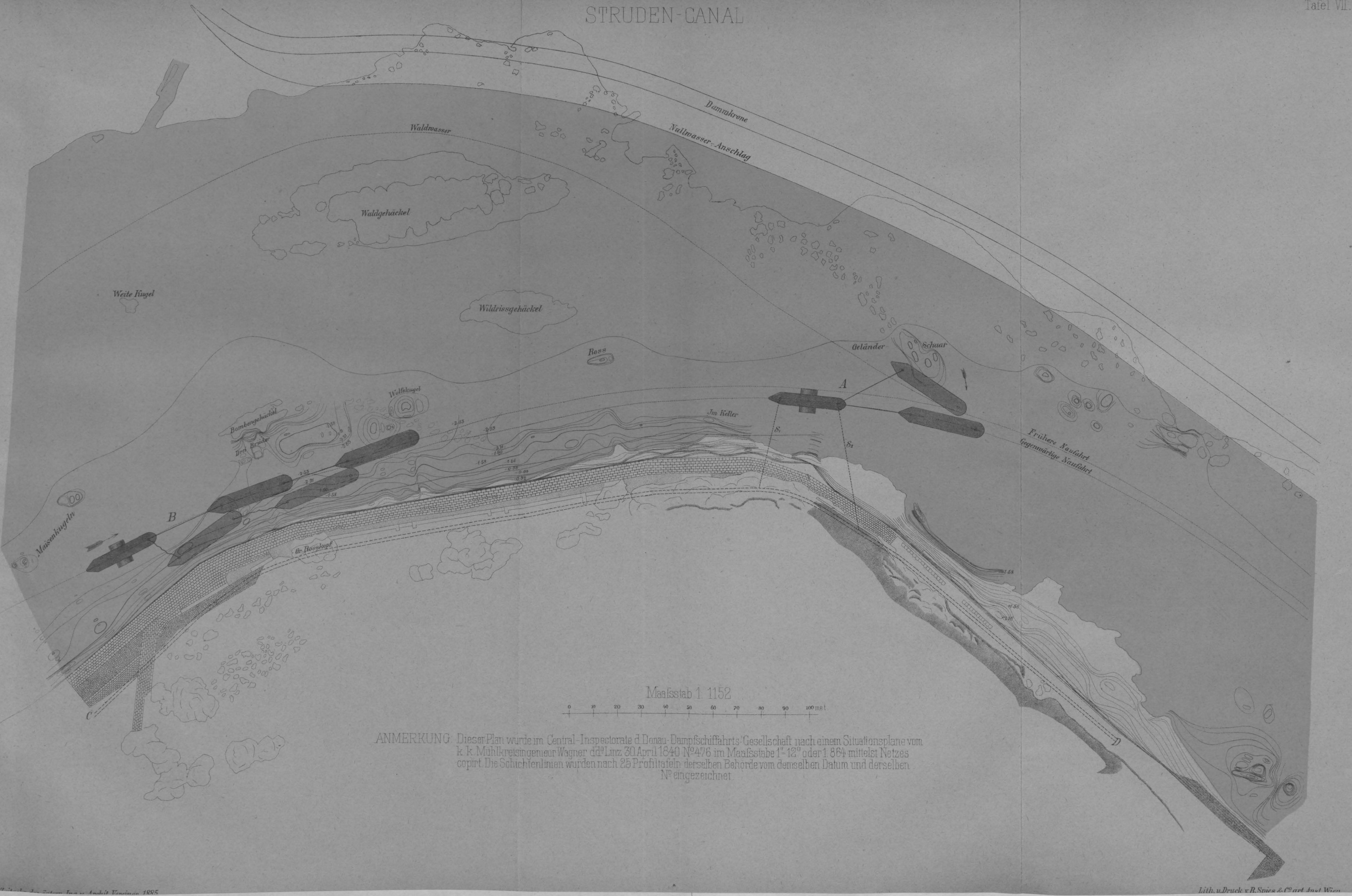
den Canales nach dem Projecte des Experten Max Eyth.

Seiten-Ansicht

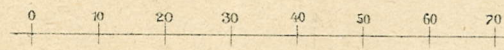


Querschnitt A B



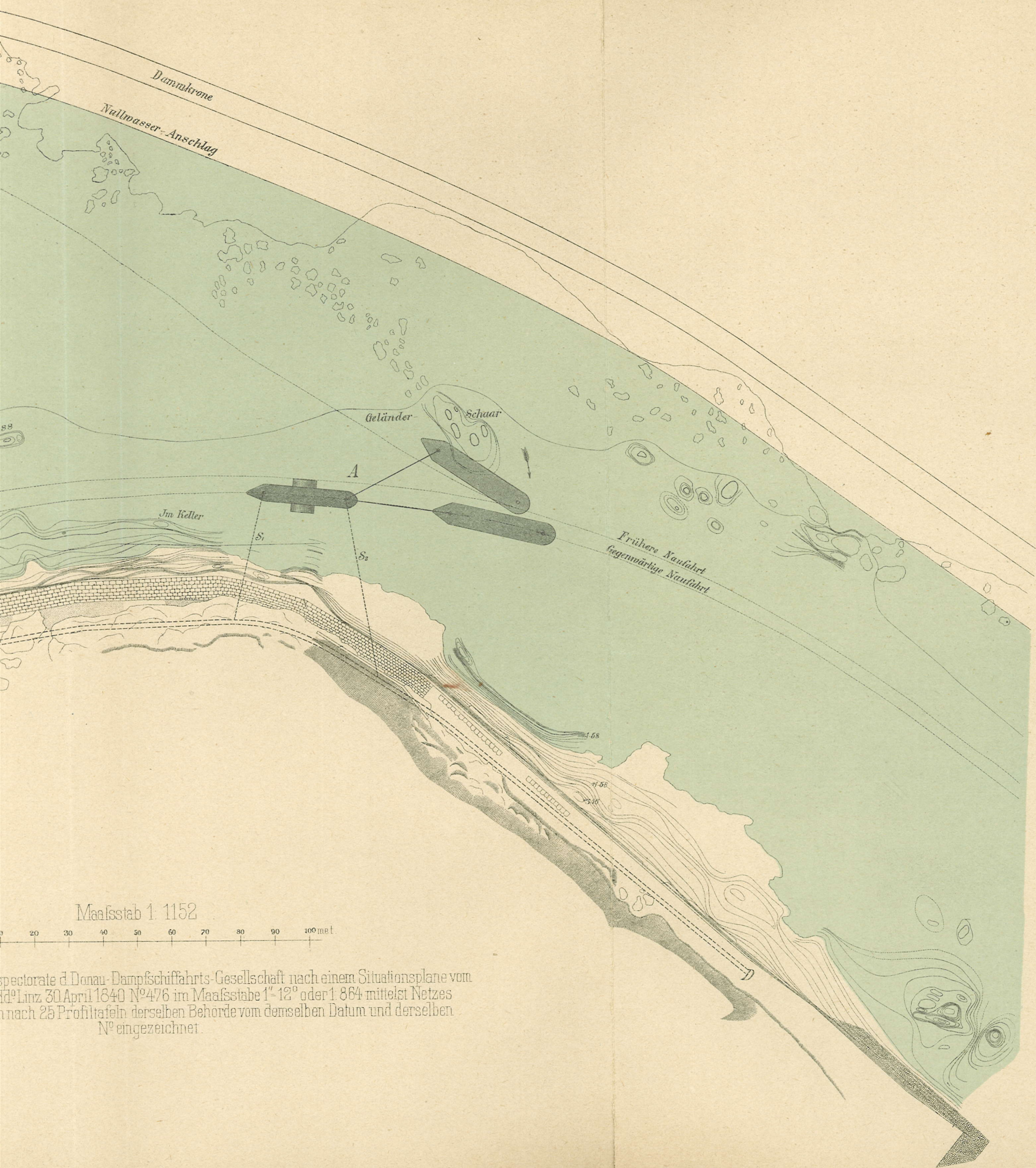


ANMERKUNG: Dieser Plan wurde im Central-Inspectorate d. Donau-Dampfschiffahrts-Gesellschaft nach einem Situationsplane vom k. k. Mülkreisingenieur Wagner dd. Linz 30 April 1840 N^o 476 im Maasstabe 1" = 12^o oder 1:864 mittelst Netzes copirt. Die Schichtenlinien wurden nach 25 Profiltafeln derselben Behörde vom demselben Datum und derselben N^o eingezeichnet.



ANMERKUNG: Dieser Plan wurde im Central-Inspectorate d. Donau-Dampfschiffahrts-
 k. k. Mühlkreisingenieur Wagner dd. Linz 30 April 1840 N^o 476 im Maas-
 copirt. Die Schichtenlinien wurden nach 25 Profiltafeln derselben Behö-
 N^o eingezeichnet.

TRUDEN-CANAL



Maaßstab 1: 1152

0 20 30 40 50 60 70 80 90 100 met.

Inspectorate d. Donau-Dampfschiffahrts-Gesellschaft nach einem Situationsplane vom
Nº Linz 30 April 1840 Nº 476 im Maaßstabe 1" = 12" oder 1: 864 mittelst Netzes
nach 25 Profiltafeln derselben Behörde vom demselben Datum und derselben
Nº eingezeichnet.

QUERPROFILE DER DONAU AM STRUDEN.

Profile durch den Hössgang
(nach der Aufnahme vom 6. Mai 1836)
Prof. IV

Prof. III

Prof. V

Prof. VI

Prof. VIII

Prof. X

Prof. XII

Prof. XIV

Prof. XVI

Prof. XVIII

Prof. XIX

Prof. XX

Die obere Horizontallinie bezeichnet den Wasserstand
bei 2 213^m Pegelhöhe, bei welchem die ersten Profile erhoben wurden.

ANMERKUNG:

Die den vollen Vertikallinien beigesetzten Zahlen zeigen an, wie tief bei der vorläufigen Untersuchung die eisernen Stangen unter die Oberfläche der Schotterbank oder des Bettes eingedrungen sind.

Profile durch den Strudencanal.

Prof. V

Prof. VI

Nullpunkt am Strudener Pegel

Bombenschapel

Maßstab für d. Uferprofile u. Wassertiefen

Maßstab f. d. Entfernungen der Wassertiefen

Prof. VI

Muffschlag

AUSWECHSLUNG DES STRANOVER VIADUCTES AUF DER BÖHM. NORDBAHN.

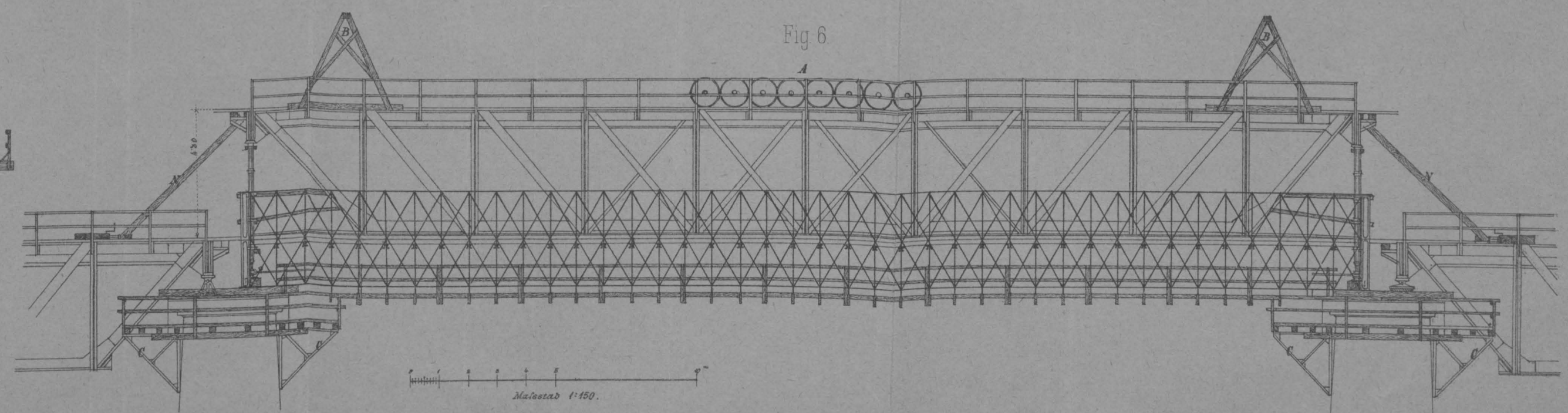
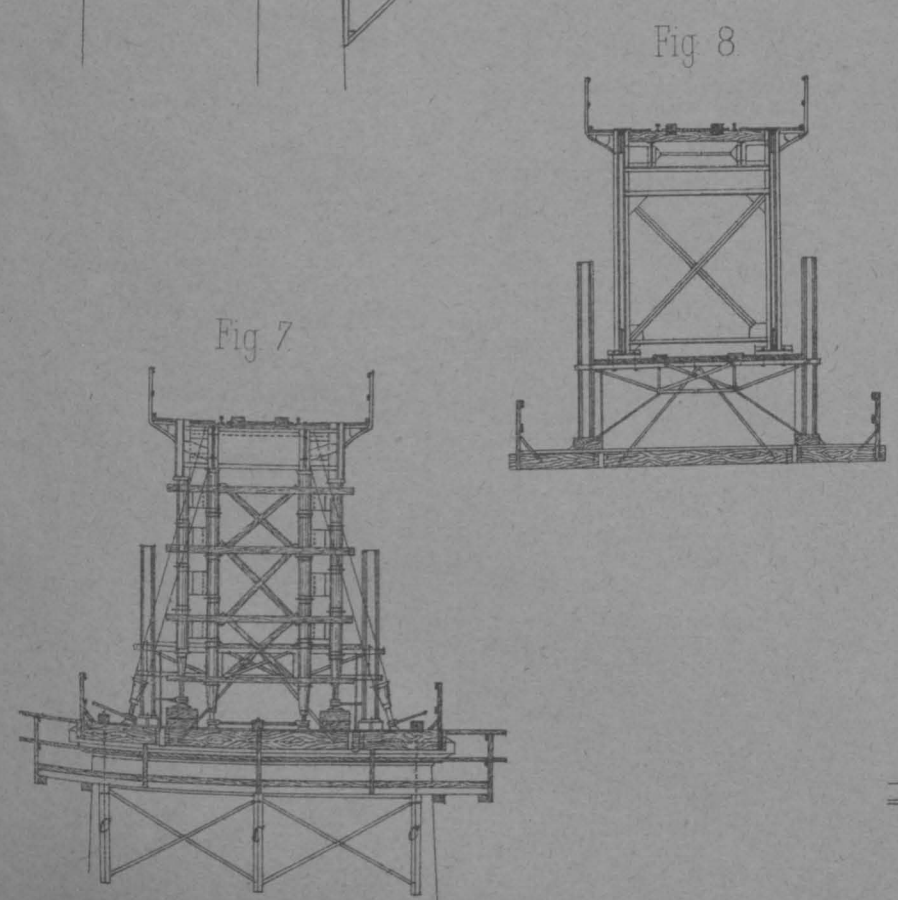
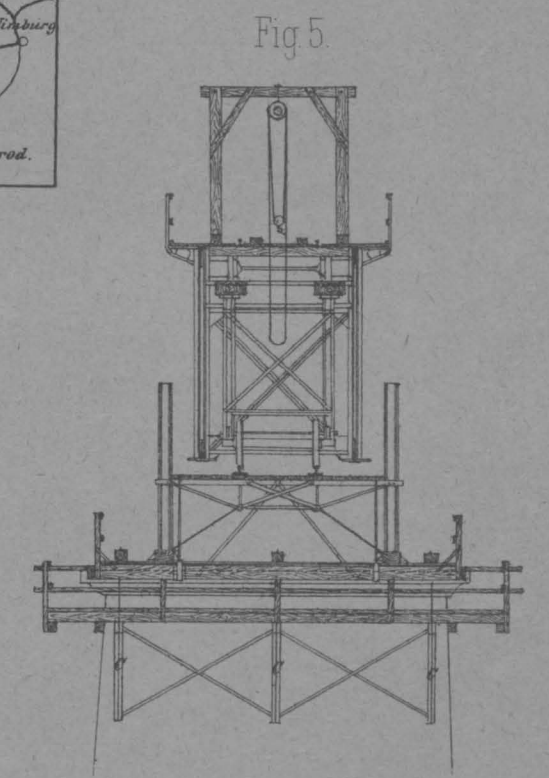
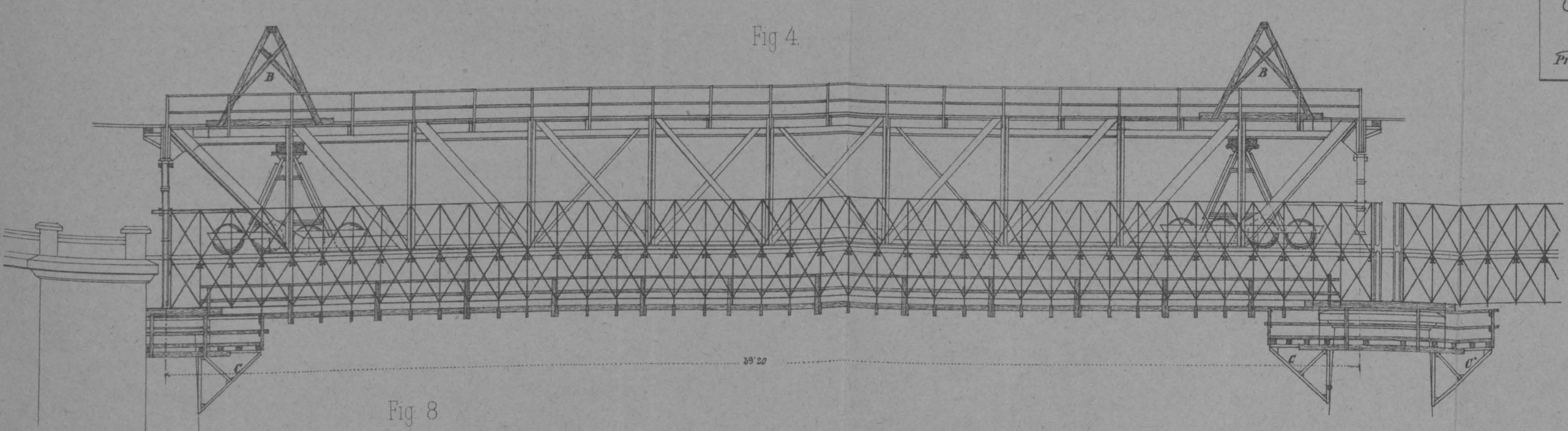
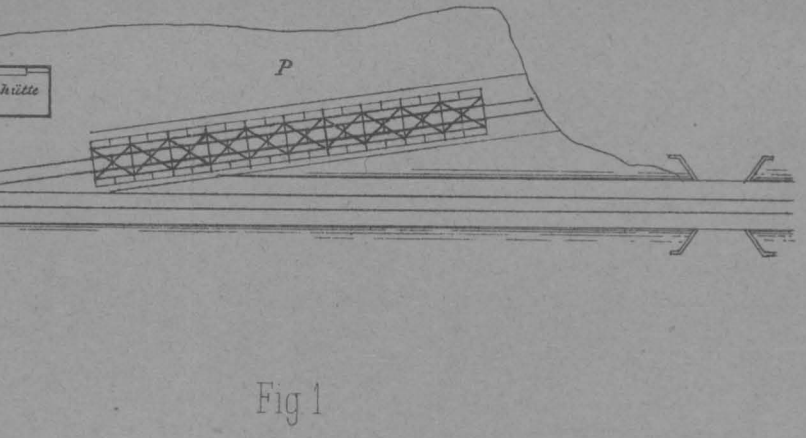
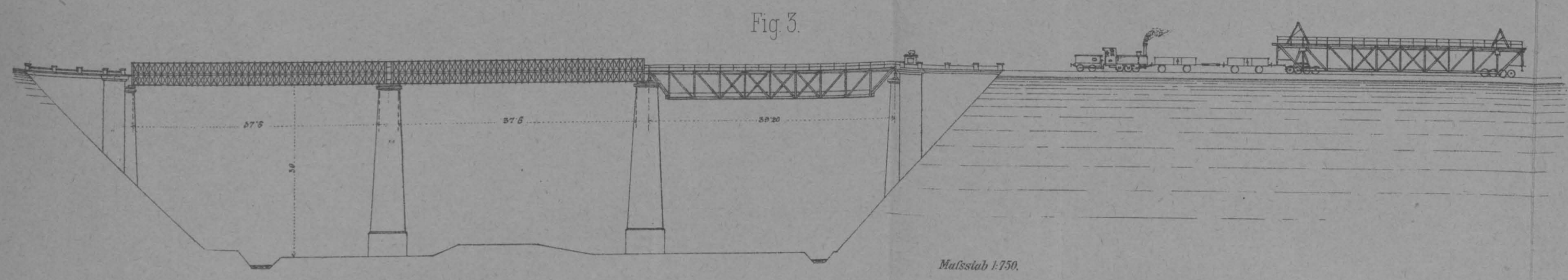
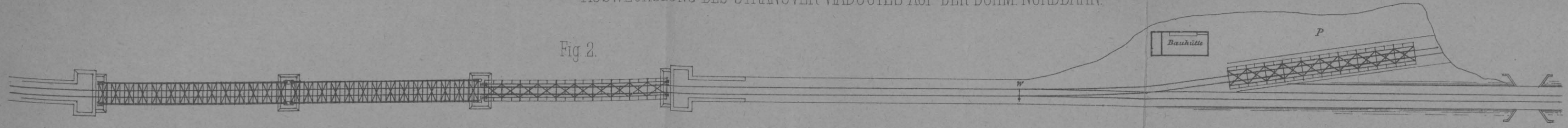


Fig. 9.

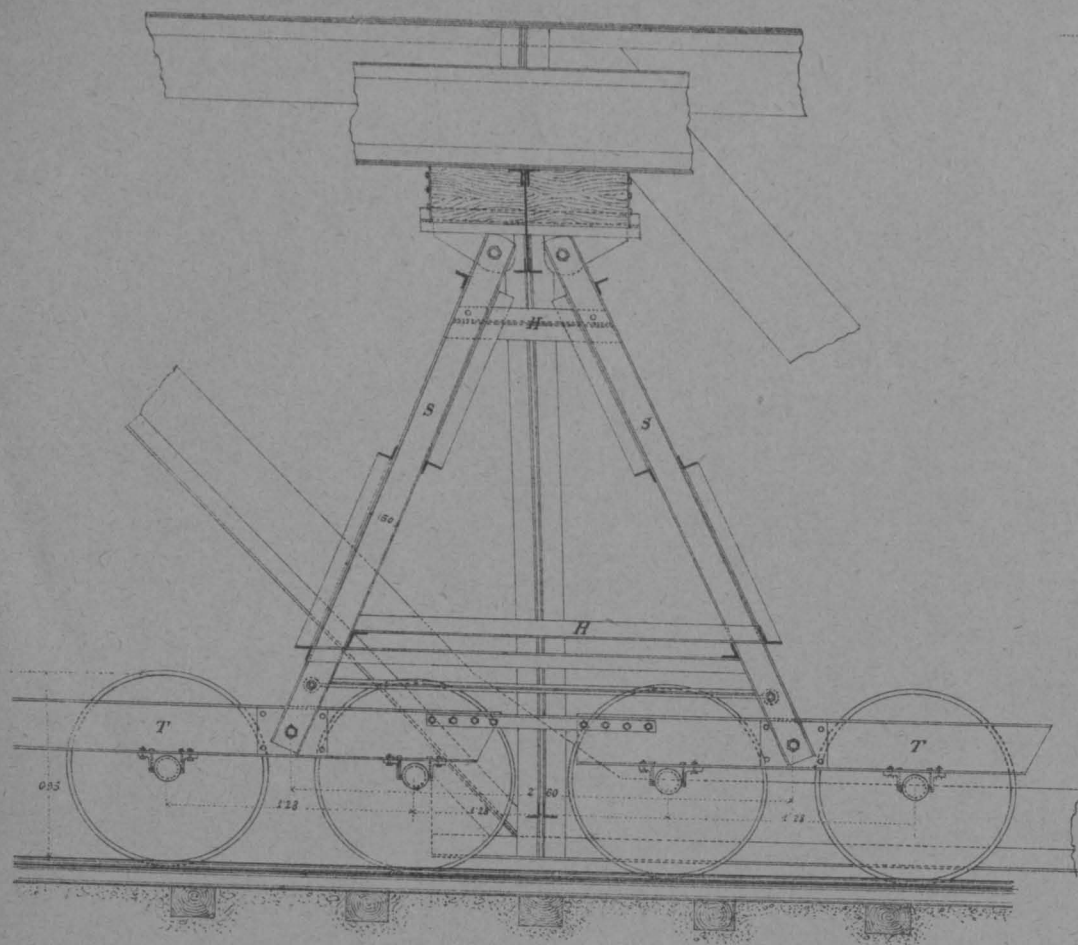


Fig 10.

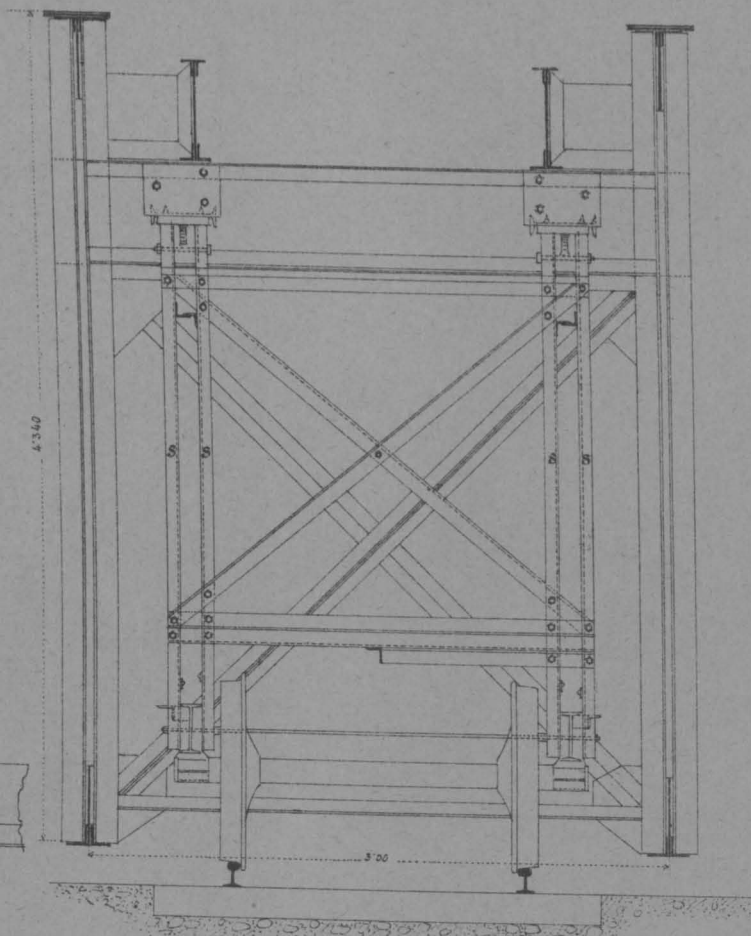
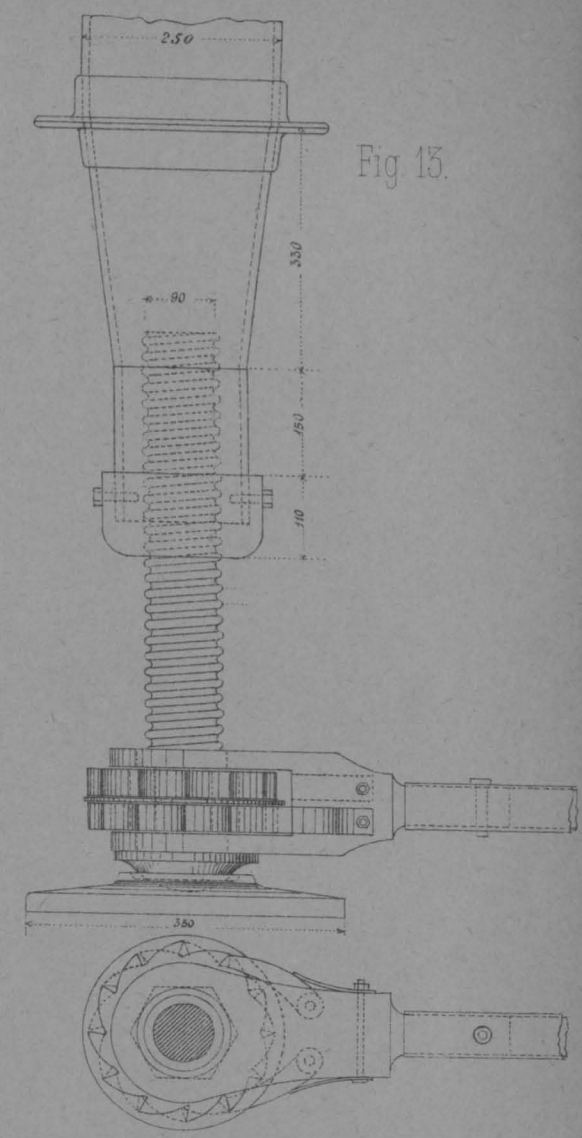
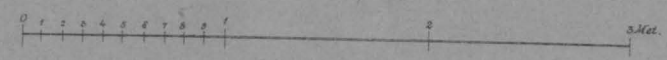


Fig 13.



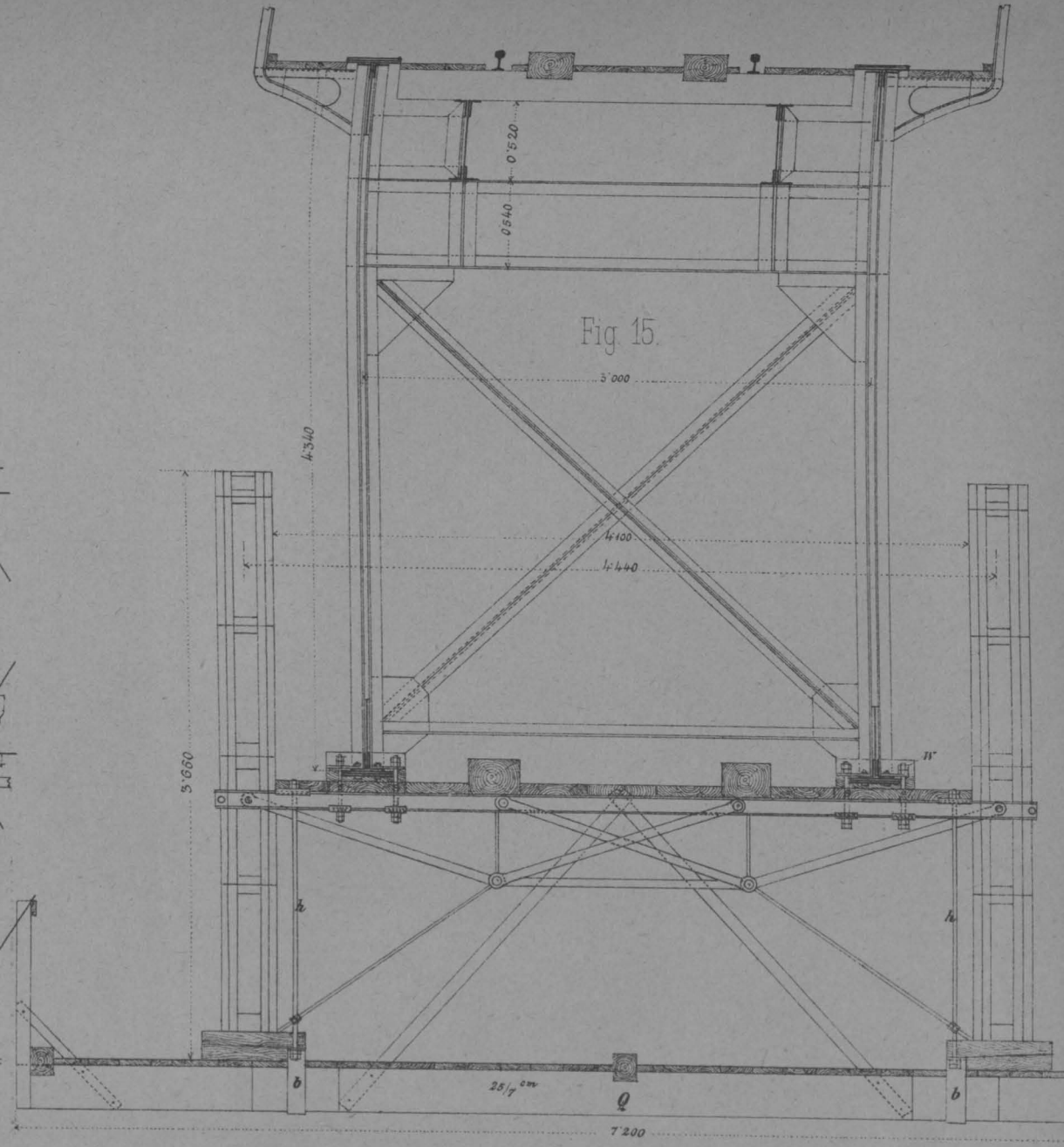
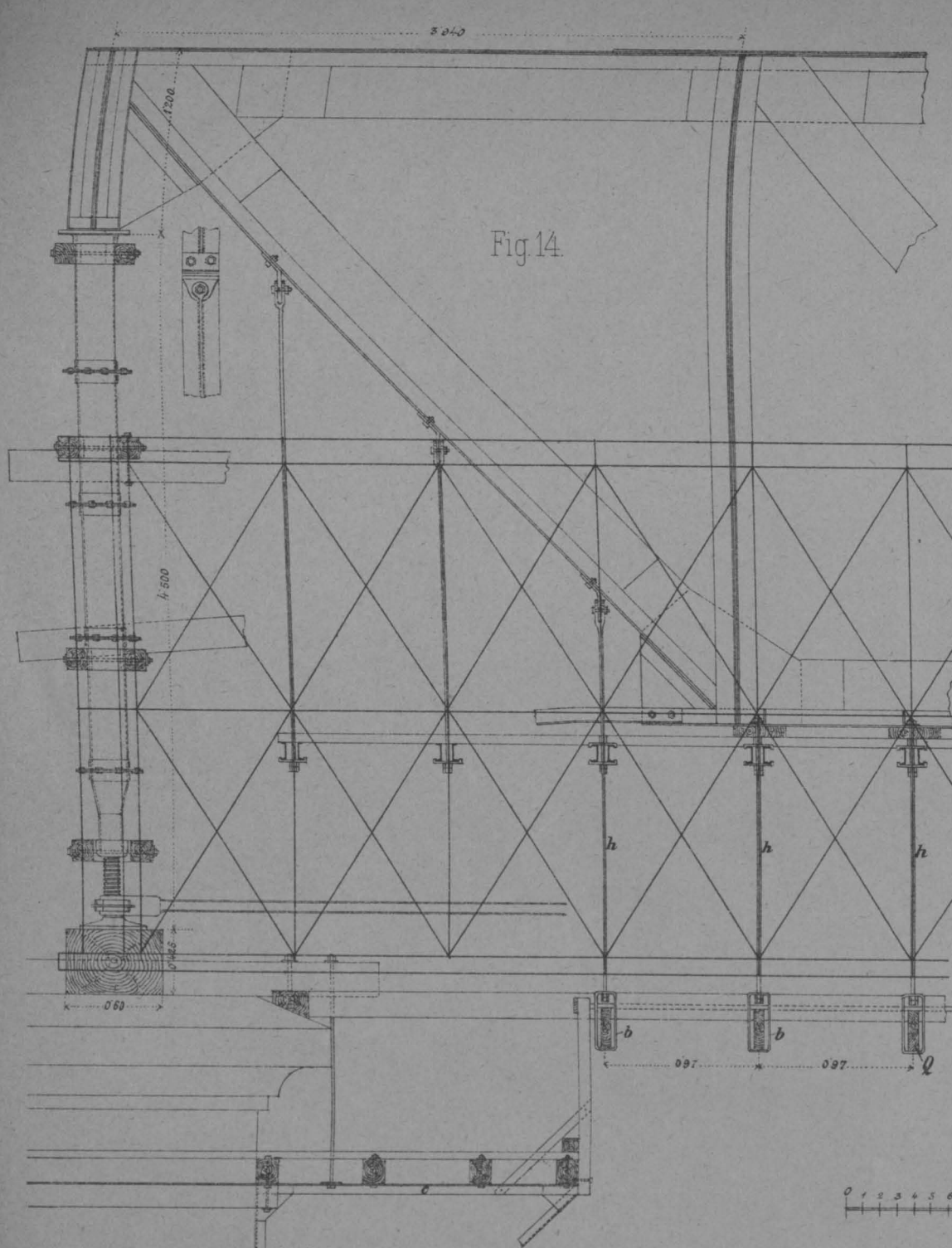
1:10



Maßstab 1:40.

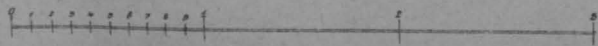
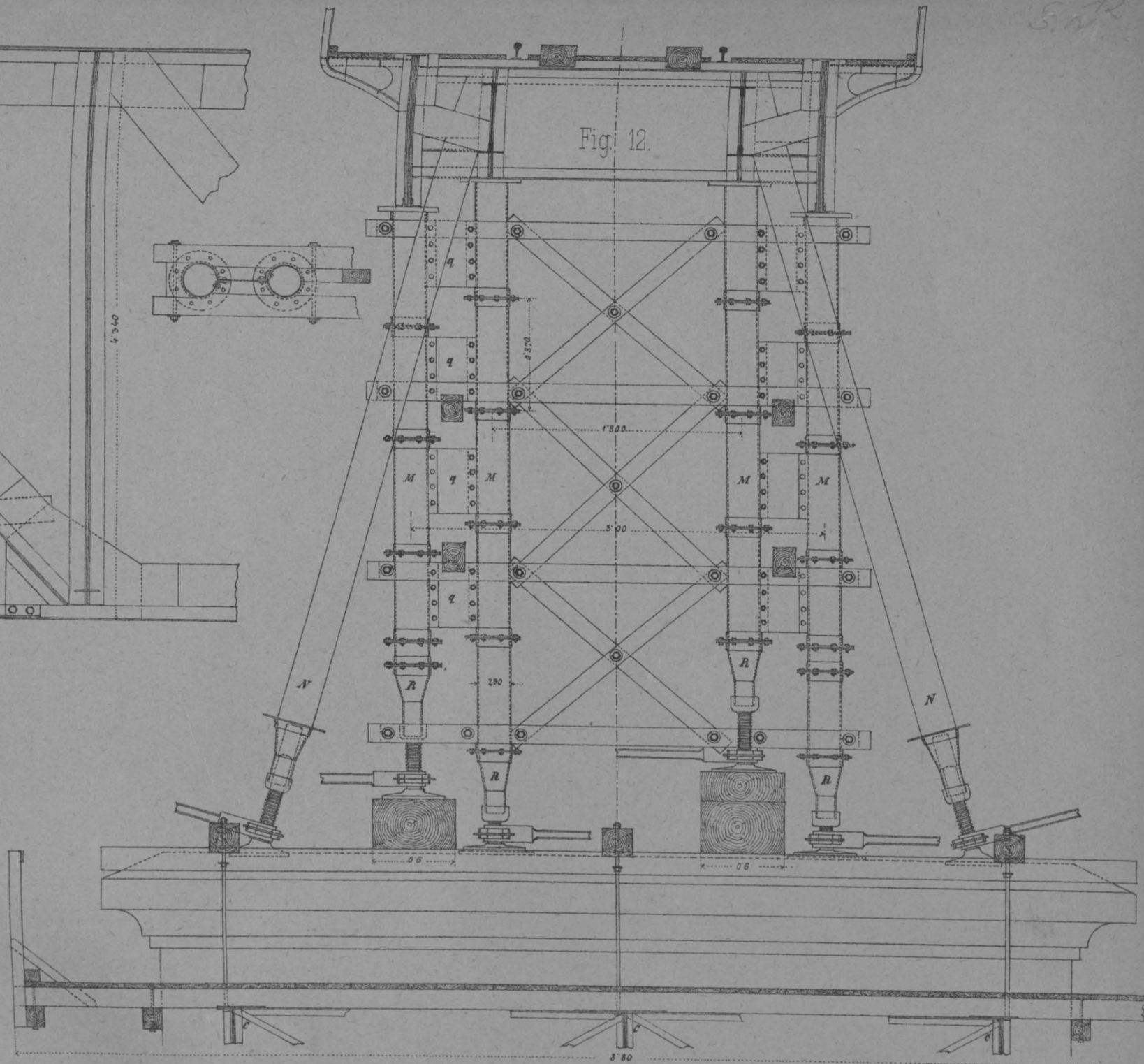
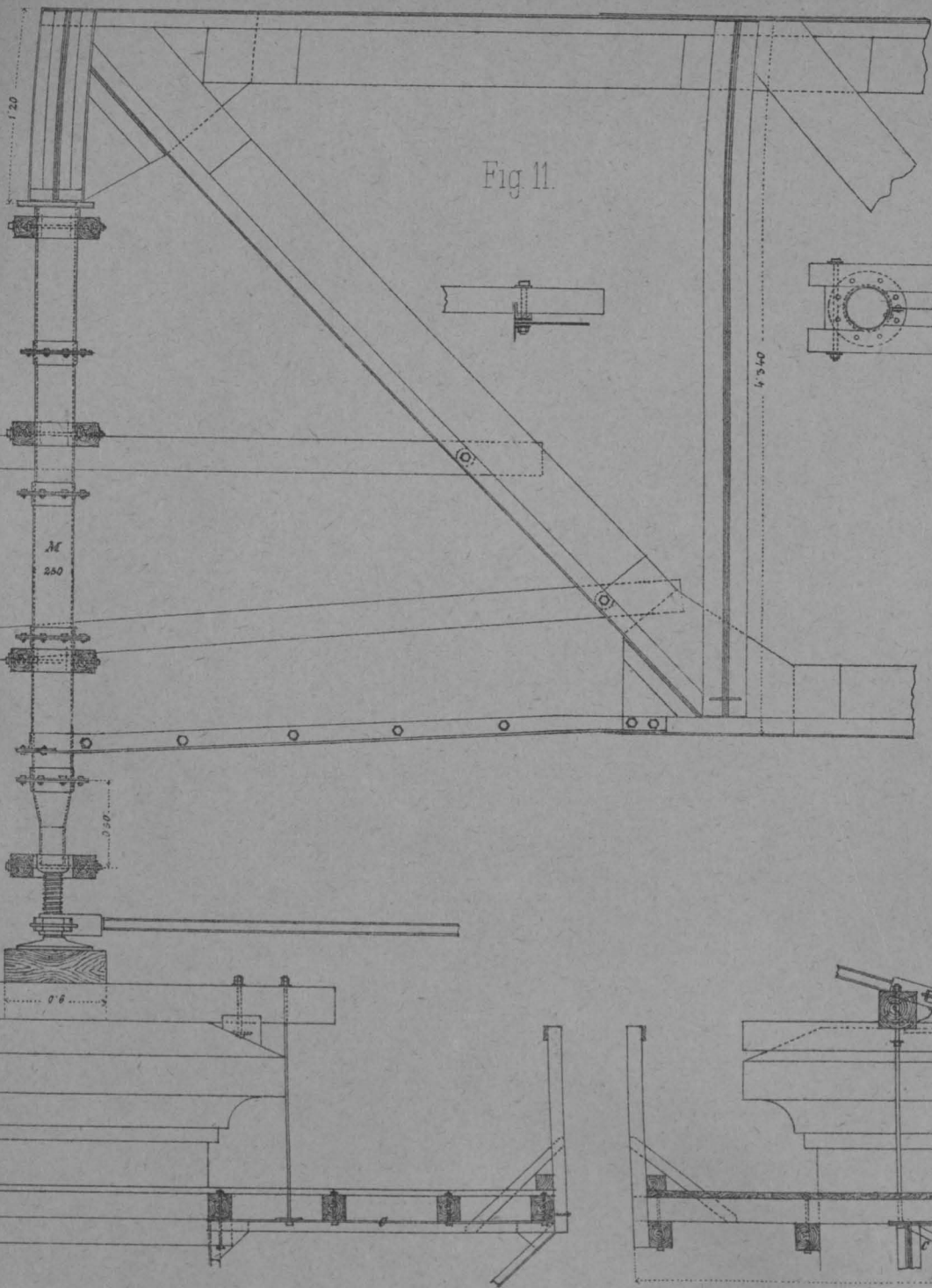
Fig. 14.

Fig. 15.



Maßstab 1:40.

S. 12



Malbecq 1:40.