

## Amtliche Bekanntmachungen.

### Personal-Veränderungen bei den Baubeamten.

Des Königs Majestät haben:

die Geheimen Regierungsräthe, Mitglieder der technischen Bau-Deputation und der technischen Deputation für Gewerbe, Wedding und Brix hieselbst, zu Geheimen Ober-Regierungsräthen und  
den Bauinspector Heidman in Arnberg zum Regierungs- und Baurath ernannt;

ferner:

dem Brand-Director Scabell hieselbst den Charakter als Geheimer-Regierungsrath verliehen,  
und den Charakter als Baurath verliehen:

dem Bauinspector Kasel zu Ostrowo,

dem Bauinspector Laacke zu Lilsa,

dem Bauinspector Dyckhoff zu Münster

und bei seinem Ausscheiden aus dem Staatsdienste dem Bauinspector Ferne zu Insterburg.

Dem p. Heidman ist die Regierungs- und Bauraths-Stelle bei dem Königl. Polizei-Präsidium zu Berlin verliehen.

Befördert sind:

der Eisenbahn-Baumeister Franz in Berlin zum Eisenbahn-Bauinspector,

der Kreis-Baumeister Pietsch in Rheine zum Bauinspector in Minden,

der Eisenbahn-Baumeister Brandhoff in Elberfeld zum Eisenbahn-Bauinspector,

der Kreis-Baumeister Rickert in Worbis zum Bauinspector in Mühlhausen,

der Kreis-Baumeister Haege in Olpe zum Bauinspector in Arnberg.

Der Eisenbahn-Bauinspector Schneider in Elberfeld ist zum technischen Mitgliede der dortigen Eisenbahn-Direction ernannt.

Definitiv angestellt sind:

der Baumeister Petersen als Kreis-Baumeister in Cammin in Pommern,

der Baumeister Eitner als Kreis-Baumeister in Tilsit,

der Baumeister Neufang als Königl. Baumeister für einen Theil des Ober-Bergamts-Districts Bonn, zu Saarbrücken.

der Baumeister Vogt als Land-Baumeister (Hülfсарbeiter) bei der Königl. Regierung zu Potsdam,

der Baumeister Vogel als Eisenbahn-Baumeister bei der Ostbahn,

der Baumeister Werner als Eisenbahn-Baumeister bei der Bergisch-Märkischen Eisenbahn,

der Baumeister Baltzer als Kreis-Baumeister in Rheine,

der Baumeister Mechelen als Eisenbahn-Baumeister bei der Bergisch-Märkischen Eisenbahn,

der Baumeister Küll desgleichen bei derselben Eisenbahn,

der Baumeister Bormann als Eisenbahn-Baumeister bei der Wilhelmsbahn zu Ratibor.

Versetzt sind:

der Kreis-Baumeister Kleifs von Cammin in Pommern nach Thorn,

der Kreis-Baumeister Runge von Rosenberg nach Leobschütz,

der Land-Baumeister Hartmann in Trier als Kreis-Baumeister nach Worbis und

der Kreis-Baumeister Staudinger von Berleburg nach Olpe. Der Land-Baumeister Martiny zu Berlin ist in das Resort der Königl. Marine-Verwaltung übergetreten.

Dem Wasser-Bauinspector Wiebe, bisher in Königsberg, ist eine commissarische Beschäftigung bei dem Ministerium für Handel etc. in Berlin und

dem Wasser-Baumeister Kuckuck zu Petriken die commissarische Verwaltung der Meliorations-Bauinspector-Stelle für die Provinz Preußen übertragen.

Dem Baurath Umpfenbach in Berlin ist die nachgesuchte Entlassung aus dem Staatsdienste ertheilt.

Gestorben sind:

der Regierungs- und Baurath Arnold in Oppeln,

der Bauinspector Monecke in Mühlhausen und

der Kreis-Baumeister Czolbe in Pillkallen.

## Bauwissenschaftliche Mittheilungen.

### Original-Beiträge.

#### Die Börse in Berlin.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 19 bis 30 im Jahrgang 1865 und auf Blatt 9 und 9<sup>a</sup> im Atlas des laufenden Jahrgangs.)

Da die bisherige, aus dem Beginn dieses Jahrhunderts stammende Börse in Berlin den von Jahr zu Jahr sich steigenden Anforderungen in keiner Weise mehr genügte, entschloß sich die Kaufmannschaft, den Bau einer neuen ins

Auge zu fassen, welche nicht nur in ihrem räumlichen Umfange, sondern auch in ihrer inneren Anordnung den Verhältnissen der Jetztzeit Rechnung zu tragen geeignet sein sollte. Sie wählte dazu einen an dem Ufer der Spree ziemlich im

Mittelpunkte der Stadt gelegenen Bauplatz an der Ecke der Neuen Friedrichs- und Burgstraße, welcher zuvor den Abbruch eines bedeutenden Häusercomplexes bedingte.

Durch die Ausschreibung einer Concurrenz kam das vorliegende Project des Unterzeichneten zur Ausführung.

Die Arbeiten wurden am 1. April 1859 begonnen und zwar zuvörderst mit dem Abbruch der alten Baulichkeiten, welche von dem 51805 Quadratfuß umfassenden Bauplatz nicht weniger als 32430 Quadratfuß bedeckten. Es würde der Materialgewinn dabei die Abbruchkosten mehr als gedeckt haben, wäre nicht das schwierige Ausbrechen der alten Fundamente und die bedeutende Schuttabfuhr mit unverhältnismäßigen Ausgaben verknüpft gewesen. Dadurch jedoch paralysirten sich so ziemlich die beiderseitigen Kosten.

Für den Ausbruch der alten Fundamente gewährte es eine große Erleichterung, daß das hiesige Polizei-Präsidium ausnahmsweise ein Sprengen mit Pulver gestattete, woraus überdies noch der Vortheil erwuchs, das Material in besserem Zustande zu erhalten, als es bei Anwendung von Brech-Instrumenten möglich gewesen wäre.

Von Interesse war es bei diesen Arbeiten, die verschiedenen Fundirungs-Methoden zu verfolgen, welche in früheren Zeiten zur Gewinnung des festen Baugrundes ausgeführt wurden.

Das älteste Fundament rührte von einem Festungsthurme her, welcher nachweislich im 16. Jahrhundert noch vorhanden war. Es fanden sich hier Pfähle von Elsenholz, 5 bis 6 Fuß lang, 6 bis 7 Zoll dick, dicht aneinander gerammt. Auf darüber liegenden eichenen Schwellen bildeten regellos aufgepackte große Feldsteinblöcke, welche mit einer Mörtelschicht, in der kleinere Steinstücke gemengt, abgeglichen war, ein breites Bankett für den weiteren Aufbau der Mauern. Spätere Fundamente zeigten in einer Tiefe von 5 Fuß unter dem mittleren Spree-Wasserstande einen liegenden Rost aus großen eng aneinander und übereinander liegenden Stämmen gebildet, welche sich noch sehr wohl conservirt hatten. — Bei einem andern Gebäude waren die Hauptmauern des Vorderhauses auf einem sorgfältig gearbeiteten stehenden Rost, dessen Pfähle 25 Fuß Länge hatten, errichtet, während der Mittelbau auf einem über einer Faschinenlage gestreckten liegenden Rost ruhte.

Bei einer solchen Beschaffenheit des Grundes erschien die größte Vorsicht bei Ausführung der neuen Fundamentirung geboten. Da die Herauscaffung der mächtigen Steinblöcke, namentlich aber die Beseitigung der Langpfähle des stehenden Rostes bedeutende Kosten verursachte, wurde vielfach erwogen, ob nicht eine Benutzung alter Fundamente, welche in der Richtung der neuen Mauern lagen, statthaft sein dürfte. Es wurde jedoch gänzlich davon abstrahirt, um so mehr, als der Pfeilerbau der großen Saalwände ein ungleichmäßiges Setzen des Mauerwerks im höchsten Grade gefährlich erscheinen liefs.

In Betracht des Umfangs der ganzen Gebäudeanlage, und da vorzüglich die Bewältigung des Grundwassers bei den Fundirungsarbeiten durch Handarbeit kaum thunlich gewesen wäre, wurde von vorn herein die Anwendung von Dampfkraft beschlossen und in der Maschinenbau-Anstalt von A. Borsig eine oscillirende Dampfmaschine von 8 bis 10 Pferdekraften mit stationärem Kessel bestellt, welche bestimmt war, die Pumpenanlagen und 2 Mörtelmaschinen zu betreiben.

Die Wahl der Mörtelmaschinen war eine schwierige, da der Mangel an Raum und die große Leistungsfähigkeit, die von einer solchen Maschine gefordert werden muß, die Anwendung der bisher üblichen Constructionen nicht gestattete.

Jede derselben hat auch so große Mängel, daß der Versuch mit einem neuen Apparat gerechtfertigt erschien. Es wurde ein einfacher Schlickeysen'scher Thonschneider einige Wochen zur Mörtelbereitung versuchsweise angewendet, nach den dabei gemachten Erfahrungen umgeändert und somit die Anlage gewonnen, welche bei unausgesetzter Arbeit während der Bauzeit ein durchaus günstiges Resultat geliefert hat. Zwei Mörtelmaschinen, getrennt so aufgestellt, daß sie je nach dem Bedarf einzeln oder zusammen betrieben werden konnten, mischten den Mörtel, gleichviel ob Kalk- oder Cementmörtel, sehr gleichmäßig, so daß demselben ein so großer Sandzusatz gegeben werden konnte, wie er, wenngleich theoretisch stets gewünscht, praktisch bisher doch unerreichbar geblieben ist. — In dem ersten Baujahr beispielsweise wurden im Ganzen 18085 Cubikfuß Kalk und Cement mit 61920 Cubikfuß Sand gemischt, was ein Verhältniß von nahezu 1 zu  $3\frac{1}{2}$  ergibt, während bei dem mit der Hand bereiteten Mörtel das Verhältniß von 1 zu  $2\frac{1}{2}$  mit Sicherheit kaum zu erreichen ist. Die auf die angegebene Quantität Mörtel gemachte Ersparnis beträgt daher circa 7000 Cubikfuß Kalk, d. i. etwa 700 Thlr., so daß, ganz abgesehen von Ersparnis an Arbeitskräften, die auf monatlich 50 bis 70 Thlr. anzunehmen ist, die sämtlichen Unterhaltungskosten der Maschinenanlage, die pro Monat 120 bis 150 Thlr. betragen haben, gedeckt worden sind, während die weit größere Güte des Mörtels als ein Vortheil erscheint, der, wenngleich seinem Geldwerth nach nicht berechenbar, doch von nicht geringer Wichtigkeit für die Bauausführung anerkannt werden muß.

Die Speisung des Dampfkessels, überhaupt die ganze Wasserversorgung des Baues erfolgte durch die Gesellschaft der Berliner Wasserwerke. Das Wasser wurde in ein Schöpfbassin und vermittelst bleierner Röhren nach verschiedenen Punkten des Bauplatzes, sowie auf die Gerüste geführt, auch sind Schläuche angewendet worden, um bei größerer Sommerhitze, während die Abbrucharbeiten noch ihren Fortgang hatten, den für die Arbeiter nahezu unerträglichen Kalkstaub durch Sprengen zu dämpfen.

Nachdem nun durch Bohrversuche ermittelt war, daß sich, wenn auch vielfach wechselnd, doch meistens in einer Maximaltiefe von 22 Fuß unter der Oberfläche des Terrains eine kiesartige Sandschicht von vollkommen ausreichender Mächtigkeit, um darauf zu gründen, lagerte, wurde zur Ausführung der Fundamentirung geschritten. Von der ursprünglichen Idee, dieselbe lediglich durch Versenkung hölzerner oder eiserner Kasten zu bewirken, womit bereits der Anfang gemacht war, ging man nach erfolgter Aufstellung der Dampfmaschine ab. Es zeigte sich nämlich, daß die Wasserbewältigungskraft derselben so bedeutend war, daß bis auf wenige Stellen eine durchgängige unmittelbare Gründung auf dem festen Sandboden ausgeführt werden konnte. Die einzelnen durch niedergesenkte Kasten gebildeten Compartimente der Baugrube wurden mittelst eingesetzter gekuppelter Pumpen, welche durch starke Drahtseile mit der Dampfmaschine in Verbindung standen, soweit von Wasser entleert, daß die Legung des Bankett-Mauerwerks möglich wurde.

Die Drahtseile der Pumpen, von denen 800 Fuß aus England und 600 Fuß von Guillaume und Felten in Cöln bezogen wurden, bewährten sich vorzüglich und gestatteten, in den größten Entfernungen von der Maschine und in jeder Richtung die Pumpen zu betreiben. Der Preis stellte sich auf 3 Sgr. pro lfd. Fuß, ist mithin weit geringer, als der von jeder Art hölzerner oder eiserner Gestänge.

Es wurden beim stärksten Betrieb der Fundamentirungsarbeiten, durchschnittlich per Tag 16 Stunden lang, per Mi-

nute 40 Cubikfuß Wasser in medio 10 Fuß hoch vermittelt 5 Pumpen gehoben, eine Leistung, welche der Arbeit von 30 Menschen bei abwechselnden Schichten von 8 Stunden gleichkommt. Auf diese Weise war es möglich, bei der Fundamentirung ziemlich bedeutende Ersparnisse zu machen und, abgesehen davon, daß sämtliche Pumpen und ihre Betriebsmittel im künftigen Jahre wieder zur Verwendung kommen konnten, bereits im ersten Baujahre die Beschaffungskosten der Maschinenanlage nahezu vollständig zu decken.

Das Fundamentmauerwerk selbst, mit dessen Herstellung am 27. Juli begonnen wurde, ist aus Kalksteinen, in den untersten Lagen in Cementmörtel mit Anwendung von Beton aus Ziegelstücken, von ganz großen Blöcken ausgeführt worden, welche, um einen durchaus regelmäßigen Verband herzustellen, als Quadern leicht behauen wurden.

Auf solcher sehr breiten Basis stehen die Kellermauern, welche, an den Frontwänden mit Isolirungen und Luftcanälen versehen, aus Rathenower Mauersteinen erster Klasse theils durchweg, theils, wo im Innern alte Steine zur Verwendung gekommen, mit diesem Material verblendet gemauert sind. Die Umfassungswände der Säle, die nur aus Pfeilern und weitgespannten scheinrechten Bögen bestehen, erforderten eine vorzüglich solide Construction, daher hier nur sehr gute Steine und theils reiner Cementmörtel, theils eine Mischung von Kalk- und Cementmörtel angewendet worden ist. Weiße Mauersteine in den Kellermauern wurden nur bei dem Flügel in der Heiligengeistgasse vermauert, wo viele Scheidewände und einfachere Constructionen ein festeres Material nicht erforderlich machten.

Da es wünschenswerth war, diesen Gebäudetheil nach dem Abbruch sämtlicher alten Baulichkeiten sobald als möglich unter Dach zu bringen, um das Baubüreau dahin verlegen zu können, wurde im Monat November fast die ganze Thätigkeit auf diesen einen Punkt concentrirt und während 32 Tage allabendlich 3 Stunden lang bei Gaslicht gearbeitet. Die zu diesem Zweck verwendete Leitung, durch Gummischläuche mit dem Gasometer verbunden, wurde mit der Rüstung empor gehoben, so daß die Flammen dicht über dem Ort der Arbeit leuchteten. Dreißig Straßensbrenner erforderten pro Abend circa 600 Cubikfuß Gas, also einen Kostenaufwand von etwa 1 Thlr. 5 Sgr., eine Ausgabe so geringfügig, daß sie gegenüber dem Vortheil der Arbeit wenig in Anschlag zu bringen ist.

Wenn ungeachtet solcher Anstrengungen das Resultat der Arbeiten des ersten Baujahres, in welchem etwa nur  $\frac{2}{3}$  sämtlicher Fundamente und  $\frac{1}{3}$  des Keller- und Erdgeschossmauerwerks aufgeführt werden konnten, verhältnißmäßig gering erscheint, so lag dies vorzugsweise an der überaus schwierigen Beseitigung der alten Fundamente und Pfahlroste. Während, wie schon erwähnt, die Zerkleinerung der ersteren nur mittelst Pulversprengung zu bewirken war, bedurfte es zum Herausziehen der langen Rostpfähle der stärksten Schraubepressen, welche aus der Borsig'schen Fabrik entliehen wurden. Der Umstand, daß die Pfähle erst in großer Tiefe, meistens 6 bis 8 Fuß unter dem Wasserstand gefaßt werden konnten, nöthigte zu tiefen Ausschachtungen und einer Wasserbewältigung, die ohne Anwendung der Dampfmaschine nicht möglich gewesen wäre.

Inzwischen war der ganze Entwurf des Neubaus in allen seinen einzelnen Theilen durchgearbeitet und festgestellt worden; die wichtigsten Fragen über die Constructionen und die anzuwendenden Materialien waren erledigt und es konnte in Betreff der letzteren zur Abschließung der Contracte geschritten werden. Es geschah dies unter andern mit dem Commerzien-

rath Kulnitz in Lasan bei Striegau über Lieferung bearbeiteter Granite, mit dem Steinmetzmeister Bungenstab in Breslau über Lieferung polirter Granitsäulen, mit dem Fabrikanten Schleicher in Berlin über Herstellung der Basen zu diesen Säulen, und endlich mit den Steinmetzmeistern Merkel in Halle und Thieme in Berlin über Ausführung der Sandsteinarbeiten am Façadenbau. Zu letzterem wurde der gelbröthliche Stein gewählt, der bei Nebra in Thüringen bricht, ein vorzüglich schönes Material und sowohl in Hinsicht auf äußeres Ansehen und Dauerhaftigkeit, als auch in Bezug auf Billigkeit des Preises anderen Sandsteinsorten vorzuziehen.

Für die Ausführung des Mauerwerks entschloß man sich nach vielfachen Erwägungen, dieselbe nicht in Accord, sondern in Tagelohn geschehen zu lassen. Nur dadurch war es möglich, eine Garantie für die Sorgfalt und Gewissenhaftigkeit in der Arbeit zu gewinnen, wie sie sowohl bei der Anfertigung des Grundmauerwerks als auch bei den weiteren schwierigen Constructionen des Gebäudes dringend erfordert wurde.

Der günstige Erfolg dieses Entschlusses zeigte sich sehr bald in der Schönheit und Festigkeit des rohen Mauerwerks sowie in dem geringen Setzen desselben, welches letztere namentlich für die Verbindung mit der Quaderverblendung an den Façaden von größter Wichtigkeit war.

Am 16. Mai 1860 fand in Gegenwart S. Maj. des Königs die Feier der Grundsteinlegung statt, zu deren würdiger Ausführung entsprechende Mittel aufgewendet waren.

Zu den wichtigsten Vorbereitungen für die fernere Bauausführung ist die in der ersten Hälfte dieses Jahres erfolgte Aufstellung fester Rüstungen mit Transport- und Hebe Maschinen zu rechnen, welche der Sandstein-Quaderbau, die Verwendung der monolithen Granitsäulen und die Aufbringung der Deckenträger des großen Saales forderten.

Bei sächsischen, französischen oder englischen Bauten, die mit Quadern und großen Steinblöcken ausgeführt werden, hilft man sich in vielen Fällen mit etwas leichteren Rüstungen oder bloßen Versetz-Maschinen, vermittelt deren das Material gewöhnlich unbearbeitet gehoben und versetzt, nachher aber an Ort und Stelle erst fertig bearbeitet wird. Diese Methode der Ausführung erschien hier nicht günstig, vielmehr war es vorzuziehen, die Sandsteinblöcke in Halle bearbeiten zu lassen, da das Arbeitslohn daselbst um vieles billiger ist als in Berlin, und der Transport des Rohmaterials die Kosten sehr bedeutend erhöht haben würde.

Die Arbeiten kamen aber nicht nur aus Halle, sondern auch aus Schlesien fertig, mit Ornamenten versehen, geschliffen oder polirt hier an, die Blöcke hatten Gewichte bis 200 Centner pro Stück und mußten mit unbedingter Sicherheit vor Beschädigungen und größter Vorsicht leicht gehoben, bewegt, abgelagert und versetzt werden können.

Für den Transport mußte die kurze Zeit der, bald durch Wassermangel, bald durch Frost gestörten Saale- und Elbeschiffahrt wahrgenommen werden, um möglichst viel Material auf Vorrath heranzubringen, so daß gleichzeitig 15000 Ctr. Sandsteine und 40 bis 50 Granitsäulen hier zu placiren waren. Der Bauplatz selbst bot dazu keinen Raum, die Benutzung anderweiter Lagerplätze war wegen der großen Kosten des doppelten Umladens bearbeiteter schwerer Stücke unthunlich, und es blieb kaum ein anderer Rath, als sie sofort auf die Rüstungen zu bringen, von denen sie dann versetzt werden sollten. Unter diesen Umständen war die Aufstellung sehr stabiler Rüstungen und die Anschaffung zuverlässiger Maschinen geboten und dieselben machten sich auch bei dem erwähnten, hier stattfindenden eigenthümlichen Verhältnisse trotz des bedeutenden Kostenaufwandes, den sie erforderten, durch

die angedeuteten vielfachen Ersparungen bezahlt. Die größten Blöcke wurden leicht, ohne Belästigung der Passage, von der Strafe oder dem Schiff auf die Rüstung gehoben, und zwar meistens bei Nacht mit Zuhilfenahme nur weniger Menschenkräfte.

In der Zeit vom 6. August bis 15. December 1860 wurden 86 Stück polirte Granitsäulen und Postamente in 2 Etagen von 6 Arbeitern aufgestellt und in derselben Zeit übermauert, ohne daß ein einziger Unfall oder irgend eine Beschädigung vorgekommen wäre. Wer die mühsame Arbeit und die Gefahren des Transportes und die Aufstellung eines solchen 15 Fufs langen, 75 Ctr. schweren Blocks, dessen Politur das Anfassen hindert, bei unzureichenden unsichern Hilfsmitteln kennt, wird die Größe dieser Leistung zu schätzen wissen, und ich erwähne ihrer deshalb besonders, weil durch die bei hiesigen Bauten selten vorkommende Anwendung fester Rüstungen und Maschinen vielfache Fragen und Erörterungen hervorgerufen wurden, die durch das erreichte Resultat zur Genüge beantwortet sind.

Während nun alle bisher erwähnten Maschinen-Vorrichtungen fast unausgesetzt und mit großem Vortheile benutzt worden sind, hat sich der Versuch mit einer anderen dagegen nicht bewährt.

Um nämlich für den Fortbau des Gebäudes die Menschenkräfte bei dem so sehr beschwerlichen Transport der Mauersteine und des Mörtels auf hohe Gerüste durch Maschinenkräfte zu ersetzen, war bereits im ersten Baujahre ein Hebezeug construirt und aufgestellt worden, welches, ohne den bei unseren Bauten einmal üblichen Transport der Materialien in Mulden ganz zu beseitigen, das senkrechte Heben der Lasten ausführen sollte. Diese Maschine war im Laufe des ersten Jahres nur probeweise in Betrieb gesetzt worden, weil anfangs die Höhe der Mauern nicht bedeutend genug war, und weil später der geringe Mörtelverbrauch einen täglich nur kurzen Betrieb der Dampfmaschine erforderte. Schliesslich aber mußte ihre Benutzung als gänzlich unvortheilhaft aufgegeben, sie selbst abgenommen und ihre Theile anderweitig verwendet werden. Der Grund dieses Mißlingens lag in der Unmöglichkeit, von einem Höhepunkt aus, auf welchen die Materialien gehoben wurden, Communicationen nach allen, in verschiedenen Höhen liegenden Punkten des Baues, an welchen sie gerade zur Verwendung kommen sollten, herzustellen.

Aus der Periode des zweiten Baujahres bleibt noch übrig, der mit ungewöhnlichen Schwierigkeiten verbundenen Fundamentirung der Mauern an der Vorderfront der Burgstrafe zu erwähnen. Die beständigen höchst ungünstigen Witterungsverhältnisse des Jahres 1860 hielten, wie alle andern, auch diese Arbeiten auf und vertheuerten sie namhaft. Guter Baugrund war an der vorerwähnten Stelle im Allgemeinen erst 25 bis 30 Fufs unter dem Strafsenpflaster zu treffen, so daß die Holzkasten, vermittelt welcher fundamantirt wurde, nach Beseitigung alter Mauer- und Pfahlwerke immer noch weitere 15 bis 18 Fufs abgesenkt werden mußten. Die große Last des Mauerwerks, die gleichmäßige Vertheilung desselben auf die Grundfläche und die Stärke der Erdgeschofs-Mauern erforderten Dimensionen der Kasten von 8 Fufs und 9 Fufs im Quadrat, die mit 500 bis 800 Ctr. Gufseisen belastet, versenkt, dann mit Beton 3 Fufs hoch gefüllt, ausgepumpt und ausgemauert wurden, um auf diesen mittelst Erdbogen verbundenen Pfeilern den Quader- und Ziegelbau der Façade aufzurichten. Es wurden hierbei durchgängig die besten Materialien verwendet, die Arbeiten mit der größten Vorsicht ausgeführt und bei der Zweifelhafteit der Fundamente starke

und ausgedehnte Verankerungen, namentlich an den Ecken, vom Bankett aufwärts durch alle Etagen angebracht.

Unter den Erfahrungen dieses Baujahres ist die dabei erfolgte Verwendung einer Mischung von Kalkmörtel mit Portland-Cement zu erwähnen, welche sich so gut bewährte, daß fernerhin alles Mauerwerk, welches schnelle Erhärtung und besondere Festigkeit verlangte, damit aufgemauert, auch später dieser Mörtel fast ausschließlich selbst bei den Putzarbeiten verwendet wurde. Seine Vorzüglichkeit zeigte sich namentlich bei den Façaden, an denen die schwierige Aufgabe zu lösen war, das Setzen des vielfügigen Ziegelmauerwerks mit dem des Quader-Revêtements ins Gleichgewicht zu bringen.

Die erlangten Resultate dieses Baujahres waren folgende: Es war die Façade an der Neuen Friedrichsstraße und das erste Risalit an der Burgstraße im Sandsteinbau bis zur Höhe des Gurtgesimses aufgeführt. Die Umfassungsmauern beider Säle waren im Rohbau bis zum Kranzgesimse fertig, 86 Granitsäulen gestellt und übermauert. Von den beiden Seitenflügeln an der Sommerbörse war der eine im innern Ausbau vollendet worden, der andere im Rohbau jedoch unvollendet geblieben. Mit der Fundamentirung der Façaden an der Burgstraße und Heiligengeistgassen-Ecke war begonnen; zu diesem Zweck war noch ein Theil von den Resten der alten Baulichkeiten zu beseitigen. Rüstungen für den Façadenbau waren auf die Länge von 240 Fufs bei 68 Fufs Höhe, und für den Saalbau, soweit es zum Versetzen der Säulen erforderlich war, doppelt aufgestellt.

Beim Beginn des dritten Baujahres in den ersten Tagen des März 1861 wurden gleichzeitig in Angriff genommen: die Fortführung des Façadenbaues an der Neuen Friedrichsstraße, die Aufstellung des eisernen Deckenwerks über dem Saale für die Fondsbörse und die Fundamentirung der Ecke an der Burgstraße und Heiligengeistgasse.

Diese letztere Arbeit war mit außerordentlichen Schwierigkeiten verbunden. Die Beseitigung des alten Pfahlrostes daselbst und die bis zu 30 Fufs Tiefe nothwendige Kasten Gründung nahm nicht weniger als 3½ Monate in Anspruch, nach deren Verlauf endlich sämmtliche Pumpen weggenommen und mit Aufstellung der Rüstungen an der Burgstraße vorgeschritten werden konnte.

Von dieser 266 Fufs langen Front nimmt die Vorhalle eine Länge von 144 Fufs ein; ihr Fußboden ist 5 Stufen über das Strafsenpflaster erhöht und wird von großen Granitplatten gebildet. Jede dieser Platten deckt ein Feld zwischen zwei Säulen und zwei Wandpfeilern, so daß eine Wölbung des darunter liegenden Kellers entbehrlich geworden ist. In gleicher Weise ist auch der Fußboden der Säulenhalle in der Sommerbörse hergestellt, wozu die Granite in den Brüchen von Striegau in Schlesien gewonnen und daselbst gleich bearbeitet wurden.

Die Säulen der Vorhalle sind Sandstein-Monolithe von 15¾ Fufs Länge, welche eine Cassettendecke von demselben Material tragen. An Aufstellung dieser Halle und dem Quaderbau des Erdgeschosses wurde bis Ende des Jahres gearbeitet, trotzdem aber die Vollendung nicht erreicht.

Einen der wichtigsten Theile des ganzen Bauwerks bildet das Deckenwerk über den großen Sälen. Die nähere Construction der dazu verwendeten, in der Borsig'schen Maschinenbau-Anstalt angefertigten eisernen Träger ist aus den Zeichnungen mit Deutlichkeit zu entnehmen. Jeder Träger hat bei 85 Fufs Länge ein Gewicht von 98 Centnern. Mittelst aufgestellten Krannes wurden dieselben in zwei Hälften mit Leichtigkeit emporgehoben, zusammengesietet und dann auf

das Mauerwerk herabgelassen, welche Arbeit verhältnismäßig schnell von Statten ging.

Die ursprünglich beabsichtigte Beleuchtung der Säle durch Oberlicht war aufgegeben und statt deren die Anordnung von 36 halbkreisförmigen Fenstern über dem Kranzgesims getroffen worden, welche nebst den 13 großen Fenstern und eben so vielen Fensterthüren die Säle hinreichend erhellen. Hierdurch ist ein wesentlicher Gewinn in constructiver wie ästhetischer Beziehung erreicht. Einerseits würde es außerordentlich schwierig, beinahe unmöglich gewesen sein, ein sehr großes Oberlicht für die Länge der Zeit vollständig wasserdicht herzustellen, andererseits würde die Decke störend von ihm durchbrochen und dem Saale der Eindruck eines geschlossenen Raumes genommen worden sein. Nunmehr wird die Decke von 532 Stück Cassetten von je  $30\frac{1}{4}$  Quadratfuß Fläche gebildet, deren jede mit allen Ornamenten und ihrer Rosette massiv in einem Stück gegossen ist und auf den eisernen Zwischenbalken der Hauptträger ihr Auflager findet. An Festigkeit und Tragfähigkeit ist der 2 Zoll starke Gips nicht geringer zu achten, als ein Steingewölbe von  $2\frac{1}{2}$  Zoll Stärke, während er bei schneller und billiger Herstellung den Vortheil größerer Leichtigkeit und vollständiger Indifferenz gegenüber den Bewegungen des Eisenwerks während und nach vollendeter Arbeit bietet.

Ueber dieser Decke ist das hölzerne Dachwerk mit starkem gewellten Zinkblech eingedeckt und dabei der Construction der Dachrinnen und Wasserabführungen die größte Sorgfalt zugewendet. Für letztere erschien Kupfer das geeignete Material, welches, als den Anforderungen der Dauer am besten entsprechend, auch zu den Gesimsabdeckungen der Façaden verwendet ist.

Die hienach auf dem Deckenwerk ruhende Bedachung, die eisernen Zwischenbalken, die Bekleidung und die Deckengewölbe belasten jeden Träger bis zu 72000 Pfd., das ganze Deckenwerk (über beiden Sälen) bis zu 1 368 000 Pfd. Während des Aufbringens dieser Belastung betrug die Bewegung der Träger in den einseitigen Rollen der Stützpunkte bei keinem über  $\frac{3}{16}$  Zoll auf 85 Fuß Sehne. Jetzt bringt selbst die wechselnde Temperatur keine meßbare Bewegung des Eisenwerks mehr hervor, und es hat sich somit das System der sichelförmig gebildeten Träger vollständig bewährt.

In dem zweiten Saal wurden während der Monate Juli und August die noch fehlenden 42 Stück Granitsäulen aufgestellt und übermauert, so daß auch hier das eiserne Deckenwerk, das Holzdach und die Zinkbedachung noch in diesem Jahre vollendet werden konnten.

Der Steinmetzmeister G. Bungenstab aus Breslau war dem mit ihm geschlossenen Vertrage pünktlich nachgekommen und hatte die zu verwendenden 128 Stück polirten monolithen Granitsäulen in der kurzen Zeit von 18 Monaten zur Stelle gebracht, für welche außerordentliche Leistung demselben durch Se. Excellenz den Herrn Handelsminister die goldene Medaille verliehen wurde.

Die Gewölbe der Keller, welche unter den Sälen liegen, ruhen auf 96 gußeisernen Säulen und wurden ganz aus hohlen Mauersteinen hergestellt, um möglichst leichte und trockene Decken zu erzielen. Der Fußboden der Säle über diesen Gewölben ist aus 4 Zoll breiten,  $1\frac{1}{2}$  Zoll starken gespundeten eichenen Stäben zusammengesetzt, und ein Parkett von Marmor zwischen den Granitsäulen umschließt den Holzfußboden friesartig.

Im April genehmigte das Aeltesten-Collegium der Kaufmannschaft die Ausführung einer Abschlussmauer der Sommerbörse zur Begrenzung der offenen Seite dieses Raumes, an

welche unschöne Hintergebäude der Nachbargrundstücke stießen. Diese Mauer, 60 Fuß hoch und von einer korinthischen Pfeilerstellung durchbrochen, konnte nebst ihrem Abputz und der Ornamentirung mit den übrigen Umfassungswänden der Sommerbörse noch rechtzeitig vollendet werden.

Unausgesetzt wurde während der ganzen Bauzeit des Jahres 1861 die Herstellung der Façade an der Neuen Friedrichsstraße und Ecke der Burgstraße betrieben. Dieselbe wurde vom Erdgeschofs aus, soweit es das Sandsteinwerk betrifft, ohne Anwendung von Mörtel oder Bleiplatten bewirkt; vielmehr ist statt dessen zwischen die Fugen der Steinblöcke Asphalt- oder Dachpappe gelegt; auch sind in Stelle der sonstigen verziinten eisernen Dübel der Kostenersparung wegen Eisendübel mit Asphaltüberzug verwendet worden. Die Hintermauerung wurde erst mit einer Schicht hohler Steine zur Compensirung der Feuchtigkeits-Verschiedenheit des Sandsteins und der Ziegel, dann mit Rathenower Mauersteinen und Mörtel von Kalk mit Portland-Cement-Zusatz ausgeführt. Die größten Schwierigkeiten bei fortschreitendem Façadenbau bot die Hebung und Verlegung der Architrave über den Säulen der Façade dar, welche eine Länge bis 14 Fuß und ein Gewicht bis 150 Ctr. erreichten. Ihre Größe und die reiche ornamentale Bearbeitung verlangten die vorsichtigste Behandlung bei Hebung und Niederlassen auf die Säulen. Bei diesen Arbeiten, so wie bei Aufstellung der Statuen, welche die Façaden krönen und von denen einzelne ebenfalls bis 150 Ctr. wiegen, bewährte sich die Solidität der Rüstungen und Maschinen in so hohem Grade, daß kein einziges Stück von so vielen ganz fertig bearbeiteten Blöcken zerbrochen oder irgend bedeutend beschädigt worden ist. Mit gleicher Leichtigkeit konnte die Verladung von Schiff oder Wagen, wie das Heben und Versetzen ausgeführt werden.

Umständliche Arbeit verursachte demnächst das Reinigen der fertigen Sandsteinarbeiten, da außer genauer Nacharbeitung sämtlicher Stücke ein sehr sorgfältiges Waschen mit verdünnter Salzsäure durch Bürsten und Pinsel erforderlich war, um die schöne Farbe des thüringer Steines zur Geltung zu bringen. Eine der besten Eigenschaften dieses Materials ist neben seiner Dauerhaftigkeit die Conservirung der Farben, welche bei den meisten sächsischen und schlesischen Arten mit der Zeit verloren gehen und einem schmutzig grauen, später schwarzen Ton weichen, wie ihn die Sandsteingebäude in Dresden, und in Berlin die Bibliothek zeigen. Wie wenig Wirkung dagegen die zerstörenden Einflüsse der Witterung auf das Material des Nebraer Sandsteins üben, beweist die Kirchenruine vom Memleben in Thüringen, welche ich zum Zweck dieser Untersuchung eigends besichtigte. Im 10. Jahrhundert errichtet, steht dieses Bauwerk beinahe 300 Jahre zerstört, schutzlos, ohne Dach dem Wetter preisgegeben, und dennoch an Form und Farbe unverändert, die feinsten Details seiner Architektur bewahrend. Es ist unzweifelhaft, daß diese Kirche von demselben Material, wahrscheinlich sogar, daß sie aus denselben Brüchen erbaut ist, aus denen die Materialien für den Bau der Börse entnommen worden sind. Diese Brüche liegen bei dem Städtchen Nebra auf beiden Seiten des engen Thales der Unstrut, auf welcher die rohen Blöcke nach Halle geführt wurden, wo ihre Bearbeitung während des Sommers über 100 Steinmetze beschäftigte. Die Schwierigkeit der Beschaffung großer gleichartiger Blöcke in diesen Brüchen ist sehr bedeutend wegen des außerordentlichen Abraums der Berge, den ihre Gewinnung nöthig macht. Ueberdies aber vermehrt die Unzuverlässigkeit des Wassers in der Unstrut und Saale ihren Transport ungemein. So wurde z. B. ein Schiff, welches mit 5 Figurenblöcken beladen war, von denen

zwei je über 300 Ctr. wogen, durch den niedrigen Wasserstand der Saale 5 Wochen lang festgehalten und kam erst im November in Berlin an. Es konnten deshalb die Statuen, für die sie bestimmt waren, nicht rechtzeitig gearbeitet werden; weil jedoch ihre Aufstellung unaufschiebbar erschien, damit die Rüstungen abgenommen und für die Façade an der Burgstraße umgearbeitet werden könnten, so durfte, wenn nicht eine bedeutende Verzögerung der Arbeiten eintreten sollte, kein Anstand genommen werden, die Aufstellung der Statuen und die Abrüstung in der ungünstigsten Jahreszeit, nämlich bei strenger Kälte im Januar des vierten Baujahres (1862) vorzunehmen, obwohl das Heben so schwerer Lasten auf bedeutende Höhe selbst in günstigerer Jahreszeit bei aller Güte von Maschinen und Rüstungen ein höchst gefährliches Unternehmen bleibt, dessen glücklicher Erfolg nur mit bedingter Sicherheit vorauszusagen ist. Denn es werden dabei Seilfasern, Kettenglieder und Maschinentheile in einem Grade in Anspruch genommen, der außer den Grenzen untrüglicher Berechnung liegt. Die Höhe des Hebens vermehrt, abgesehen von den schlimmeren Folgen des höheren Falles, die Gefahr dadurch, daß die Elasticität der Taue desto mehr abnimmt, je höher die Last steigt; Ketten aber, die größere Festigkeit bieten, rollen sich bei großen Längen nicht mehr sicher auf die Trommel der Winde. Während der zwei Jahre des Versetzens der Steine haben dreimal ganz neue Taue angeschafft werden müssen, von denen gewöhnlich drei, jedes 400 Fuß lang, gleichzeitig arbeiteten. Einmal stürzte ein Stein von etwa 60 Ctr. Gewicht beim Versetzen herab, zum Glück ohne erheblichen Schaden anzurichten oder jemand zu verletzen. Die Schuld lag allein an zu sorgloser Behandlung, wie sie so leicht bei den Arbeitern Platz greift, wenn langer glücklicher Erfolg sie zu sicher macht. Ein anderer Unfall betraf zwei Figurenblöcke, welche in die Spree stürzten: der kleinere von dem Hebezeug in der Burgstraße, als ein Haken der großen Winde brach, der größere, 450 Ctr. schwere bei Moabit an dem Borsig'schen Walzwerk. Dort steht der einzige Krahn in Berlin, der für derartige Lasten construirt ist. Zu vier wiederholten Malen rissen die Ketten und brachen die Haken, so daß erst nach sehr langer höchst mühsamer Arbeit es gelang, den Stein aus dem Wasser wieder auf das Schiff zu heben und an anderer Stelle auf das Land zu wälzen. Der Verlauf dieser Unfälle war von ungemeinem technischen Interesse.

Im Uebrigen nahm, während zugleich mit der Vollendung der Wohnräume und der Kellerei an der Neuen Friedrichstraße begonnen wurde, der Aufbau der Front seinen ruhigen gleichmäßigen Fortgang.

Die Aufstellung des Porticus zwischen den Risaliten konnte noch im Spätherbst vollendet werden, obwohl die Beschaffung der monolithen Säulen und Pfeiler große Schwierigkeiten verursacht hatte. Daß an der hier ausgeführten Steincassettendecke zwei Architrave zersprangen und im nächsten Frühjahr ausgewechselt werden mußten, war allein der Nässe und dem Frost Schuld zu geben.

Gleichzeitig mit den Arbeiten an den Façaden schritt die innere Ausführung der Säle und Nebenräume vor. Von den 74 Contracten, die bis hierhin abgeschlossen waren, bezogen sich 36 lediglich auf diese Arbeiten, so daß jetzt die Gehülfen von mehr als 40 Meistern oft gleichzeitig in dem Gebäude thätig waren. Denn in wenigen Monaten sollte nun das Bauwerk vollendet in seinen wesentlichsten Theilen dastehen.

Doch je mehr sich eine derartige Bauausführung seinem Ende nähert, desto weniger groß erscheinen die Erfolge, die

in einzelnen Zeitabschnitten erreicht sind. Je mehr sich für den Architekten die Schwierigkeiten häufen, desto weniger schwer erscheint die Lösung denen, welche dem Augenblick der Vollendung entgegen harren. Der Reiz der Neuheit, der die ersten Arbeiten begleitete, ist vorüber. Das Gefühl der Sicherheit, mit welchem wiederholte Praxis die schwierigsten Aufgaben behandelt, schätzt das Resultat geringer, das mühe- und sorgenloser erreicht scheint. Die Arbeit eines Jahres läßt sich nicht mehr in einem Gesamtbilde darstellen, da die einfachen großen Constructionen, welche das Interesse concentrirten, beendet sind, und die inneren Arbeiten des Ausbaues nur die unklare Geschäftigkeit vieler durcheinanderwirkenden Kräfte zeigen. Proben und Versuche füllen scheinbar erfolglos die Zeit von Monaten; dann plötzlich ist in wenig Tagen der Erfolg erreicht und die fertige Arbeit trägt, wenn sie am besten gelungen, keine Spuren der lange verwendeten Mühe. —

Für den Börsenbau waren es wesentlich zwei Momente aus der Bauhätigkeit des verflossenen vierten Baujahres, welche den großen Fortschritt der Arbeiten bezeichneten; der eine: die fast ganz erreichte Vollendung der großen Front an der Burgstraße, der andere: die ausgeführte Heizung der Säle. Für beide Aufgaben war der unbedingt glückliche Erfolg zweifelhaft. Vielseitig hatte man die Fundamentirung mit Bedenken angesehen, ebenso Besorgnisse gehegt für die Unlöslichkeit der hohen schweren Sandsteinbekleidung von den gemauerten Fronten, und für die Stabilität der dünnen freistehenden Saalmauern, welche das weitgespannte Deckenwerk tragen.

Nunmehr war die Sicherheit der Fundamentirung und die Solidität der Verbindung von Sandstein- und Ziegelmauerwerk außer Zweifel gestellt, da nirgend, auch nicht an den so mühevoll erbauten Ecken eine Spur ungleichmäßigen Setzens sich zeigte. Und ebenso bewährte sich die Stabilität der Saalmauern, indem der Stuckmarmor, mit welchem nach Vollendung des Deckenwerks die Architrave und Gesimse der Säle überzogen wurden, die leisesten Spuren jeder Verschiebung durch Sprünge kennzeichnet, solche aber nirgend der aufmerksamsten Untersuchung sichtbar geworden sind.

Was nun die Heizung der Säle anbetrifft, so war deren Ausführung dem bewährten Pyrotechniker Müller aus Breslau übertragen, der sie, nachdem die Decke über den Sälen vollendet, in der kurzen Zeit vom Juni bis October so bewirkte, daß schon die Erfahrung des nächsten Winters sie als vollkommen gelungen bezeichnen liefs. Der durch die qu. Heizung zu erwärmende Raum besteht aus den Börsensälen, dem Vestibül, dem Spirituskündigungssaal und dem Sitzungssaal, und hat 1250 000 Cubikfuß Inhalt, was dem Raum von etwa 310 großen Wohnzimmern gleich kommt. Bei  $-10^{\circ}$  R. äußerer Temperatur war als nöthig  $+10^{\circ}$  R. am Fußboden der Säle angenommen worden. Dieses Resultat wurde schon im ersten Winter erreicht, und ist die Wirkung der Heizung selbstverständlich noch günstiger ausgefallen, seitdem die Räume von Baumaterialien, Rüstungen u. dgl. gänzlich befreit, die Mauern ausgetrocknet und die Oeffnungen mit besseren Verschlüssen versehen worden sind. An dem kältesten Tage des ersten Winters, bei ca.  $10^{\circ}$  R. unter Null, wurde in 24stündiger Heizzeit etwa  $\frac{1}{4}$  Last Steinkohlen verbrannt, an den wärmeren Tagen etwa  $\frac{1}{6}$  Last. Letzteres scheint das erforderliche Minimum bei jeder äußerer Temperatur zu sein, die überhaupt Heizung nöthig macht.

Die Heizung selbst geschieht mittelst Luft, welche in 6 Heizapparaten erwärmt wird und sodann durch Gitter im Fußboden oder Oeffnungen in den Wänden in die Räume

strömt. Die kalte Luft der untersten Schicht des Raumes wird durch ein großes Canalsystem nach den Oefen geführt, welche hierdurch Heizung und Ventilation vereint bewirken, während für die Ventilation der Säle im Sommer durch 4 große Luftcanäle gesorgt ist, welche, in den Ecken des Saalraumes aufsteigend, sich bis über das Dach erheben.

Die Bedenken, welche ein großer Theil des Publicums gegen die Heizung mit erwärmter Luft im Allgemeinen hegt, sind zwar gänzlich ungerechtfertigt, so weit sie das Princip betreffen, jedoch hervorgerufen und gehalten durch die nachtheiligen Folgen so vieler fehlerhaft construirten Heizanlagen.

Seit einer langen Reihe von Jahren habe ich durch den obengenannten Techniker Heizanlagen für öffentliche Säle und für Wohnzimmer ausführen lassen, und stets mit gleich gutem Erfolg, welcher vorwiegend seinen Grund darin hat, daß die Luft nur mäßig erwärmt, niemals erhitzt, nicht in starkem geprefsten Strom, sondern langsam durch weite Oeffnungen in den zu heizenden Raum eingeführt wird.

Die Heizung der Säle gestattete den Fortgang des Baues während des ganzen Winters. Die Decke wurde vollkommen fertig in allen Bronzungen und Farben, ebenso auch die Stuckarbeiten, welche keine Spur von Kälte vertragen und die bei der Größe des Raumes einen außerordentlichen Umfang hatten, so daß z. B. 28000 laufende Fuß verzierte Stuckleisten in diesem Jahre angesetzt wurden.

Ingleichen vollendete der Professor v. Klöber das eine seiner großen Wandgemälde, und begann das zweite. Während nämlich der Façade, wenngleich sie eines vollständigeren Figurenschmuckes schwer entbehrt, die Schönheit des Materials die monumentale Wirkung sichert, fehlte im Innern zur vollkommenen harmonischen Vollendung die Ausschmückung der beiden Giebfelder der Saalwände durch zwei Wandbilder. Diese erschienen zum Abschluß der Decken und der Wanddecoration als eine Nothwendigkeit und waren durch keine andern decorativen Hülfsmittel zu ersetzen, ohne auf das Empfindlichste die Totalwirkung des Saales zu gefährden. Die Ausführung dieser Bilder etwa der Zukunft überlassen zu wollen, erschien in keiner Weise räthlich, indem es in der Natur des Menschen liegt, alles Geleistete für gering zu achten, wenn das Ganze nicht durch den Reiz der Vollendung gekrönt ist. Eine spätere Ausführung war in jeder Beziehung höchst unwahrscheinlich, da durch Aufstellung der großen Gerüste der Börsenverkehr auf lange Zeit eine erhebliche Störung erleiden mußte. Der Kostenaufwand für diese Bilder mit circa 8000 Thlr. erschien überdies gering, da von dieser Summe nothwendiger Weise die Kosten in Abzug zu bringen sind, welche zu irgend einer andern Decoration dieser colossalen Flächen erforderlich gewesen wären. So wurde der Professor v. Klöber für die Ausführung dieser Fresken gewonnen, von denen das Gemälde auf der südlichen Giebelwand den Ackerbau, den Weinbau und die Viehzucht, das auf der nördlichen den Handel darstellt.

Ferner wurden die Haupt-Gasleitungen in dem ganzen Gebäude gelegt, wodurch ermöglicht wird, die Säle, das Vestibül und die Treppenträume bei festlichen Gelegenheiten zu beleuchten; ebenso die Wasserleitungen, welche das Wasser zu Feuerhähnen führen, die in den verschiedenen Gebäude-theilen, auf den Böden und Corridoren der Etagen angebracht sind.

Für das Jahr 1863 war die weitere Ausführung des Baues in der Weise disponirt, daß zunächst unter Fortsetzung der inneren Ausbau-Arbeiten die Abrüstung der Façaden bis Ende Mai erfolgen konnte. Sodann wurden in den Sommermonaten der Porticus in der Sommerbörse und die Fontaine

daselbst aufgestellt und gleichzeitig die Erdgeschossräume des ganzen Gebäudes und die Etagen an der Neuen Friedrichsstraße zum Vermiethen und zur Benutzung im innern Ausbau vollendet.

Unterdessen waren auch die Trottoirs- und Straßens-Regulirungen um das Gebäude erfolgt und zugleich die Säle und alle für den Börsenverkehr erforderlichen Räume in ihrer Vollendung so weit gefördert, daß am 28. September die feierliche Einweihung des Gebäudes statt finden und dasselbe, in Gegenwart Sr. Majestät des Königs, der Prinzen des königlichen Hauses, der Staatsminister, der Spitzen der Civil- und Militair-Behörden und der gesammten Corporation der Kaufmannschaft, dem Aeltesten-Collegium von der Baucommission zur Benutzung übergeben werden konnte.

Für den Spätherbst dieses Jahres, für den Winter und das Frühjahr 1864 blieben noch der Ausbau der Etagen an der Burgstraße, so wie die Ausführung der eisernen Galerie, welche zur Verbreiterung der Passage vor dem Gebäude in die Spree zu bauen ein dringendes Bedürfnis war, übrig, um die neue Börse von Berlin zu ihrer gänzlichen Vollendung zu bringen.

Waren die letzten Baujahre, wie bei jedem großen Werke so auch hier, in mancher Beziehung die ungünstigsten und schwierigsten, indem aus erfüllten Forderungen neue, weitergehende entstanden, der Umfang der Arbeiten unter den Händen wuchs, und zu den vermehrten technischen Schwierigkeiten die Sorge der Verwaltung getreten war, welche die vergrößerten Mittel herbeizuschaffen bemüht ist, so war, je weniger günstig sich in sofern die Verhältnisse gestalteten, der Unterzeichnete desto mehr veranlaßt, den Herren des Collegiums Dank zu sagen, welche so freudig ihre Thätigkeit dem schönen Werke gewidmet, unablässig Sorge für sein Gedeihen getragen und das Schicksal abgewendet hatten, welchem so viele große Bauwerke erlegen sind, die unvollendet zeigen, wie der große Sinn, der sie begann, erlahmte, und wie die Zukunft das Vertrauen nicht rechtfertigte, mit dem man ihr die künstlerische Vollendung überließ, die ganz und unverkümmert nur die Gegenwart schaffen kann. —

Nachdem vorstehend eine Darstellung der Bau-Ausführung gegeben ist, bleibt mir noch übrig, Derjenigen zu gedenken, welche mit dankenswerthem Eifer mich bei der Herstellung dieses schwierigen Bauwerkes unterstützt haben.

Als Baumeister fungirte der Baumeister Herr Julius Henricke. Die Maurerarbeiten sind ausgeführt von den Herren Rathsmestern Karchow und Bergemann, die Zimmerarbeiten von den Herren Rathsmestern Barraud und A. Schultz. Die Steinmetzarbeiten in Sandstein sind angefertigt von den Herren Merkel in Halle und Thieme in Berlin, die polirten Granitarbeiten von dem Herrn Bungenstab in Breslau; die rohen Granitarbeiten sind geliefert von dem Herrn Commerzienrath Kulnitz in Striegau. Die eisernen Saaldecken-Constructionen, die eisernen Treppen, sowie die zum Bau erforderlichen Maschinen lieferte Herr Commerzienrath Borsig; die eiserne Ueberbrückung der Spree fertigte die Eisengießerei der Herren Egells.

Die Luftheizung ist angelegt durch den Ofenbaumeister Herrn Müller in Breslau. Die Marmorarbeiten sind aus der Fabrik des Herrn Schleicher. Der Stuckmarmor ist von dem Herrn Detoma angefertigt. Die Modelle zu den Ornamenten sowie fast sämtliche Stuckateur-Arbeiten lieferte Herr Bildhauer Dankberg. Derselbe fertigte auch das Modell des ganzen Gebäudes, welches, zur Industrie-Ausstellung in London im Jahre 1862 gesendet, dort die Aufmerksamkeit der Besucher fesselte und später in dem Museum von South Ken-

sington zu London in der interessanten Sammlung ähnlicher Arbeiten eine würdige Stelle gefunden hat. — Die Eisenkunstguß-Arbeiten sind aus der gräflich Stolberg'schen Eisen gießerei in Ilsenburg; die Zinkgußarbeiten lieferte Herr Mertins. Die Dachdeckung in Wellenzink führte Herr Klempnermeister Peters aus. Die hauptsächlichsten Schlosserarbeiten sind aus der Werkstatt von Herrn Hauschild hervorgegangen. Die bedeutenderen Tischlerarbeiten wurden von den Herren Schaar und Rehse und dem Herrn Wanschaff angefertigt. Die Malerarbeiten wurden ausgeführt durch die Herren Bodenstein, Kuthe, Richter und Eilers.

Bei der Ausschmückung der Säle war beschäftigt, wie schon vorher erwähnt, der Maler Herr Professor von Klöber durch Anfertigung zweier großen Wandgemälde.

Die das Gebäude krönenden, in Sandstein ausgeführten Gruppen und Figuren sind von verschiedenen Künstlern. Die große Mittelgruppe, die Borussia, den Handel beschirmend, ist vom Herrn Bildhauer Professor Begas, die Ländergruppen von Deutschland und Frankreich, welche das nördliche Risalit in der Burgstraße schmücken, sind vom Herrn Professor Fischer; von demselben Künstler ist die Gruppe der Schweiz und die Statue der Stadt Frankfurt am Main, sowie der in Sandstein ausgeführte Springbrunnen in der Sommerbörse mit der sitzenden Figur der Spree, und die Figuren, welche das Uhrgestell in den Börsensälen halten.

Die Ländergruppen von England und Amerika auf dem südlichen Risalit in der Burgstraße sind vom Professor Herrn Franz. Die acht Provinzen des preussischen Staates, ebenfalls auf den Risaliten in der Burgstraße, sind von den Herren Professoren Wittig und Afinger.

Die Städte-Figuren in der Burgstraße, Hamburg und Leipzig, sind vom Herrn Bildhauer Tondeur. Die Gruppe Italien und die Figur der Stadt Bremen, beide auf dem Risalit in der Neuen Friedrichsstraße, sind von dem Bildhauer Herrn Stürmer. Die Gruppe Rußland in der Neuen Friedrichsstraße ist vom Herrn Bildhauer Möller.

In der Nische im Vestibul ist von dem Herrn Geheimen Commerzienrath Mendelsohn eine Statue Sr. Majestät des jetzt regierenden Königs Wilhelm gestiftet, welche Se. Majestät sitzend als Gesetzgeber darstellt. Diese Statue ist vom Herrn Bildhauer Siemering in weißem carrarischem Marmor ausgeführt.

In der Nische unter dem Porticus der Sommerbörse be-

findet sich eine Statue des Merkur in carrarischem Marmor, welche vom Herrn Bildhauer Itzenplitz gearbeitet ist.

Der Ankauf der Grundstücke, auf welchen das Gebäude der neuen Börse errichtet wurde, ist mit 282340 Thaler erfolgt. Die gesammten Baukosten belaufen sich auf 799731 Thaler, welche sich für die einzelnen Arbeiten auf folgende Weise vertheilen:

1. Fundamente . . . . .	31076	Thlr.
2. Erd- und Maurerarbeiten mit Material	173746	-
3. Steinmetzarbeiten in Sandstein und Granit . . . . .	153540	-
4. Zimmerarbeiten . . . . .	99605	-
5. Staakerarbeiten . . . . .	353	-
6. Schieferdeckerarbeiten . . . . .	505	-
7. Klempnerarbeiten . . . . .	15236	-
8. Asphaltarbeiten . . . . .	2762	-
9. Tischlerarbeiten . . . . .	26050	-
10. Schlosserarbeiten mit der eisernen Dachconstruction, den Treppen, der Ueberbrückung u. s. w. . . . .	78000	-
11. Malerarbeiten . . . . .	25025	-
12. Bildhauerarbeiten . . . . .	17146	-
13. Glaserarbeiten . . . . .	11396	-
14. Töpferarbeiten . . . . .	5252	-
15. Zinkgußarbeiten . . . . .	15104	-
16. Stuckateurarbeiten . . . . .	20150	-
17. Stuckmarmorarbeiten . . . . .	12809	-
18. Marmorarbeiten . . . . .	32403	-
19. Dammsetzerarbeiten . . . . .	791	-
20. Insgemein, wobei die Wandgemälde vom Professor von Klöber, Dampfma- schinen, Gas- und Wasserleitungsarbei- ten, und die Kosten der Bauführung und Verwaltung . . . . .	78782	-
	Summa	799731 Thlr.

Wenn man für diejenigen Arbeiten, welche nicht unmittelbar zum Bau gehören, wie z. B. die Verbreiterung der Burgstraße durch Ueberbrückung der Spree etc., die Summe von 49731 Thlrn. von obigen 799731 Thlrn. abrechnet, so bleibt für die Baukosten die Summe von 750000 Thlrn., und da die bebaute Fläche 42486 Quadratfuß beträgt, so kostet der Quadratfuß 17 Thlr. 19 Sgr. 7 Pf.

Berlin im Januar 1866.

F. Hitzig.

## Christus - Kirche in Berlin.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 19 bis 21 im Atlas.)

Der seit einigen Jahren in Berlin bestehende Missions-Verein zur Unterstützung hilfbedürftiger Christen unter Israel beabsichtigte nach der Gründung einer seinen Zwecken bestimmten Schule den Neubau einer eigenen Kirche, und beauftragte den Unterzeichneten mit dem Entwerfe und der Ausführung dieser Bauanlage. Das dem Missions-Verein bereits gehörige Grundstück, welches in einer gleichmäßigen Breite von 59½ Fuß von der Wilhelmsstraße No. 132 nach der Anhaltischen Communication No. 23 hindurchreichte, sollte in seinem hinteren Gartentheile den benötigten Bauplatz bieten.

Da die Kirche anfangs nur für 600 bis 700 Sitzplätze in den einfachsten gothischen Formen mit einem kleinen Glockenthürmchen, aber mit möglichster Sparsamkeit errichtet werden sollte, so boten sich zwei Möglichkeiten der Bebauung dar. Entweder bebaute man die Nachbargrenzen des Grund-

stückes mit einer einschiffigen Kirche, wobei das notwendige Licht mittelst großer Fenster an den kurzen Seiten, vorn und hinten eingeführt wurde, oder man entschloß sich zur Anordnung einer zweischiffigen Basilika, wobei es nach hiesigen baupolizeilichen Vorschriften möglich wurde, in einem Abstände von 17 Fuß nach einer der Nachbargrenzen hin Seitenfenster zur Beschaffung des nöthigen Lichtes anzulegen. Da aber bei später wachsenden Mitteln des Missions-Vereins eine Vergrößerung der Zahl der Sitzplätze bis auf 1000 für nothwendig erachtet wurde, so liefs man die letztgedachte, schon im Projecte vorbereitete Idee fallen und kehrte zu der ersten Möglichkeit zurück, welche wegen der größeren Mauererhebung und der schwierigeren Dachconstruction zwar theurer wurde, aber doch die Aufstellung hinreichend tiefer und bequemer Emporen leicht verstatete.



Der in den Jahren 1863 und 1864 zur Ausführung gelangte Entwurf ist auf den Blättern 19 bis 21 dargestellt. Der Grundriß, Blatt 20 Fig. 2, zeigt die Kirche durch ein Vorgärtchen von der schräg vorbeigehenden StraÙe (Anhaltische Communication) getrennt, aber in ihrer Front winkeltrecht zur Hauptaxe des Grundstücks geordnet. Der 55 Fuß breite und 79 Fuß lange Kirchenraum ist einschiffig angelegt, an der Vorderseite durch drei 7½ Fuß breite und 21 Fuß hohe, an der Hinterseite durch ein großes 12 Fuß breites und 27 Fuß hohes und zwei kleinere Spitzbogenfenster beleuchtet. Der nach anglikanischem Ritus eingerichtete Chor ist platt geschlossen. Neben demselben befinden sich eine kleine Sakristei und ein desgl. Conferenzzimmer, während zwei hintere Eingänge neben diesen Räumen den nöthigen Zugang für die Kirchgänger aus der Wilhelmsstraße her vermitteln und eine massive Treppe von der Sakristei aus ein Betreten des Dachbodens resp. Glockenthürmchens ermöglicht. Die Anordnung der Sitzplätze im unteren Kirchenraume, die Anlage und Construction der Emporen auf eisernen Säulen, sowie die Stellung von Altar, Kanzel und Evangelienpult lassen der Grundriß und Querschnitt, Blatt 20 Fig. 1 und 2, erkennen. Die Orgel nebst Werk steht in der Mitte der Empore der Vorderfront, aber in solcher Entfernung von dem daselbst befindlichen Mittelfenster (vergl. Blatt 21 Fig. 3), daß eine Beeinträchtigung des Tageslichts vermieden ist.

Die Gestaltung der Vorderfaçade, welche mit Hermsdorfer Verblendungsziegeln unter Anwendung von gebrannten Thonstücken für Stab- und Maafwerk, Gesimskrabben, Fialenspitzen etc. hergestellt worden ist, läßt sich aus Blatt 19 genügend beurtheilen. Als Hauptmotiv ist das erkerartig vorgekragte Glockenthürmchen, welches eine circa 3 Ctr. schwere Glocke enthält, benutzt und die Gliederung des Giebels mittelst halbachteckiger, mit Spitzen und Kreuzblumen bekrönter Strebepfeiler bewirkt worden. Die Structur des Glockenthürmchens in einer Höhe von fast 60 Fuß über dem Terrain (bei einer Mauerstärke von 3 Fuß 2 Zoll, welche überdies unmittelbar neben dem Thürmchen durch die Relief-

gliederung bis auf 2 Fuß 4 Zoll sich vermindert) bot einige Schwierigkeiten dar, welche aber durch zweckentsprechende Verankerungen, gleichmäßige Vertheilung der Lasten und sorgfältige und langsame Ausführung überwunden wurden. Das Glockenthürmchen ist hinreichend groß angelegt, um mittelst einer eisernen Drahtleiter dasselbe besteigen und etwaige Reparaturen am Glockenstuhl, der Seilführung etc. bewirken zu können. Die betreffenden Anordnungen sowie die gewählten Constructionen gehen aus Blatt 21, Fig. 3, 4 und 5 hervor. Die einfache Structur von Dach und Decke mittelst eines Hängewerks (aus Holz und Eisen) läßt Blatt 20 Fig. 1 erkennen, sowie schließlich die wichtigsten Formsteindetails der Vorhalle, der drei Hauptfenster, des Sockels und Gitterfrieses von der Front in den Fig. 7 bis 10 desselben Blattes mitgetheilt worden sind.

Die Hinterfront ist aus Birkenwerder Ziegeln in der streng ökonomischsten Weise erbaut worden, daß eine Darstellung überflüssig erschien. Dagegen läßt Fig. 6 auf Blatt 21 die eichene Hauptthür, welche als verdoppelte Thür constructirt worden ist, mit ihren geschmiedeten Bändern auf der Außenseite und Verstreben auf der Innenseite erkennen.

Die Kirche wird durch eine Warmwasserheizung nach Perkins'schem Systeme erheizt und besitzt eine Gasbeleuchtungseinrichtung von 115 Flammen einschließlic der aus Zink gegossenen und vergoldeten Lichterkrone von 60 Flammen.

Die Baukosten beliefen sich auf ca. 35000 Thlr. Diese bei einer Einrichtung von 1000 Sitzplätzen sehr mäÙige Summe ist nur durch die Lage der Kirche auf engem Bauplatze zwischen späteren Nachbarhäusern — wodurch nur eine Front durchgebildet zu werden brauchte — sowie durch möglichste Einschränkung auf das Nothwendigste ermöglicht worden.

Die specielle Bauausführung ist von dem Bauführer Herrn J. Merzenich mit Fleiß und Ausdauer bewirkt worden.

Einige Details, wie das große in Glasmalerei hergestellte Chorfenster, die Kanzel, die Lichterkrone etc. sollen im Architektonischen Skizzenbuche veröffentlicht werden.

Berlin, im Januar 1865.

F. Adler.

## Das neue Anatomiegebäude in Berlin.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 22 bis 29 und 29 a im Atlas und auf Blatt F im Text.)

Die zu der Friedrich-Wilhelms-Universität gehörende Anatomie war bisher in einem Gebäude hinter der Garnisonkirche untergebracht und entsprach weder in ihren inneren Einrichtungen dem Zweck eines derartigen wissenschaftlichen Instituts, noch weniger aber genügte dieselbe in ihrer räumlichen Ausdehnung den immer größer werdenden Anforderungen, welche die gesteigerte Frequenz der hiesigen Universität bedingte. Der Neubau einer Anatomie, seit Jahren von dem Königlichen Ministerium der geistlichen, Unterrichts- und Medicinal-Angelegenheiten als dringendes Bedürfnis anerkannt, verzögerte sich indessen durch die Schwierigkeit, einen geeigneten Bauplatz in nicht zu weiter Entfernung von der Universität ausfindig zu machen, bis im Herbst 1860, bei Gelegenheit der 50jährigen Jubiläumsfeier der hiesigen Hochschule, des Königs Majestät der Universität den Bau einer neuen Anatomie als Allerhöchstes Festgeschenk zusagten, und zu diesem Zweck als Baustelle ein Theil des Thierarzneischulgartens disponibel gestellt wurde.

Abgesehen von der ganz freien Lage des Gebäudes, umgeben von schönen Parkanlagen, gewährte die Baustelle auch

noch viele andere nicht hoch genug zu schätzende Vortheile. Sie liegt nicht allzuweit von der Universität, sie befindet sich in möglichst geringer Entfernung von der Charité, der chirurgischen Universitäts-Klinik, der pathologischen Anatomie und der Pepinière; außerdem aber wird durch die den Park der Thierarzneischule durchströmende Panke die Entwässerung des Gebäudes auf dem kürzesten Wege zulässig, und gewährte endlich die Baustelle einen ganz vorzüglich guten Baugrund, durchschnittlich aus grobem Sande bestehend.

Da das neue Institut in jeder Beziehung eine Musteranstalt werden sollte, so wurde der Unterzeichnete beauftragt, die vorzüglichsten anatomischen Anstalten Deutschlands zu besichtigen und darüber einen Reisebericht auszuarbeiten. Als bemerkenswerth waren die Anatomien zu Würzburg, München, Gießen, Heidelberg und Göttingen in Aussicht genommen worden. Die auf Blatt F im Text gezeichneten Grundrißskizzen enthalten die Raum-Dispositionen der vier zuletzt genannten Anatomien; sie besitzen alle das herausgebaute anatomische Amphitheater mit hochgelegenen Seitenlicht, sowie die erforderlichen Räume für die anatomischen Sammlungen,

und sind in ihren räumlichen Dimensionen der Größe der betreffenden Universität angepaßt. Dagegen enthalten sämtliche Anstalten keine Vorrichtungen zur Ventilation, wenn man von einer Oeffnung in der Decke des Präparirsaales der Heidelberger Universität absieht; in keiner Anatomie ist ferner auf die Möglichkeit Rücksicht genommen worden, Decken und Wände derartig mit Wasser täglich abspritzen und reinigen zu können, um den widerlichen Leichengeruch mit Erfolg aus der Anstalt zu entfernen. Nichtsdestoweniger muß hier die Anordnung, welche in der Heidelberger Anatomie getroffen worden ist, als bemerkenswerth hervorgehoben werden, daß man für die Präparirsäle, worin der Haupt-Verwesungsproceß der Leichen vor sich geht, ein besonderes Gebäude errichtet hat, welches mit dem Auditorium durch einen von Holz construirten Gang in Verbindung steht.

Abweichend von der Anlage der Anatomien für kleinere Universitäten, sollte die hiesige Anstalt die anatomischen Sammlungen, welche in der Universität untergebracht sind, nicht in sich aufnehmen, weil diese wie die übrigen Universitäts-Sammlungen im Laufe der Zeit so bedeutend geworden, daß sie Landes-Sammlungen genannt werden können, für welche dereinst ein besonderes Museum errichtet werden dürfte.

#### Bauprogramm.

Nach dem von dem Director des anatomischen Instituts, Geheimen Medicinalrath Professor Dr. Reichert aufgestellten Bauprogramm sollte das neue Institut nachstehende Räumlichkeiten enthalten:

- 1) einen großen Präparirsaal von circa 2000 bis 2300 □Fufs Größe,
- 2) einen kleinen Präparirsaal von circa 1100 bis 1200 □Fufs Größe,
- 3) einen Saal von etwa 40 Fufs Länge und 20 Fufs Breite zur Aufstellung der für die Vorträge erforderlichen Präparate,
- 4) das Auditorium für 250 bis 280 Zuhörer,
- 5) ein Zimmer für unvollendete Präparate,
- 6) ein Sectionszimmer des Directors von etwa 400 □Fufs,
- 7) ein Studirzimmer desselben von derselben Größe,
- 8) ein Zimmer für die Bibliothek desselben, circa 200 □Fufs,
- 9) ein Zimmer von 400 □Fufs für den ersten Prosector,
- 10) ein desgleichen eben so groß für den zweiten Prosector,
- 11) ein chemisches Laboratorium von derselben Größe,
- 12) ein physikalisches Cabinet von etwa 200 □Fufs,
- 13) ein Zimmer von derselben Größe für den Oberarzt des Friedrich-Wilhelms-Instituts,
- 14) zwei Zimmer von je 400 □Fufs für die mikroskopischen Beobachtungen, möglichst nahe bei dem Zimmer des Directors,
- 15) zwei Zimmer à 400 und 200 □Fufs für die Staatsprüfungen,
- 16) ein Zimmer à 200 □Fufs für den beaufsichtigenden Lehrer,
- 17) ein Zimmer à 400 □Fufs für die anatomischen Arbeiten der Cursisten,
- 18) ein ebenso großes Zimmer für die akiurgischen Operationen,
- 19) ein ebenso großes Auditorium für die Kunstakademie,
- 20) ein daneben belegenes Cabinet des vortragenden Lehrers,
- 21) die erforderlichen Garderoben für die Studirenden,
- 22) ein Pissoir in der Nähe der Präparirsäle,

- 23) die Appartements,
- 24) die anatomische Küche,
- 25) die anatomische Waschküche,
- 26) ein Zimmer zum Zerlegen der Leichen,
- 27) einen Leichenkeller,
- 28) einen Eiskeller,
- 29) eine Wohnung für den Anatomiediener,
- 30) die erforderlichen Keller zur Aufbewahrung von Heizmaterialien, Utensilien etc.,
- 31) ein besonderes Gebäude für die Maceration, zugleich die Remise der Leichenwagen enthaltend,
- 32) ein Portierhaus.

#### Grundriffsdisposition.

Bei dem Entwurf des Grundrisses wurden nachstehende Punkte als maafsgebend von dem Unterzeichneten zunächst ins Auge gefaßt, da die Baustelle eine vollständige freie Stellung des Gebäudes zulässig machte:

- 1) Vollkommene Beleuchtung aller Räume.
- 2) Vollständige Lüftung derselben durch Ventilation.
- 3) Aufrechterhaltung der möglichst größten Reinlichkeit.

Bezüglich des ersten Punktes wurde die Anlage direct beleuchteter Corridore an der Langseite des Gebäudes bedingt, woraus sich die vorspringenden Flügel, die Treppenthürme und der an der Hoffronte herausgebaute Mittelbau ergaben.

Was den zweiten Punkt anbetraf, so war zwar von demselben theilweise wenigstens die Grundriffs-Conception nicht abhängig, es erschien indessen von Wichtigkeit, insofern bei derselben gleichfalls von vorn herein darauf Rücksicht zu nehmen, daß auch ohne Anwendung der künstlichen Ventilationsvorrichtungen bei jeder Reinigung der Räume durch Oeffnen correspondirender Fenster starke Luftströmungen erzeugt werden könnten, welche die sich bildenden mephitischen Ausdünstungen mit fortrissen und eine möglichst rasche Abtrocknung der naß abgespritzten Gewölbe und Wände bewirkten.

Der dritte Punkt endlich verlangte Wölbung aller Räume, worin der Verwesungsproceß vor sich geht, Anstrich der Gewölbe und Wände mit Oelfarbe, asphaltirte Fußböden mit Abflusrrinnen und Abflusrröhren, Einführung der Wasserleitung, um diese Räume täglich abspritzen zu können.

Nach diesen Gesichtspunkten ist die Conception des Entwurfs erfolgt, und umfaßt derselbe daher, wie die Zeichnungen auf Blatt 23 zeigen, nachfolgende Räumlichkeiten:

Das durchweg gewölbte Souterrain, dessen Sohle 12 Fufs über dem Nullpunkt des Mühlenpegels oder 1 Fufs  $1\frac{3}{4}$  Zoll über dem höchsten bekannten Wasserstand der Panke liegt, enthält in seinem rechten Flügel die aus 4 Piecen bestehende Wohnung des Anatomiedieners und einen Raum, worin sich 5 Waterclosets und ein Pissoir befinden; das Souterrain des linken Flügels dient zur Aufbewahrung von Brennmaterialien. Das Hauptgebäude enthält im Souterrain die anatomische Küche, die Waschküche, das Zimmer zum Zerlegen der Leichen, den Heizraum für das mit Wasser erwärmte Auditorium, sowie Utensilienräume. Endlich sind im Souterrain des Mittelbaues der Leichenkeller, der Eiskeller und die Hebevorrichtung der Leichen, wovon später die Rede sein wird, disponirt.

Das Erdgeschoß enthält im rechten Seitenflügel 3 Zimmer für die mikroskopischen Beobachtungen nebst Vorzimmer, welche durch eine eiserne Wendeltreppe mit den Zimmern des Directors in Verbindung stehen; im linken Flügel ein Zimmer für akiurgische Operationen, ein Zimmer für akademische Vorlesungen und ein Zimmer für den akademischen Lehrer. Im Hauptgebäude sind rechts die Zimmer für die

anatomischen Arbeiten der Cursisten, die Zimmer für Examina und das Zimmer des die Aufsicht führenden Beamten, links der große Präparirsaal; im Mittelbau das Vestibulum, die beiden Garderoben, der kleine Präparirsaal, ein Pissoir und der Raum für die Hebevorrichtung.

Im ersten Stock enthält der Mittelbau das große Auditorium mit vorliegenden Treppenanlagen rechts und links, das Hauptgebäude den Saal für die zu den Vorlesungen gebrauchten Präparate, das chemische und physikalische Cabinet, das Zimmer für den Oberarzt des Friedrich-Wilhelms-Instituts, sowie ein Zimmer zur Aufbewahrung der unvollendeten Präparate, endlich in den Flügeln die Zimmer des Directors und der Prosectoren.

Im Dachgeschofs haben sich im Mittelbau durch das durchgehende Auditorium noch zwei Reservezimmer ergeben, welche zu einer Assistenten-Wohnung benutzt werden sollen.

#### Architektur.

Um das Gebäude so solide als möglich herzustellen, wurde der Rohbau für die Façaden-Architektur gewählt und letztere in italienisch-romanischem Styl entworfen, welcher auch im Innern des Gebäudes consequent durchgeführt ist. Die Façaden sind mit Hohlsteinen von der Hermsdorfer Ziegelei verblendet, die Gesimse etc. mit Formsteinen aus der rühmlichst bekannten Terracotta-Fabrik von Ernst March in Charlottenburg hergestellt. Durch mattgelbe eingelegte Streifenschichten wird der rothbraune Ton der Façaden vortheilhaft gehoben. Alle Gesimse und Fensterabwässerungen sind mit Schieferabdeckungen versehen, die Dächer sämmtlich mit Ohlauer Zink No. 12 auf Leistenmanier eingedeckt. Die Säulen des Portals des Vestibüls sind von Nebra-Sandstein, die achteckigen Pfeiler in dem kleinen Präparirsaal, die Ansatzsteine der Gurtbögen, endlich die Treppenstufen und Podeste aus schlesischem Granit gefertigt.

#### Innere Einrichtungen.

Wie schon früher bemerkt, sind alle Räume, worin der Verwesungsprocess der Leichen vor sich geht, ebenso auch sämmtliche Corridore, Garderoben und das Vestibül überwölbt, die Fußböden asphaltirt, Decken und Wände mit Oelfarbe gemalt.

Das Vestibül betritt man von der im Rohbau aufgeführten Vorhalle durch eine mächtige Eingangsthür. Mit Kreuzgewölben überspannt, die in seegrünem Ton in Oelfarbe mit braunem Ornamentwerk gemalt sind, haben die Wände einen satten, tiefgrünen Grundton mit breiten ornamentirten Einfassungstreifen erhalten. Der Fußboden ist mit musivischem Fliesenpflaster aus der March'schen Fabrik versehen. Die Thüren hier wie im ganzen Gebäude sind in dunkelbraunem Eichenholzton gestrichen und gemalt, die Thüreinfassungen in Cement gezogen und sandsteinartig, gleich wie die Gurtbögen, Sockel und Pfeiler in Oelfarbe gemalt. Durch einen Kronleuchter mit 3 Gasflammen wird das Vestibül am Abend hell erleuchtet.

An dieses schliessen sich, durch Glaswände getrennt, zwei Garderoben an, die sowohl in den großen als auch in den kleinen Präparirsaal führen. Ersterer ist mit Kreuzgewölben überspannt, welche von 10 eisernen Säulen getragen werden, während die Decke des kleinen Präparirsaales durch Sterngewölbe gebildet wird, deren Gurtbögen auf 2 achteckigen Granitpfeilern ihr Auflager finden. Beide Säle sind durchaus in Oel gemalt, die Fußböden asphaltirt und mit Gefälle versehen; an den tiefsten Punkten fließt das Wasser durch gußeiserne Röhren, welche mit Seiher versehen sind, ab, so

dafs es nicht möglich ist, dafs Abfälle von den Präparaten, welche gesammelt und auf dem Kirchhof beerdigt werden müssen, in die Abflusrröhren gelangen können. An den Fensterbrettern sind Klappische für die Nerven-Präparanden angebracht, und stehen dahinter die Secirtische mit den dazu gehörigen Schemeln. Die Beheizung dieser beiden Säle wird wegen der bedeutenden räumlichen Ausdehnung derselben durch je zwei große gußeiserne Etagenöfen bewirkt. Waschtouilleten mit Hähnen für kaltes und warmes Wasser sind in jedem Saale aufgestellt und zwar in dem großen Präparirsaale 4 Stück, in dem kleinen 2 Stück derselben.

Für die Ventilation sind zweierlei Vorrichtungen vorhanden, welche, da solche sich in allen übrigen Räumen mehr oder minder wiederholen, hier speciell beschrieben werden sollen.

Die erste Ventilations-Vorrichtung besteht darin, dafs unmittelbar über dem Fußboden frische Luft durch einen 6 Zoll im Gevierte großen gemauerten Canal eingeführt wird, der an der Außenseite des Gebäudes durch eine eingesetzte eiserne Zarge, die mit Draht ausgeflochten ist, an der Ausmündung in die Zimmer dagegen mit einem eisernen Schieber, zum beliebigen Oeffnen und Schliessen eingerichtet, versehen ist. Wo diese Zuführungsröhren den Corridor durchschneiden, sind dieselben als Canäle parallel mit den Gurtbögen und an diesen entlang laufend gemauert und liegen daher unterhalb des Fußbodens, weshalb die Ausmündung in den zu ventilirenden Raum in diesem Falle gekröpft wird. Die Auströmungsöffnungen für die verdorbene Luft befinden sich an der gegenüberliegenden Saal- oder Zimmerwand, sind ausen gleichfalls durch eine eiserne mit Draht ausgeflochtene Zarge gegen das Eindringen fremder Körper gesichert, an der innern Wand dagegen durch eine luftdicht schließende eiserne Jalousiethür mit Gegengewicht und Stellstange versehen, welche nach Belieben geöffnet und geschlossen werden kann.

Die zweite Ventilations-Vorrichtung besteht in den Sälen und überhaupt in allen Räumen, worin der Verwesungsprocess von Leichen stattfindet, in vertikalen Dunstzügen aus glasierten Thonröhren, welche bis über das Dach geführt sind. Diese Dunstzüge münden gleichfalls unmittelbar unter den Saal- und Zimmerdecken aus und sind daselbst durch eine drehbare Klappe zu verschliessen, wohinter zur kräftigeren Ansaugung der verdorbenen Luft eine Gasflamme brennt.

Durch die Hebevorrichtung, welche bei dem Auditorium näher beschrieben wird, können die Leichen nicht allein in letzteres, sondern auch in den kleinen Präparirsaal aus dem Leichenkeller gehoben werden; von dort aus geschieht der Transport bis zu den Secirtischen respective bis in den großen Präparirsaal durch Fahrtische mit eisernem Gestell und eisernen mit Gutta-Percha beschlagenen Rädern, welche überdies derartig eingerichtet sind, dafs sie eine beliebige Drehung der Räder gestatten. Figur 13 und 14 Blatt 29 zeigten einen derartigen Fahrtisch.

Sämmtliche Zimmer in den Flügeln sowie die im ersten Stock liegenden Räume haben Balkendecken und gestrichene Patentfußböden und sind in Wasserfarbe gemalt; eine Ausnahme machen hiervon nur das Zimmer für akiurgische Operationen, das Sectionszimmer und das Zimmer für die Aufbewahrung der unvollendeten Präparate, welche Räume in Oelfarbe gemalt sind.

Das große Auditorium besitzt eine lichte Höhe von 36 Fuß und wird durch zwei Fensterreihen hell erleuchtet; die sichtbare Holzdecke ist cassetirt und reich nach romanischen Motiven gemalt. Die 7 Sitzreihen werden aber nicht allein durch die im Innern des Saals befindlichen 4 Holztreppen er-

stiegen, sondern es befinden sich auch außerhalb des Saales zwei eiserne Treppen, welche auf die oberste Sitzreihe führen, damit nicht nur nach beendigter Vorlesung die Studirenden den Saal schnell verlassen können, sondern damit auch während der Vorlesung das Zuspätkommen Einzelner keine Störung verursacht. Die Heizung des Saales wird durch Wasser bewirkt. Auf der obersten Estrade stehen hinter reich ornamentirten und bronzirten Zinkgittern die Röhrenöfen und ebenso sind die Heizröhren unterhalb des Fußbodens und der Treppen geführt, welche zu diesem Behufe mit gußeisernen durchbrochenen Platten respective Vorsetzstufen versehen sind. Ein großer Kronleuchter mit 15 Gasflammen macht den Saal auch für Vorlesungen an Winterabenden brauchbar. Da der untere Raum nur so breit sein darf, als der darin stehende Demonstrationstisch lang ist, damit die Studirenden das darauf liegende Object genau sehen können, so öffnet sich der Saal gegen den Corridor zunächst mit einem Vorraum, worin die Waschoilette, der Wasserausguß, die Tafel und ein Tisch Platz finden. Der Demonstrationstisch (Figur 1 bis 3 auf Blatt 29 a) ist von Eisen construirt und läuft in einer eisernen Rinne auf 4 Messingrädern, welche mit eisernen Schuhen überdeckt sind, um sowohl den Schmutz aus den Rinnen wegzufegen, als auch die Füße der Umstehenden gegen ein Ueberfahren durch den Tisch zu schützen. Die Oberfläche des Tisches bildet einen aus Gußeisen gefertigten Rahmen, welcher in der Mitte auf einem Zapfen ruht und eine Drehung um diese Achse gestattet. Auf diesen Rahmen wird die in einem mit Messingrollen versehenen Messingrahmen ruhende Glasplatte, worauf die Leiche liegt, von der Hebevorrichtung mit der Hand geschoben und durch einen Vorsteckbolzen, an einem Kettel hängend, festgestellt. Wenn umgekehrt, nachdem der Vorsteckbolzen entfernt, die Glasplatte auf die Hebevorrichtung geschoben wird, so tritt eine selbstthätige Arretirung in Wirksamkeit und hält die Glasplatte in unveränderter Lage auf der gedachten Hebevorrichtung fest. Letztere wird durch den Druck der Wasserleitung in Bewegung gesetzt in der Art, daß in einem Cylinder ein Kolben sich bewegt und das Wasser durch das Oeffnen der Zufluß- und Auslaß-Ventile bald unter bald über den Kolben tritt, je nachdem die correspondirenden Ventile geöffnet oder geschlossen werden. Die Hebevorrichtung enthält über dem Aufzug einen schmiedeeisernen Bügel, welcher dazu dient, die Fallthüre im Auditorium zu öffnen, ohne daß durch dieses Oeffnen der Klappe die auf der Platte liegende Leiche beschädigt werden kann. Damit das Wasser in den Röhren durch eine plötzliche Schließung der Ventile nicht in Wallung gerathen und dadurch die Röhren sprengen kann, sind von dem Unterzeichneten sogenannte Niederschraubventile angebracht, da die Erfahrung gelehrt hat, daß durch die alleinige Ausführung eines großen Windkessels dieser Zweck nicht erreicht werden kann.

Zur Communication mit dem Anatomiediener enthält das Auditorium wie auch der große Präparirsaal Sprachrohre mit Signalpfeifen.

Sowohl für das Auditorium als auch für die Zimmer, die zu den mikroskopischen Beobachtungen dienen, sind Tafeln auf Staffeleien, mit Gegengewicht versehen, angebracht. Dieselben bestehen theilweise aus Schieferplatten, theilweise auch aus mattgeschliffenem Milchglas, um darauf mit farbigen Stiften zeichnen zu können.

Alle Möbel sind von polirtem Eichenholz oder, soweit sie mit der Feuchtigkeit in Berührung kommen, von Eichenholz, welches mit heißem Leinöl dreimal getränkt ist. Alle Schränke sind eichenholzartig gemalt. Diejenigen Schränke, in welchen Spiritus-Präparate aufbewahrt werden, sind mit blauem

Papier tapezirt, weil Gläser an Oelfarbe nur zu leicht festkleben, dagegen diejenigen, worin Knochenpräparate aufbewahrt werden, wegen des sich absondernden Knochenöls mit blauer Oelfarbe gestrichen. Die blaue Farbe wurde gewählt, um die Präparate leichter erkennen zu können, da jene zu der Farbe dieser in einem neutralen Verhältniß steht.

In dem chemischen Laboratorium befindet sich der sogenannte Mürlersche Apparat, d. h. ein Heerd mit Sandbad und Ventilationsschrank, ein Trockenschrank, Bunsenscher Verbrennungs-Apparat etc.

Alle Corridore, Treppenture und die Hauptzimmer sind mit Gasbeleuchtung versehen; überall sind Feuerhähne angebracht, und die daran anzuschraubenden Schläuche mit Anschraubgewinde zum Abspritzen der Decken und Wände beschafft worden. Ebenso sind in allen Räumen, worin secirt wird, Waschoiletten aufgestellt, die mit Hähnen für kaltes und warmes Wasser versehen sind.

Es verbleibt nunmehr, was das Hauptgebäude anbelangt, nur noch die Beschreibung der im Souterrain getroffenen inneren Einrichtungen übrig.

Der Leichenkeller besitzt als einziges Mobiliarstück die Pritschen, worauf die entkleideten Leichen gereinigt und aufbewahrt werden, er hat Gas- und Wasserleitung und steht unmittelbar mit der Hebevorrichtung, durch eine eiserne Wendeltreppe aber, welche sich in einem durch eine Glaswand abgeschlossenen Vorraum befindet, auch mit dem Erdgeschos in Verbindung.

An den Leichenkeller stößt der Eiskeller, um bei eintretender warmer Witterung die Leichen direct dorthin schaffen und aufbewahren zu können. Die Umfassungsmauern desselben sind mit Isolirsichten gemauert und haben Holzverkleidung erhalten. Das Gewölbe ist doppelt, der Fußboden wasserdicht gemauert und mit einem Abflußrohr für das sich bildende Schweißwasser versehen.

Neben dem Leichenkeller liegt ferner die anatomische Küche mit 2 eisernen Injectionskasten, worin die Leichen zuerst in warmem Wasser erwärmt und injicirt werden, worauf die Abkühlung derselben in dem zweiten Injectionskasten, der nur kaltes Wasser enthält, erfolgt.

An diesen Raum schließt sich das Zimmer zum Zerlegen der Leichen und demnächst die anatomische Waschküche an.

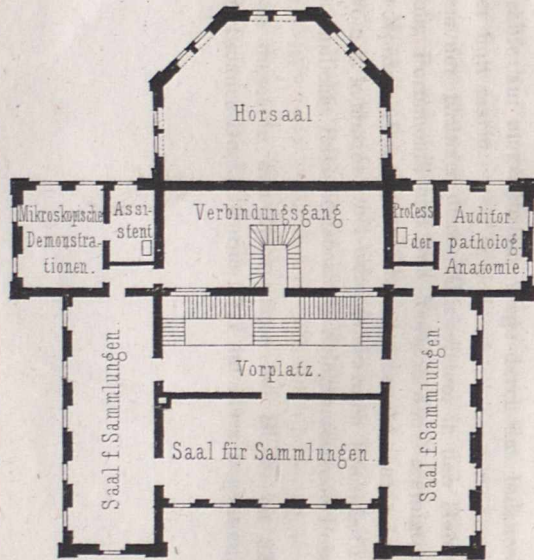
Links vom Mittelbau liegt die Heizvorrichtung des Auditoriums sowie der Heißwasserkessel für die Speisung der Waschoiletten in den verschiedenen Räumen des Gebäudes, deren Construction aus Figur 2 bis 7 auf Blatt 29 ersichtlich ist.

Im rechten Flügel des Souterrains liegen außer der Anatomiediener-Wohnung noch die Waterclosets für die Studirenden.

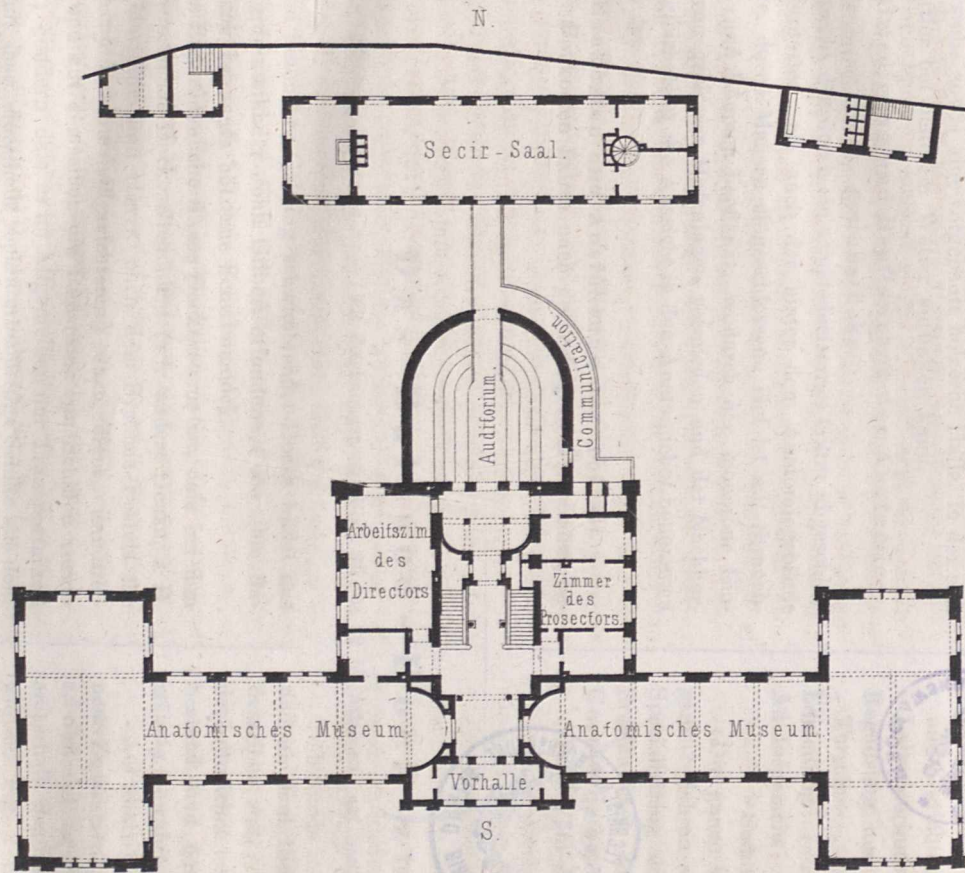
#### Entwässerung des Gebäudes.

Die Entwässerung des Gebäudes geschieht durch glisirte Thonröhren, welche sich unter dem Portalbau zu einem Hauptstrang vereinigen und die Unreinigkeiten in eine auf dem rechten Hofe gelegene Senkgrube abführen. Dieselbe besteht aus zwei Gruben, die durch eine Mauer getrennt, wasserdicht gemauert und überwölbt sind, auch Einsteigöffnungen, mit Granitplatten verschlossen, besitzen und mit eingemauerten Steigeisen versehen sind. In der ersten Grube, worin auch durch ein besonderes Rohr die Unreinigkeiten aus dem Macerationsgebäude geführt sind, lagern sich die festen Theile ab, während die flüssigen durch enge Gitter in die zweite Grube fließen, woselbst eine nochmalige Ablagerung stattfindet. Aus dieser letzten Grube führt ein Abzugsrohr nach

in München. Erste Etage.

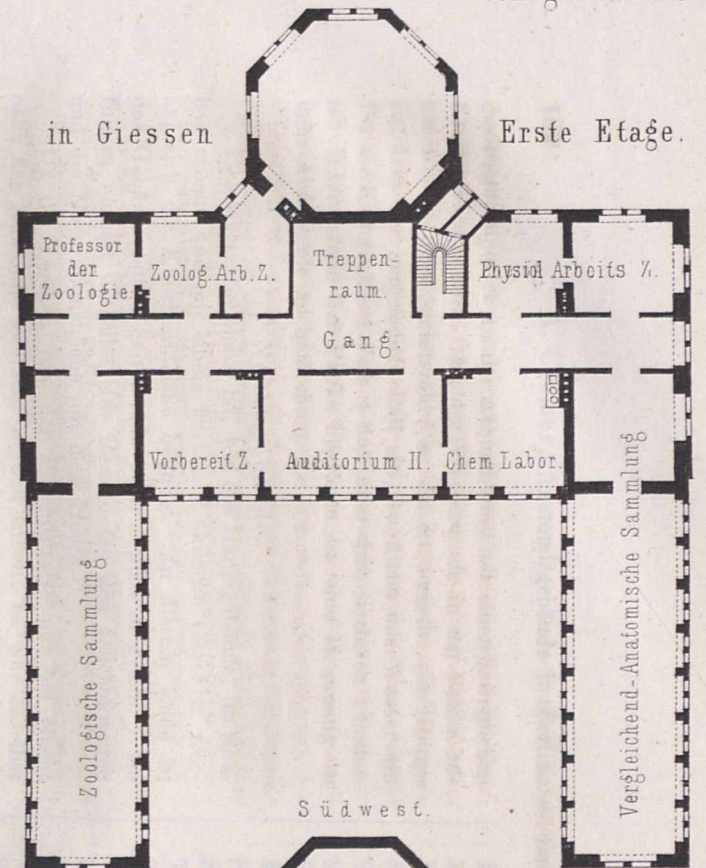


in Heidelberg.

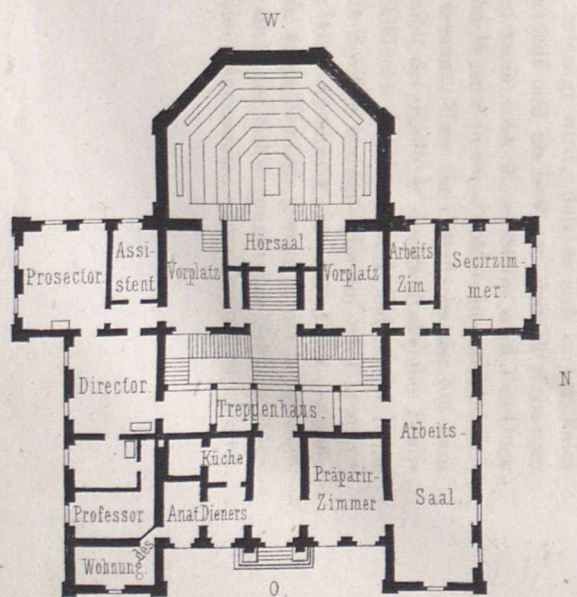


in Giessen

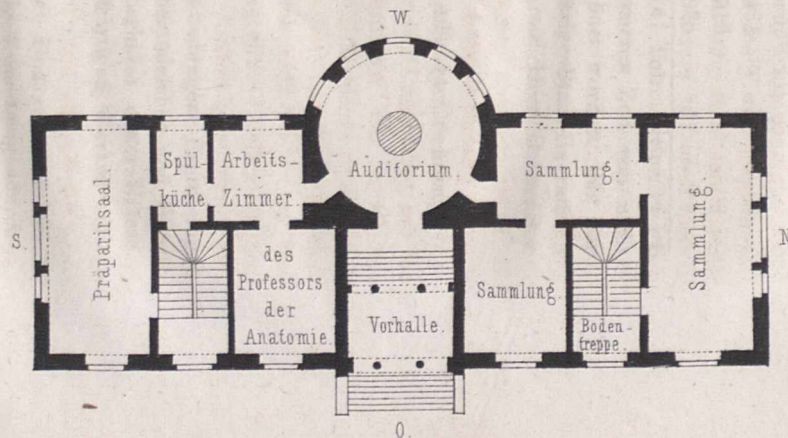
Erste Etage.



in München. Erdgeschoss.

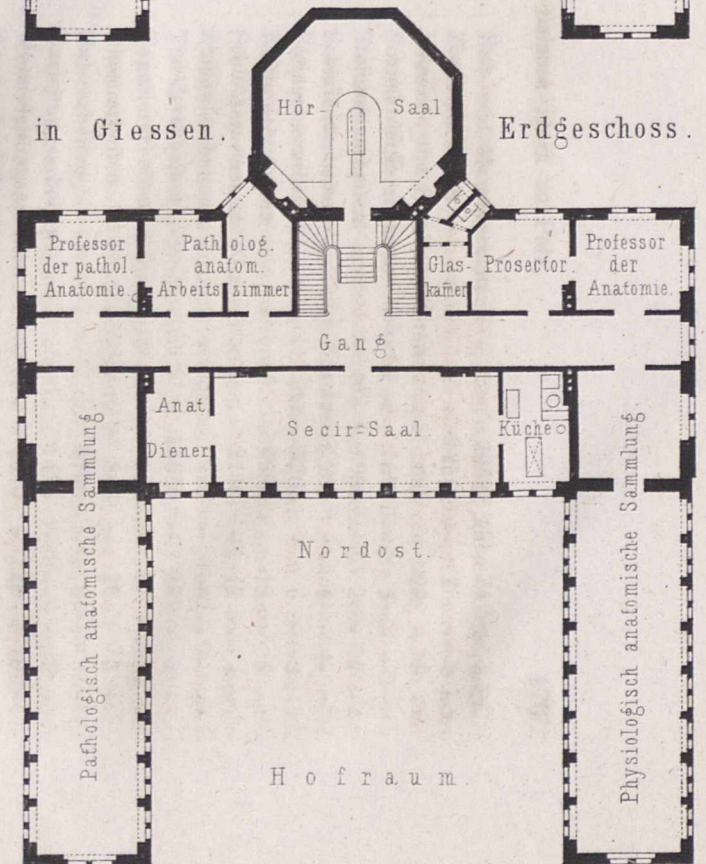


in Göttingen.



in Giessen.

Erdgeschoss.



der Panke und ist an der Ausmündung mit einer beweglichen Klappe verschlossen. Ist der Wasserdruck in der Panke höher wie in dem Abflußrohr, so drückt derselbe die Klappe zu, tritt der umgekehrte Fall ein, so fließt das Wasser ab. Da die Kellersohle 1 Fuß 1 Zoll über dem höchsten bekannten Wasserstand der Panke liegt, so ist eine Hemmung in dem Abfluß nie zu befürchten.

#### Nebengebäude.

Das Macerationshaus ist, wie das Hauptgebäude, im Rohbau erbaut und mit einem flachen Zinkdache versehen, worauf sich die Knochenbleiche befindet. Zu diesem Ende ist das Gebäude auf 3 Seiten mit einer Attika umgeben. Im Innern enthält dasselbe eine Remise für den Leichenwagen und die Macerationsküche mit dem Heerd.

Da die Leichen von der Philippstraße nur bei Nacht nach der Anatomie gebracht werden sollen, so war daselbst die Anlage eines Gitterthorweges und eines Portierhauses erforderlich. Demzufolge enthält das im Rohbau construirte und mit übertretendem Dach versehene Portierhaus nur eine Portierstube sowie eine vorgebaute hölzerne Halle, in der sich der Portier bei heiterem Wetter aufhalten kann.

#### Einfriedigung und Bepflanzung des Anatomiegrundstücks.

Sowohl der durch ein schmiedeeisernes Gitter abgeschlossene Vorgarten, als auch der hinter dem Anatomiegebäude liegende, durch Mauern eingeschlossene Hof ist mit Strauchpartien und Bäumen bepflanzt, wodurch der monotone Eindruck von größeren Hofanlagen vermieden und der Nachbarschaft gleichzeitig die Aussicht in den Anatomiehof benommen worden ist.

#### Baukosten und Ausführung der Anstalt.

Die Baukosten haben nach der erfolgten Abrechnung betragen:

Erd- und Maurerarbeiten . . . . .	76322	Thlr.	24	Sgr.	3	Pf.
Zimmerarbeiten . . . . .	12562	-	28	-	2	-
Lehmer- und Staakerarbeiten . . . . .	425	-	22	-	6	-
Schieferdeckerarbeiten . . . . .	670	-	5	-	-	-
Steinmetzarbeiten . . . . .	6930	-	2	-	7	-
Schmiedearbeiten . . . . .	2283	-	1	-	-	-
Steinsetzerarbeiten . . . . .	3263	-	6	-	3	-
Klempnerarbeiten . . . . .	4698	-	15	-	8	-
Schlosserarbeiten . . . . .	2196	-	12	-	4	-
Zinkgußarbeiten . . . . .	276	-	-	-	-	-
Tischlerarbeiten . . . . .	14636	-	23	-	3	-
Tapezierarbeiten . . . . .	610	-	27	-	1	-
Glaserarbeiten . . . . .	848	-	27	-	3	-
Malerarbeiten . . . . .	5756	-	6	-	9	-
Gasleitungsarbeiten . . . . .	1434	-	-	-	2	-
Wasserleitungsarbeiten . . . . .	4620	-	28	-	10	-
Eisengußarbeiten . . . . .	4509	-	21	-	3	-
Asphaltarbeiten . . . . .	2551	-	29	-	-	-
Töpferarbeiten . . . . .	1266	-	19	-	6	-
Wasserheizung, Hebevorrichtung und Einrichtung des chemischen Laboratoriums . . . . .	4353	-	28	-	5	-
Regulirung und Bepflanzung des Terrains . . . . .	1481	-	21	-	8	-
Bauleitung . . . . .	4015	-	1	-	3	-
Ad Insgemein . . . . .	1025	-	17	-	9	-
Summa aller Arbeiten	156741	Thlr.	9	Sgr.	11	Pf.

Die ganze Bauanlage ist in der kurzen Zeit von nicht ganz 2 Jahren ausgeführt und abgerechnet worden. Mit der Specialleitung des Baues waren der jetzige Stadt-Baurath in Breslau Herr Zimmermann und darauf Herr Baumeister Cornelius betraut.

Berlin, im Juni 1865.

Albert Cremer.

## Das Balance-Dock zu Pola.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 30 bis 32 im Atlas und auf Blatt G im Text.)

Eine besondere Gattung schwimmender Docks bildet das vom Nordamerikaner John Gilbert erfundene, von ihm *Balance-Dock* benannte hölzerne Schwimmdock.

Das Eigenthümliche dieses Docksystems ist, daß bei ihm das schwimmende Dock selbst nicht (wie andere Docks, z. B. die in Marseille und Havre nach dem Systeme Pestels für die Mercantilmarine eingerichteten) dazu dient, unmittelbar in und auf demselben die Reparatur von Schiffen vorzunehmen, sondern daß es im Allgemeinen nur Transportmittel ist, womit man einestheils reparaturbedürftige Schiffe aus dem Wasser hebt und in ein gemauertes Bassin befördert, um sie aus diesem auf Schleifbahnen (Hellinge) zu ziehen, auf denen sie dann reparirt werden, andernteils aber in solcher Weise reparirte Schiffe auf umgekehrtem Wege durch das Balance-Dock wieder flott macht.

Nachdem der Erfinder dieses Docksystem in den Häfen von Pensacola, Portsmouth und New-York in den Vereinigten Staaten von Nordamerika zur Ausführung gebracht, wurde derselbe 1856 vom k. k. Marine-Ober-Commando nach Triest berufen, um ein ähnliches Balance-Dock im Kriegshafen von Pola auszuführen.

Der Bau dieses in den Zeichnungen auf Bl. 30 bis 32 dargestellten Balance-Docks wurde 1857 im März begonnen,

und im Juni 1860 fand die contractlich bedungene Erprobung desselben statt, welche in Hebung, Anslanzziehen und Wiederflottmachen eines Schrauben-Linienschiffes erster Klasse bestand und das Gelingen dieses großartigen Werkes vollständig bewährte.

Auf Blatt 30 giebt Fig. 1 das ganze Docksystem in seinem Zusammenhange im Grundriß, Fig. 3 im Längendurchschnitt. A in Fig. 1 zeigt die Stellung des Balance-Docks außerhalb des Bassins, wo dasselbe an die 4 Pfahlwerke *a a*, wie aus Fig. 2 ersichtlich zusammengesetzt, mittelst starker Eisenringe und vertikal durch dieselben geschobener runder Holzstämme derart befestigt wird, daß es sich in vertikaler Richtung ungehindert auf und ab bewegen, jedoch nicht vom Pfahlwerke entfernen kann. An dieser Stelle wird das Dock durch Einpumpen von Wasser in seine hohlen Boden- und Seitenwände so tief versenkt, daß die Oberfläche der auf dem Dockboden genau nach der Kiellinie des zu dockenden Schiffes vorbereiteten Kielblöcke ungefähr um 1 Fuß tiefer liegt, als die Tauchung des Schiffes beträgt. Hierauf wird letzteres von seinem Ankerplatze vorsichtig in das Dock bugsirt, und so gestellt, daß seine Kiellinie genau in die Längsaxe des Docks, so wie auch der Schwerpunkt des Schiffes möglichst genau in die Längsmittle des Docks zu liegen

kommt. Nachdem dann das Schiff in dieser Lage mittelst Taue und über Wasser angebrachter Stützen an die Dockwände befestigt worden, wird aus den hohlen Räumen des Docks durch die an seinen beiden Seitenwänden angebrachten Dampf-pumpwerke das Wasser so lange ausgepumpt, bis der Kiel des Schiffes und endlich auch die Oberfläche des Dockbodens über dem Wasserspiegel erscheint.

Wenn es möglich wäre, das Dock so zu construiren, daß sein Schwerpunkt mit dem geometrischen Schwerpunkte seiner Grundriffsform genau zusammenfielen, und ferner den Schwerpunkt des Schiffes genau in dieselbe Vertikallinie mit jenem des Docks zu bringen, so müßte das Dock während seiner Auspumpung und successiven Hebung immer in vollkommen horizontaler Lage verbleiben. Da jedoch eine so genaue Vertheilung der Masse nie zu erreichen ist, so wird an dem Dock eine Einrichtung erfordert, welche ermöglicht, die während der Hebung entstehenden Abweichungen von der horizontalen Lage in jedem Augenblicke auszugleichen. Zu diesem Behuf ist der hohle Dockboden sowohl nach seiner Längen- als Querrichtung durch mehrere vertikale wasserdichte Scheidewände in einzelne Kammern abgetheilt, welche durch hermetisch verschließbare Schleusenventile sowohl unter sich, als auch mit dem äußern Wasser und den beiden Pumpenkammern in Verbindung stehen. Alle diese Schleusenventile können mittelst eiserner Stangen, welche auf dem obern Deck der Seitenwände in Schraubenspindeln enden, von hier aus gehoben und gesenkt, d. h. geöffnet und geschlossen werden, und hat es somit der Dockmeister in der Hand, nach Belieben in jede einzelne Kammer mehr oder weniger Wasser ein- oder aus derselben ausströmen zu lassen und solchergestalt das Dock während der Hebung und Senkung fortwährend in horizontaler Lage zu erhalten oder zu *balanciren*, woher der Name „Balance-Dock“. Dessen ungeachtet wächst, je höher das Schiff aus dem Wasser gehoben wird, desto mehr seine Tendenz, sich nach einer oder der andern Seite zu neigen, und desto kräftiger muß es also gegen die Dockwände verstützt werden. Dieses geschieht theils mittelst am Dock permanent vorhandener Vorrichtungen (drehbare und zum Verlängern und Verkürzern eingerichtete horizontale Stützbalken am Obertheil der inneren Dockwände, dann Flurklötze auf dem Dockboden, welche unter Wasser unter den Schiffsbauch vorgeschoben werden können), theils durch Anbringung hölzerner Stützsäulen aus starkem Tannenholz, und zwar successive während der Hebung derart, daß in dem Augenblicke, wo der Kiel sich über die Wasserfläche heraushebt, auch die Verstärkung bereits vollständig bewirkt sein muß.

Nunmehr wird das Dock durch das Ausheben der vertikalen Durchschubriegel von den Pfahlwerken gelöst, vorsichtig in das Bassin *B* Fig. 1 bugsirt, mit seiner Mittellinie genau in die Verlängerung einer der beiden Schleifbahnen gestellt, und endlich so viel Wasser in den hohlen Dockboden eingelassen, daß er sich auf den horizontalen Bassinboden feststellt. *C* in Fig. 1 und Fig. 3 zeigt das Balance-Dock in dieser Stellung, und zwar vor der linksseitigen Schleifbahn *F*.

Sobald nach der Einführung des Docks in das Bassin die Ebbe eintritt, wird die Bassin-Einfahrt *D* durch die Einsetzung des in Fig. 1 mit punktirten Linien angedeuteten eisernen Schwimmthores geschlossen, um die Ueberfluthung der ebenen Bodenfläche des Docks bei wieder eintretender Fluth zu verhindern; außerdem wird dem Schwimmthore auf seiner äußeren Seite das hölzerne Floß *E* vorgelegt, um jenes gegen zufällige Beschädigungen durch Körper, welche auf dem Meeresspiegel schwimmen, zu schützen.

Demnächst werden dem Schiffe 3 Doppelreihen eichener

Schleifbalken *bb*, und zwar eine unter dem Kiel und zwei zu beiden Seiten, so untergelegt, daß dieselben die genaue Fortsetzung derjenigen Schleifbahn am Lande bilden, vor welche das Dock gestellt wurde; auf diesen Schleifbalken wird der Schlitten *g* Fig. 3 (durch Fig. 7 bis 10 auf Blatt 31 im Detail dargestellt) aus seinen einzelnen Bestandtheilen zusammengesetzt, und auf diesem die sogenannte Wiege aus Holzklotzen und Tauwerk hergestellt, welche den Raum zwischen dem Schlitten und dem Bauche des Schiffes ausfüllt, sich nach der punktirten Curve *n o p* Fig. 3 an denselben zu beiden Seiten des Kieles anschmiegt, und eine solide Unterstützung des Schiffes während des Anlandziehens bildet. Während dieser zuletzt beschriebenen Operationen müssen die Kielblöcke, Flurklötze und die sonstige während der Hebung des Schiffes aus dem Wasser angebrachte provisorische Verstärkung successive durch die Lösung der unterlegten Keile gelockert und entfernt werden, so daß das Schiff hiernach mit seiner ganzen Last in der Wiege, und mittelst dieser auf dem Schlitten ruht.

Mittlerweile ist die locomobile hydraulische Presse sammt ihrem Dampfkessel aus dem Maschinenhause *G* Fig. 1 auf dem doppelten Schleifbalken *i* bis zur Drehscheibe *h*, sodann von da auf dem mittleren Schleifbalken *e* der Schleifbahn *F* an das untere Ende dieser letzteren geschleift, woselbst sie in *c* und *d* Fig. 3 festgestellt wird, indem starke eiserne Riegel sowohl durch die an den Cylindern der hydraulischen Presse beiderseits angegossenen eisernen Lappen, als auch durch die in dem mittleren Doppelschleifbalken *e* in je  $8\frac{1}{2}$  Fufs Entfernung von einer bis zur andern Seitenfläche durchgestemmen Löcher geschoben werden. An den 15 Zoll starken Kolben *i* Fig. 5 der hydraulischen Presse ist der massive eiserne Klotz *k* befestigt, mit welchem beiderseits die starken Eisen-schienen *l l* fest verbunden sind, deren Enden den Kopf *m* des Schlittens umfassen, und mit diesem ebenfalls wieder durch starke eiserne Durchschubriegel zusammengehängt sind. Auf den horizontal liegenden Cylinder der hydraulischen Presse sind zwei vertikale Dampfzylinder gestellt, deren Kolbenstangen eine in der Höhe angebrachte horizontale Welle in Rotation und durch diese mittelst excentrischer Scheiben 5 kleine Pumpen in Betrieb setzen. Diese pumpen Wasser aus einem unter dem Dampfkessel angebrachten Reservoir in den Cylinder der hydraulischen Presse, wodurch der Kolben *i* mit dem Klotz *k* vorwärts getrieben und dem Beschauer das staunenerregende Schauspiel bereitet wird, den Schlitten sammt dem darauf ruhenden Schiffscolosse zwar langsam aber mit der größten Ruhe und Gleichförmigkeit, ohne das mindeste Geräusch, auf den wohl geschmierten Schleifbalken vorwärts gleiten zu sehen.

Sobald der Kolben um seine ganze Länge von  $8\frac{1}{2}$  Fufs herausgeschoben ist, wird das Einpumpen von Wasser in den Presszylinder eingestellt, die hydraulische Presse durch das Herausziehen der Durchschubriegel von den Schleifbalken losgemacht, und dann das Pumpwerk in entgegengesetztem Sinne in Bewegung gesetzt, wobei die Einrichtung getroffen ist, daß der mit einer flachkantigen Schraube als Führungsstange versehene Kolben *i* sich um seine Axe dreht, wieder in den Cylinder zurücktritt und weil er mit seinem vorderen Ende an den Klotz *k* angehängt ist, den Cylinder der hydraulischen Presse an sich zieht. Dieser rückt solchergestalt um die Kolbenlänge von  $8\frac{1}{2}$  Fufs, d. i. bis zum nächstfolgenden Durchschubloch der Schleifbahnen vor, wo er wieder befestigt wird. Durch das Eindringen des Kolbens in den Presszylinder ist das in demselben enthaltene Wasser in das Reservoir zurückgedrängt worden, die vorbeschriebene Operation kann daher

sogleich von Neuem beginnen und wird so oft wiederholt, bis das Schiff den ihm bestimmten Platz auf der Schleifbahn einnimmt. Hier wird nun die Last des Schiffes von der Wiege und dem Schlitten auf eine gewöhnliche Verstützung übertragen und somit der Schlitten zu anderweitiger Benutzung wieder frei.

Um ein Schiff nach beendeter Reparatur wieder auf das Balance-Dock und mittelst desselben in's Wasser zu bringen, werden genau dieselben Operationen, wie beim an's Land ziehen, nur in umgekehrter Ordnung vorgenommen, weshalb dieselben keiner weitläufigen Beschreibung mehr bedürfen.

Jede der beiden unter einander parallel, von Mitte zu Mitte  $92\frac{3}{4}$  Fufs von einander entfernt angelegten Schleifbahnen  $F$  und  $F'$  in Fig. 1 ist lang genug, um darauf zwei Linienschiffe ersten Ranges hinter einander aufstellen zu können, wie in der Zeichnung mit punktirten Linien angedeutet ist, und ruht auf festen Mauerfundamenten, deren Breite und gegenseitige Entfernung jener der Längenhölzer des Schlittens genau entsprechen muß. Senkrecht auf die beiden äußeren Schleifbalken jeder Schleifbahn sind in Entfernungen von je  $5\frac{1}{4}$  zu  $5\frac{3}{4}$  Fufs die Stützenfundamente angebracht, welche als solide Basis für die Verstützung der Schiffe dienen. Nur da, wo der Boden des Arbeitsplatzes durch soliden Felsgrund gebildet wird, ist die Anbringung solcher Stützfundamente nicht für nothwendig erachtet worden. — Der zwischen den beiden Schleifbahnen in der Mitte gelegene Längenschleifbalken  $g$ , die beiden Querschleifbahnen  $i$  und  $i'$ , und die Drehscheiben  $h$  und  $h'$ , mit welchen sich auch ein 20 Fufs langer Theil des auf ihnen ruhenden Schleifbalkens dreht, dienen dazu, um, nachdem die hintere Hälfte der Schleifbahnen bereits durch zwei aufgezoogene Schiffe bestellt ist, die hydraulische Presse wieder gegen das Bassin vorführen zu können, um noch ferner zwei Schiffe an's Land zu schleppen.

Sonach können mittelst dieses Docksystems nicht nur vier der größten Kriegsschiffe (von 60 Fufs Breite und 260 Fufs Länge über Deck) auf den Schleifbahnen gleichzeitig jeder Reparatur unterzogen werden, sondern es bleibt auch das Balance-Dock selbst noch verfügbar, um Schiffe, welche nur der Reinigung von den unter Wasser angesetzten Algen und Muscheln, der Ausbesserung in der Bekupferung, oder anderer Reparaturen von geringer Dauer bedürfen, oder nur besichtigt werden sollen, zu heben und in das Bassin zu bringen, wo die erwähnten Arbeiten ohne Anstand vorgenommen werden können. Das Balance-Dock im Verein mit dem Bassin und den Schleifbahnen leistet daher den Dienst von 5 gemauerten Trockendocks, und bietet überdies den Vortheil, daß bei reparirten oder neu auf den Schleifbahnen gebauten Schiffen die gewaltsame und für die riesenmäßigen Schiffskörper der Neuzeit unter allen Umständen schädliche Operation der Stapellassung erspart wird.

Uebergend nun zur näheren Beschreibung der Construction, so unterscheiden sich an dem gesammten Bauwerk drei Haupttheile, nämlich  $A$  das hölzerne Balance-Dock,  $B$  das gemauerte Bassin und  $C$  die Schleifbahnen oder Hellinge.

#### A. Das hölzerne Balance-Dock.

Dasselbe ist auf Blatt 31 durch Fig. 1 im Grundriß, Fig. 2 im Querprofil und Fig. 3 im halben Längenprofil dargestellt. Es besteht aus einem 300 Fufs (englisch) langen, 108 Fufs breiten und mit Inbegriff der obern und untern Verschalung  $11\frac{1}{4}$  Fufs hohen hohlen Boden. Längs den beiden Langseiten sind auf den Boden hohle Wände von  $30\frac{3}{4}$  Fufs Höhe in 11 Fufs 5 Zoll äußerem Abstände von jenen vertikal aufgestellt, so daß zwischen ihnen die lichte Weite des Docks mit  $84\frac{1}{2}$

Fufs verbleibt. Der rechte Winkel, welchen sie mit der Oberfläche des Dockbodens bilden würden, ist durch schräge Flächen abgestumpft. Die beiden kürzeren Seiten des Rechtecks, welches der Dockboden bildet, sind zum Behuf der Ein- und Ausführung der Schiffe offen gelassen.

In der Längenmitte der beiden hohlen Seitenwände sind zwei Dampfumpwerke angebracht, von welchen jedes 50 Pferdekraft besitzt und mit 6 Pumpencylindern von  $2\frac{1}{2}$  Fufs und einem von  $1\frac{1}{2}$  Fufs Weite arbeitet. Von diesen 7 Pumpencylindern stehen je 4 mit dem unteren Ende 14 Zoll, die zwei nächsten gegen die Mitte zu, 8 Zoll, endlich der mittelste engere nur 3 Zoll hoch über der Oberfläche des unteren Dockbodens. Diese Anordnung hat den Zweck, so lange das Wasser im innern Dockraum noch hoch steht, mit den 4 äußeren Cylindern, zu welchen das Wasser ungehindert zuströmt, möglichst ausgiebig pumpen zu können; fällt dann der Wasserstand bis nahezu auf 14 Zoll, so wird nur mit den zwei nächsten Cylindern gearbeitet, und mit dem kleinen mittleren Cylinder endlich wird dann das letzte Wasser bis auf 3 Zoll Höhe ausgepumpt. Das Getriebe der Pumpwerke, die Dampfmaschinen und die Dampfkessel stehen auf dem Oberdeck der Seitenwände, welches an dieser Stelle entsprechend verbreitert und mit einem Maschinenhäuschen aus schwachem Holzwerk überdeckt ist.

Das Dock selbst wurde des leichteren Bezuges der Materialien und Arbeitskräfte wegen nicht in dem an Hilfsquellen noch armen Hafen von Pola, sondern auf der Insel San Pietro di Castello in Venedig erbaut, und nach seiner Vollendung nach Pola übergeführt. Zu diesem Zwecke wurde eine hinlänglich geräumige und zur künftigen Stapellassung des Docks günstig beschaffene Baustelle am Ufer der genannten Insel durch aufgestellte Stapelklötze und darüber gelegte Langschweller zu einer vollkommen horizontalen Bau-Ebene in der Höhe von ungefähr 10 Fufs über dem Erdboden hergerichtet und sodann hierauf die Balkenlage  $a$  (Fig. 2 und 3 Blatt 31) des untern Dockbodens aus 12 Zoll im Quadrat behauenen Fichtenstämmen, von einem Stirnende des Dockes anfangend gelegt. Jede Reihe Balken wurde dabei aus 2 bis 3 an ihren Stirnenden mittelst kurzer Zapfen und Niete verbundenen Stücken gebildet und jede folgende Reihe in Entfernung von 2 zu 2 Fufs ihrer Länge mittelst horizontal durch sie hindurchgetriebener Holznägel von  $1\frac{1}{2}$  Fufs Länge und  $1\frac{1}{4}$  Zoll Stärke an die vorhergehende Reihe befestigt. Die Seitenflächen der Balken, in der obern Hälfte etwas nach innen geneigt behauen, bildeten oberhalb, wie in Fig. 4 ersichtlich, klaffende Fugen, welche mittelst getheerten Wergs und eingetriebener Holzkeile sorgfältig gedichtet wurden. Sodann erhielt die Oberfläche der Balkenlage einen Anstrich mit Theer, wie ein solcher überhaupt bei den Stofs- und Aufsenflächen sämtlicher Bauhölzer des Docks mit Sorgfalt angewendet wurde.

In die Oberfläche der Balkenlage wurden parallel mit der Längenaxe des Docks 9 doppelte Reihen 8- und 10zölliger Buchenhölzer,  $b$   $b$  Fig. 2,  $1\frac{1}{2}$  Zoll tief eingelassen, die Zwischenfelder  $c$  mit einer Schalung aus 5 Zoll starken fest eingezwängten lärchenen Pfosten ausgefüllt, diese Hölzer mit 10 Zoll langen Holznägeln an die Balkenlage  $a$  befestigt und auch die Stofsungen dieser zweiten Holzlage auf die vorbeschriebene Weise gedichtet (kalfatert).

Auf diese doppelte Holzunterlage wurden nun 5 Fufs englisch im Mittel von einander entfernt, die 60 Hauptgerippe des Dockbodens gestellt, welche aus den 15- und 16zölligen Unterschwellen  $d$ , den ebenso starken Oberschwellen  $e$ , den 15- und 24zölligen Mittelstreben  $f$ , den 15- und 20zölligen Seitenstreben  $g$ , endlich den 12 Zoll im Quadrat starken Win-



kelstreben  $h$  und den 15- und 16zölligen Stützsäulen  $i$ , durchgehend aus Eichenholz bester Qualität, bestehen und in ihren Verbandstücken sowohl unter sich, als auch mit der untern Balkenlage  $a$  durch eine große Anzahl 10 bis 12 Linien starker Schraubenbolzen aus galvanisch verzinktem Eisen fest verbunden wurden.

In der Mittellinie des Docks, als feste Unterlage für den Kiel der zu dockenden Schiffe, wurde die vom untern bis zum obern Dockboden reichende 15 Zoll starke eichene Balkenwand  $n$  hergestellt, deren einzelne Lagen ebenfalls durch Eisenbolzen unter sich und mit dem Boden fest verbunden sind.

Zur festen Verbindung des obern mit dem untern Dockboden wurde jedes Hauptsprenghwerk mit 8 durch Keile angezogenen Bändern  $\alpha$  Fig. 2 aus galvanisch verzinktem Eisen, deren Detail aus Fig. 4 und 5 zu entnehmen ist, umschlungen, ferner sind zu diesem Zwecke, beiderseits von der Dockmitte 23 Fuß entfernt, über die unteren Querschwellen  $d$  die zwei doppelten Langschwellen  $p$  aus 15- und 16zölligem Eichenholz, und daselbst über die oberen Querschwellen  $e$  die doppelten Langschwellen  $q$  aus einem 15- und 18- und einem 15- und 16zölligen Eichenbalken auf die ganze Länge des Docks gelegt und auf die in Fig. 4 bis 6 detaillirte Weise mit gitterartig sich kreuzenden  $2\frac{1}{2}$  Zoll starken Schraubenbolzen und gußeisernen Anzugsplattten fest gegen einander angezogen.

Zwischen je 2 dieser Hauptsprenghwerke, welche dem Dock die erforderliche Steifheit nach der Quere zu geben bestimmt sind, liegt auf dem untern Dockboden noch eine schwächere Querschwelle  $d'$ , Fig. 3 und 4, aus 6- und 12zölligem Eichenholz flachkantig, und unter der Verschalung des obern Dockbodens eine solche  $e'$ , Fig. 3 und 4, aus 7- und 12zölligem Eichenholz hochkantig. Zur festen Verbindung dieser 60 Hauptgerippe unter einander nach der Länge des Docks dienen, nebst der bereits erwähnten Balkenwand  $n$  und den Langschwellen  $p$  und  $q$ , auch noch (Fig. 3) die doppelten eichenen Langschwellen  $o$ ,  $o'$  am untern, und die einfachen,  $s$ ,  $s'$  am obern Dockboden.

Auf die Unterschwelle  $d$  jedes zweiten Hauptgerippes ist jederseits eine 15- und 16zöllige lärchene Hauptsäule  $r$ ,  $r'$  der innern Seitenwände in der Art aufgezapft, daß abwechselnd je eine  $r$  mit ihrer der Dockmitte zugekehrten Ansichtfläche in der innern Wandfläche, die folgende  $r'$  aber um 8 Zoll weiter zurücksteht. Zwischen diesen Hauptsäulen sind unterhalb die 8- und 16zölligen Kreuzstreben  $x$  und oberhalb die 8- und 12zölligen  $y$  so eingesetzt, daß sie sich mit den Säulen  $r$  auf ihrer Rück- und mit jenen  $r'$  auf ihrer Vorderseite bündig überschneiden. Zwischen je zwei Hauptsäulen sind ferner zwei bis zum untern Dockboden herabreichende längere Zwischensäulen  $z$ , und zwei bloß bis zum Knie der innern Dockwand reichende kürzere  $z'$  aus 8 Zoll im Quadrat starkem Kiefernholz (aus Georgia in Nordamerika, einer Holzgattung, welche unserem einheimischen Lärchenholz an Güte gleichkommt) angebracht.

Die schrägen Träger  $l$  sammt den Stützen  $m$  aus eben solchem, 8 und 12 Zoll starken Kiefernholz bilden das Gerippe des schrägen Theils der innern Dockwände, welches mittelst der Spreizriegel  $k$  aus 10- und 12zölligem Kiefernholz gegen die Dockmitte verspreizt ist.

Die beiden äußern Seitenwände werden einfach durch 1 Fuß 8 Zoll im Mittel von einander entfernte kieferne 8 und 12 Zoll starke Wandsäulen  $z''$  gebildet, welche auf der Balkenlage des untern Dockbodens aufstehen. Ganz gleich ist auch das Gerippe der beiden Stirnseiten des Docks construirt.

Als Längenverbindung der äußern Seitenwände dienen

die beiden Sprengbögen  $t$ , welche aus 6 Lagen flachkantig übereinander gelegter Hölzer bestehen, und durch verzinkte Eisenbolzen sowohl in sich, als auch an ihren Fußpunkten mit den Langschwellen  $o$  fest verbunden sind; in die innere Fläche der äußeren Wandsäulen sind sie 2 Zoll tief eingelassen, und bei jeder Kreuzung durch 6 horizontale Eisenbolzen an jene angeschraubt.

Die beiden inneren Seitenwände mit ihren Kreuzverstrebrungen, so wie die beiden äußeren mit ihren Bogengerüsten bilden 4 Träger von außerordentlichem Tragvermögen, welche dem Dock auch nach der Längenrichtung eine vollkommene Steifheit verleihen.

Die lärchenen Langschwellen  $u$  und  $v$ , welche mittelst der Streben  $w$  verbunden sind, befestigen die äußeren und inneren Seitenwände unter einander; die 6 und 9 Zoll starken obern Querschwellen  $w'$  tragen die Verschalung des Oberdeckes, und die 8- und 15zölligen eichenen Kopfschwellen  $a'$  bilden die Krönung der äußern und innern Wandbeplankung.

Am Fulse der Außenwand des Dockes laufen ringsum vier übereinander liegende Eichenbalken von 12 Zoll im Quadrat, welche auf der Balkenlage des Dockbodens aufruhren, und sowohl mit diesem, als auch unter sich und mit den äußern Wandsäulen und Bodenschwellen durch eiserne Schraubenbolzen fest verbunden sind. Ueber denselben bis in das Niveau des obern Dockbodens ist die äußere Beplankung aus 6 Zoll dickem, und die ganze übrige Beplankung der äußeren und inneren Wände, so wie auch jene des obern Dockbodens aus 4 Zoll starkem Lärchenholz, endlich die Dock-Verplankung der Seitenwände aus 3 Zoll starken Kiefernbohlen hergestellt. Alle diese Bekleidungen sind mit Holznägeln befestigt, sorgfältig kalfatert und mit Theer angestrichen.

Endlich wurde auch die untere Fläche der Balkenlage des untern Dockbodens mit  $2\frac{1}{2}$  Zoll starken Lärchenbohlen verkleidet, welche mittelst Spiekern aus Monz- (Compositions-) Metall an die Balkenlage angenagelt, kalfatert, getheert, und mit einer Kupferhaut überzogen wurden, die auf den 4 Außenseiten des Dockes bis zur Höhe von 6 Fuß über der untersten Bodenfläche (soweit nämlich das Dock, ohne mit einem Schiffe belastet zu sein, taucht) heraufreicht. Da die Holzbekleidung und Bekupferung der untern Bodenfläche selbstverständlich nur vor der Stapellassung des Dockes hergestellt werden konnte, so mußten, um diese Arbeiten bewirken zu können, die Holzunterlagen (Stapelklötze), auf welchen das Dock während des Baues ruhte, successive abgetragen und hinterher wieder eingezogen werden.

Die Längen- und Querwände im Innern des hohlen Dockbodens sind doppelt aus 4 Zoll dicken Lärchenplanken hergestellt, und von beiden Seiten wohl kalfatert. Die Richtung dieser Abtheilungswände und die Lage der in denselben angebrachten Ventilschleusen sind in der rechtsseitigen Hälfte des Grundrisses Fig. 1 auf Blatt 31 angedeutet, und müssen in vollkommen symmetrischer Anordnung auch in der linken Hälfte bestehend gedacht werden. Zum bessern Verständniß dieser Vorrichtungen möge die folgende Erklärung der Manipulation der Schleusen-Ventile beim Senken und Heben des Dockes dienen.

Um das Dock sammt einem auf demselben ruhenden Schiffe zu senken, werden die Senkungsventile 1, 2 und 3 Fig. 1 auf jeder Seite des Dockes geöffnet, wodurch von beiden Seiten und in der Mitte des Dockes Wasser einströmt. Um dasselbe nach allen Richtungen zu vertheilen, werden zuerst die Ventile  $A$  und  $B$ , dann  $C$  und  $D$ , und endlich die Ventile 4 bis 9 geöffnet. Das Wasser strömt nunmehr in alle getrennten Theile des Dockes ein, und es ist klar, daß, wenn

z. B. das Senkungsventil *B* geschlossen wird, in die vordere Hälfte des Docks nur noch durch eine Schleuse 2 Wasser einströmt, während solches der hinteren Hälfte noch immer durch zwei Schleusen *A* und 3 zugeleitet wird; natürlich wird alsdann das hintere Ende des Docks, weil es mehr Wasser aufgenommen, schneller sinken, als das vordere, und der umgekehrte Fall eintreten, wenn das Ventil *B* wieder geöffnet und *A* geschlossen wird. Es kann daher durch aufmerksame Handhabung dieser beiden Schleusenventile das Dock der Längsrichtung nach im Niveau erhalten werden. Um es auch der Quere nach horizontal zu erhalten, wird mit den beiderseitigen Schleusen 1 in ähnlicher Weise manipulirt.

Nimmt man nun an, das Dock sei so tief getaucht, als sein eigenes Gewicht und der nicht getauchte Theil des Schiffes es hinabdrücken werden, und man habe es noch tiefer zu tauchen, um das Schiff flott zu machen, so wird man vor Allem die Senkungsventile 2 und 3 Fig. 1 an den Enden des Docks auf beiden Seiten, sowie auch *A* und *B* schliessen, und *E* und *F* öffnen, welche dazu dienen, um Wasser von der Pumpenkammer in alle Unterabtheilungen des Docks einzulassen. Die Maschinen werden dann in Bewegung gesetzt, und alles Wasser, welches mittelst der Pumpen durch das Senkungsventil 1 eingesogen wird, muß durch die Ventile *E* und *F* in das Dock eindringen und als Ballast wirken, um das Dock so tief zu tauchen als nothwendig ist, damit das Schiff flott wird.

Nachdem dieses geschehen und ein anderes Schiff in gehöriger Stellung in das Dock gebracht ist, um gehoben zu werden, wird das Wasser durch die Auslaßthore 10 Fig. 1 zum Ausströmen veranlaßt und das Dock ist zur Hebung bereit, sobald man das Ventil 1 schließt, während alle übrigen Ventile wie zuvor offen belassen werden. Bei der Hebung wird das Dock der Länge nach mittelst der Ventile *A* und *B* balancirt, indem durch dieselben je nach Erfordern mehr oder weniger Wasser aus jedem der beiden Enden ausgeschöpft werden kann. Ebenso wird das Gleichgewicht des Docks der Quere nach erhalten, indem man eine der beiden Maschinen des Docks zur Directions-Maschine bestimmt und diese schneller oder langsamer gehen läßt, während man die andere Maschine gleichmäÙig aber nicht mit der ganzen Kraft in Thätigkeit setzt. Diese Maschinen sind darauf berechnet, daß sie mit 30 Umdrehungen per Minute bequem arbeiten können.

Die Ventile 11 werden nur dann benutzt, wenn besondere Schnelligkeit in der Tauchung des Docks erfordert wird, und das Ventil 12 nur in dem Falle, daß eine der Maschinen des Docks untauglich und es deshalb nothwendig wird, das Dock nur mit einer Maschine zu heben.

Zur Ermittlung, ob das in der vorbeschriebenen Gestalt von Gilbert projectirte Balance-Dock die erforderliche Tragkraft besitzen werde, um ein Linienschiff erster Klasse heben zu können, dessen Gewicht, wenn es zur Dockung abgerüstet ist, mit 5300 Tonnen im Maximum angenommen wurde, mußte zunächst eine Gewichtsberechnung des Docks selbst vorgenommen werden, wobei die verschiedenen Holzgattungen mit den mittleren, zwischen ihren in trockenem und in ganz durchnäßtem Zustande proportionirten specifischen Gewichten in Rechnung gebracht wurden. Denn während das Holzwerk des untern Dockbodens fortwährend ganz durchnäßt bleibt, werden die obern Theile durch die momentane Senkung des Docks zwar auch etwas Nässe anziehen, jedoch nur in solchem Maafse, daß sie dem trockenen Zustande immer nahe bleiben. Diese Gewichtsberechnung ergab für das Dock sammt den Pumpmaschinen, den Schleifbalken, dem Schlitten und allen sonstigen zur Manipulation erforder-

lichen Geräthschaften und Materialien ein  
 Totalgewicht von . . . . . 4650 Tonnen.  
 Hierzu das Gewicht des Wassers, welches be-  
 hufs der Balancirung in einzelnen Abthei-  
 lungen des Dockbodens zurückbehalten wer-  
 den muß, circa . . . . . 450 -  
 und das Gewicht des Schiffes . . . . . 5300 -

daher im Ganzen ein Gewicht von 10400 Tonnen.

Das gleiche Gewicht an Seewasser wird also das Dock sammt dem darauf ruhenden Schiffe verdrängen. Da es nun aber nicht tiefer als bis zum Niveau des obern Dockbodens, also nicht tiefer als 11 Fuß 3 Zoll (engl.) tauchen darf, so ergibt sich bei der Länge des Docks von 300 Fuß und seiner Breite von 108 Fuß das Cubikmaaf seiner größten zulässigen Wasserverdrängung zu  $300 \cdot 108 \cdot 11,25 = 364500$  Cubikfuß englisch, und da 34,9 dergl. Cubikfuß Seewasser eine Tonne wiegen, so ergibt sich das Gewicht des Wasserkörpers, welchen das Dock bei der größten Tauchung verdrängt, folglich das Maximum seines Tragvermögens mit Einschluf

des Eigengewichts, zu  $\frac{364500}{34,9} = 10444$  Tonnen.

Es zeigt sich somit nur ein äußerst geringer Ueberschuß an Tragvermögen über das stricte Erforderniß, was in sofern jedoch sich später etwas günstiger stellte, als das wirkliche Gewicht des fertigen Docks, nach seiner Tauchung berechnet, nicht ganz das voraus veranschlagte Gewicht erreichte.

Nachdem das Dock bis auf die innere Einrichtung fertig geworden, wurde es vom Stapel gelassen. Man legte zu diesem Zweck unter den Dockboden zwischen den Stapelklötzen starke Eichenbalken mit einer Neigung von 1 Zoll auf den Fuß gegen das Ufer hin, und verlängerte die so gebildete Stapel-Ebene soweit seewärts, daß ihr unteres Ende 3 Fuß tief unter den Wasserspiegel zu liegen kam. Auf diese schiefe Ebene wurden sodann die Gleitbalken gelegt, der Dockboden auf diese fest verstützt, hierauf die Stapelklötze entfernt und die Stapellassung bewirkt. Demnächst wurde das Balance-Dock durch 2 Kriegsdampfer nach Pola bugsirt, im dortigen Hafen vor Anker gelegt und gänzlich vollendet.

B. Das Bassin.

Die Hauptdimensionen desselben wurden wie folgt festgesetzt:

die lichte Länge gleich der Länge des Balance-Docks (300 Fuß engl. = 289 Fuß 3 Zoll Wiener Maafs), vermehrt um einen Spielraum von  $2 \cdot 5\frac{1}{2}$  Wiener Fuß, daher im Ganzen . . . . . 300 Fuß 3 Zoll,  
 die lichte Breite gleich der Entfernung der beiden Schleifbahnen . . . . . = 92 Fuß 8 Zoll,  
 vermehrt um zweimal die halbe Breite  
 des Balance-Docks (108 Fuß engl.) = 104 - 2 -  
 und für Spielraum  $2 \cdot 3\frac{1}{2}$  Fuß . . . = 7 - - -  
 zusammen 203 Fuß 10 Zoll.

Für die Tiefe der Docksohle unter dem Niveau der tiefsten Ebbe (dem Nullpunkt) war die Anforderung maafsgebend, daß die Einführung eines auf dem Dock ruhenden Schiffes jeder Größe zwar nur zur Fluthzeit, aber bei jeder, auch der niedrigsten Fluth möglich sein müsse. Aus mehrjähriger Beobachtung hat sich ergeben, daß die niedrigste im Hafen von Pola eintretende Fluth noch immer um  $2\frac{1}{2}$  Fuß Wr. Maafs über das Niveau der tiefsten Ebbe ansteigt. Da nun das mit einem Linienschiffe ersten Ranges belastete Dock  $11\frac{1}{4}$  Fuß engl. oder 10 Fuß 10 Zoll Wr. Maafs taucht, der untere Boden des Docks aber, um dasselbe bequem in das Bassin einführen zu können, mindestens 8 Zoll hoch über der Bas-

sinsohle liegen muß, so ergibt sich das Niveau der letzteren mit 10 Fufs 10 Zoll + 0 Fufs 8 Zoll = 11 Fufs 6 Zoll unter dem Wasserspiegel der niedrigsten Fluth oder 11 Zoll 6 Zoll — 2 Fufs 6 Zoll = 9 Fufs Wr. Maafs unter der tiefsten Ebbe.

Die Breite des Dockthores wurde mit 120 Fufs engl. = 115 Fufs 8½ Zoll Wr. Maafs festgesetzt.

Das Bassin ist auf Blatt 32 in Fig. 1 im Grundrifs während des Baues, in Fig. 7 im fertigen Zustande, in Fig. 8 im Querprofil, und auf Blatt 30 in Fig. 3 im Längenprofil dargestellt.

Der Meeresgrund an der gewählten Baustelle besteht aus hartem, aber vielfach zerklüftetem Kalkstein, dessen Oberfläche vom Ufer weg sanft abfällt und mit einer Schicht ziemlich festen Schlammes bedeckt ist, deren Mächtigkeit allmählig zunimmt. Da es hiernach problematisch erschien, ob die Ausschöpfung des Wassers im Innern des Bassins gelingen würde, wenn bloß längs des Umfanges wasserdichte Dämme hergestellt, und hierauf der Boden durch Abgrabung auf einer und durch Anschüttung auf der andern Seite geebnet würde, so wurde beschlossen, das Bassin so weit gegen das tiefere Wasser hinauszurücken, daß die Oberfläche des Schlammgrundes innerhalb der Umfangsmauern selbst an der seichtesten Stelle noch immer mindestens 6 Fufs tief unter das Niveau der Bassinsohle zu liegen kam, und sodann den Boden mit einem möglichst wasserdichten Materiale anzuschütten. Hierdurch kamen die Bassin-Umfassungsmauern mit der südöstlichen Ecke, als der seichtesten Stelle, 15 Fufs, und mit der nordwestlichen Ecke, als dem tiefsten Punkte, 38 Fufs unter das Niveau der tiefsten Ebbe zu liegen.

Die Umfassungsmauern selbst wurden unmittelbar auf die feste Schlammelage des Meeresgrundes, ohne vorherige Ausbaggerung aufgestellt, und bis zum Niveau der tiefsten Ebbe (dem Nullpunkte des Pegels) aus Santorinbeton gebildet, welcher zwischen Wänden von dicht aneinander geschlagenen vierkantigen Pfählen aus weichem Holze angeschüttet wurde. Der lichte Abstand dieser Pfahlwände, d. h. die Breite des herzustellenden Santorinbeton-Körpers betrug längs des auf der Nordseite des Bassins gelegenen Einfahrtsthores 26 Fufs, längs des übrigen Theiles der Nord- und eines Drittels der Westseite 20 Fufs, im Uebrigen 15 Fufs. Fig. 1 auf Blatt 32 zeigt diese Pfahlwände im Zusammenhange, und die Figuren 2 bis 6 das Detail derselben. Die Verbandstücke haben größtentheils eine Stärke von 12 Zoll im Quadrat, und nur die in geringere Wassertiefe fallenden Theile sind aus 9 und 12- und 6 und 12zölligen Pfählen hergestellt. Der durch diese Wände eingeschlossene Raum ist durch 17 Querwände in ebenso viele einzelne Caissons abgetheilt, deren jedes für sich mit Beton gefüllt wurde.

Um die Pfahlwände herstellen zu können, wurden zuerst im Innern der 15 Fufs starken Mauern zwei, in den stärkeren Mauertheilen drei Reihen Rundpfähle *a* in 8 bis 10 Fufs Entfernung eingerammt, und an denselben in 3½ Fufs Höhe über dem Nullpunkte die 12 Zoll im Quadrat starken Querschwellen *b* Fig. 4 und 5 mittelst Schraubenbolzen befestigt, sodann auf die beiden letzteren die Langschwellen *c* und *d* aufgelegt, welche als Führung für die einzurammenden Wandpfähle dienten. Nachdem diese letzteren eingerammt waren, wurden an den beiden äußeren Wandseiten dicht über dem Ebbe-Wasserspiegel die Langschwellen *e* angelegt, von einer Wand zur andern mittelst Schraubenschliefen aus 1½zölligem Rundeisen gegen einander angezogen, und die Innenseiten der Pfahlwände durch die Kreuzstreben *f* auseinander gespreizt.

Sobald je ein zwischen zwei Querwänden gelegener Theil

der Pfahlwände fertig war, wurde sofort die Einfüllung des Santorinbetons begonnen und möglichst rasch bis zum Niveau der tiefsten Ebbe fortgesetzt. Nur der Mauertheil, welcher die Basis der Bassin-Einfahrt bildet, wurde schon in der Tiefe von 10 Fufs unter der tiefsten Ebbe ausgeglichen, in den Beton selbst der Fufs der mittleren Pfahlwand *g* (Fig. 4 und 5) 3 Fufs tief eingelassen und sodann der 5 Fufs weite Raum zwischen der äußeren und mittleren Wand mit Lehmerde bis über Wasser ausgefüllt, um einen Fangedamm für die Herstellung der Quader-Belegung und des Schwimmthor-Anschlages an der Sohle des Bassinthores zu bilden.

Vom Niveau der Ebbe aufwärts wurde sodann der innere Körper des Oberbaues der Bassinmauern vorläufig auf 5 Fufs Höhe aus Bruchsteinen in Santorinmörtel ausgeführt, um auch zur Fluthzeit das äußere Wasser vom Bassin fernzuhalten. Sodann wurden die beiderseitigen Wandpfähle in der Höhe von 2 Fufs unter dem Niveau der Bassinsohle, die zwischen den Wänden eingerammten Rundpfähle aber dicht an der Oberfläche des Betonmauerwerks abgeschnitten, das übrige Holzwerk der Formkasten abgetragen, und theilweise zur weiteren Fortsetzung derselben wieder verwendet.

Jetzt konnte zur Herstellung der Bassinsohle geschritten werden. Zuerst wurden die in Fig. 8 im Querschnitt ersichtlichen Steindämme *g* parallel mit der Längsaxe des Bassins unter Wasser so versenkt, daß ihre Krone ungefähr 5 Fufs tief unter das Niveau der Bassinsohle, mithin auf — 14 Fufs zu liegen kam. Der Raum zwischen diesen Dämmen wurde dann bis auf — 15 Fufs mit einem Gemische aus in der Gegend von Pola vorkommender, undurchlässiger Lehmerde und kleinern Steintrümmern ausgefüllt, und hierauf eine Anschüttung aus je 7 Theilen derselben Lehmerde und einem Theil Grubenkalk, was ein vollständig wasserdichtes Material lieferte, hergestellt und auf — 10 Fufs horizontal abgeglichen. Zugleich erhielt der Fufs der Bassin-Umfassungsmauern auf ihrer äußeren Seite eine schräg abgeboöschte Anschüttung aus demselben Material.

Hierauf wurde mit einer in der Pumpenkammer *P* Fig. 7 provisorisch so aufgestellten Dampfmaschine, daß ihr Saugrohr bis in die Tiefe von 3 Fufs unter der Bassinsohle reichte, das Auspumpen des Wassers aus dem Bassin begonnen, wobei sich sowohl die Umfassungsmauern als auch die Sohle in vollkommen hinreichendem Grade als wasserdicht bewährten.

Nachdem die Sohle durch gänzliches Ausschöpfen des Bassins trocken gelegt, wurden die Pfähle aus eichenem Rundholze in 6 dreifachen und 3 vierfachen Längsreihen mittelst 5 Kunstrammen, welche durch zwei Dampfmaschinen betrieben wurden, eingerammt, die 12 Zoll im Quadrat starken Holme und über diese die Bettungen aus 6 Zoll starken Pfosten aufgebracht und befestigt, wie aus Fig. 7 und 8 zu entnehmen ist. Von 24 zu 24 Fufs Entfernung wurden fortlaufende Querschwellen über die ganze Breite des Bassins gelegt, und auf diese 4 Fufs lange Pfostenstücke *h* Fig. 8 zu beiden Seiten der Pfostenbettungen aufgenagelt, um diese letzteren fest zusammenzuhalten. Auf diese Pfostenbettungen kamen endlich die 1 Fufs dicken Quaderbettungen *i* in Cementmörtel zu liegen, deren Oberfläche eine auf — 9 Fufs liegende vollkommene Horizontal-Ebene bildet, welche dem im Bassin versenkten Dock zum Auflager dient. Die Zwischenfelder der Quaderbettungen wurden um einige Zoll unter der Höhe von — 9 Fufs mit Santorinbeton muldenförmig ausgestampft, und diesen flachen Rinnen ein unbedeutender Fall von der Seite des Bassinthores nach jener der Schleifbahnen gegeben, wo sie mittelst einer kleinen, unter den Quaderbettungen durchlaufenden Querrinne unter sich und mit dem Pumpenrohre in

Verbindung stehen, so daß, nachdem das Bassin bis zum Niveau der Quaderbettung entleert ist, auch das letzte in den Zwischenfeldern noch stehen gebliebene Wasser vollständig abgezogen werden kann.

Die Sohle des Bassinthores erhielt einen Quadersteinbelag mit 1 Fuß hohem Anschlag für den Kiel des Schwimmthores. Die Seitenwände des Einfahrtsthores wurden ebenfalls aus Quadern solid aufgemauert, und sind vom Schwimmthor-Anschlage nach innen vertikal und von ebenda nach außen in einer der Neigung der beiden Steven des Schwimmthores entsprechenden Böschung hergestellt, längs welcher der 1 Fuß tiefe Anschlag, wie an der Sohle, fortgesetzt ist. Die Fig. 7 zeigt das Bassinthor im Grundriss und auf Blatt 30 Fig. 3 im Querschnitt.

Es erfolgte nun die Ausmauerung der Pumpenkammer, Fig. 9 und 10, und die Montirung des permanenten Pumpwerks. Letzteres besteht aus vier Pumpen-Cylindern von 2 Fuß 6 Zoll Weite und 8 Fuß Höhe, von deren unterm Ende 15 Zoll weite Saugröhren bis 4 Fuß tief unter das Niveau der Bassinsohle hinabreichen. *a* ist die Unterlage des Kessels, *b* jene der Betriebs-Dampfmaschine von 40 Pferdekräften, und *c* die Stuhlung für das Getriebe des Pumpwerkes. Die Maschinen-Bestandtheile selbst konnten, um eine allzugroße Anhäufung von Details zu vermeiden, in der Zeichnung nicht dargestellt werden, sie sind jedoch von den bei Docks üblichen Pumpwerken im Wesentlichen nicht verschieden.

Gleichzeitig mit den Arbeiten an der Bassinsohle wurde auch die Quaderverkleidung des Oberbaues der Bassinmauern und deren Bedeckung mit 8 Zoll dicken Steinplatten im Niveau von 7 Fuß 6 Zoll über Null beendigt. Die dem Bassinthor gegenüber liegende Bassinmauer, welche die Einmündung der beiden Schleifbahnen enthält, wurde im mittleren Theile in der Höhe von + 5 Fuß abgeglichen. Sie ist in Fig. 8 in der vorderen Ansicht dargestellt.

Fig. 11 zeigt das Schwimmthor zur Schließung der Bassineinfahrt in der Seitenansicht und Fig. 12 im Querschnitt durch die Mitte. Die 3 Fuß von einander abstehenden Spannen, sowie die Träger des obern und Mitteldeckes sind aus T-Eisen. Zu beiden Seiten des Kiels ist jedes Gerippe durch eine 1 Fuß hohe gußeiserne Versteifungsplatte verstärkt. Der Kiel *c* und die beiden Steven *d* bestehen aus 1 Fuß hohen, 1 Zoll starken Flacheisen mit beiderseits angeschraubtem, 12 und 14 Zoll starkem Eichenholz, die Bekleidung der Seiten aus übereinander genietetem 6 Linien dicken Kesselblech. Die größte Breite beträgt 18 Fuß, die Höhe vom Unterkiel bis auf Deck 15½ Fuß, die Kiellänge 122 Fuß und die Länge über Deck 128 Fuß engl., mit welchen Dimensionen jene des Anschlages im Bassinthor genau übereinstimmen müssen. *aa* sind zwei nur bis ins Innere des Schwimmthores reichende Schleusen, mittelst welcher dasselbe mit Wasser gefüllt wird, um sich in den Anschlag des Bassinthores zu versenken. *bbb* sind 3 durch das ganze Schwimmthor reichende Schleusen, welche zum Anfüllen des geleerten Bassins dienen. Alle 5 Schleusen sind 1½ Fuß weit und werden vom Mitteldeck aus mittelst Schraubventile geöffnet und geschlossen. Um das versenkte Schwimmthor, nachdem das Bassin mit Wasser angefüllt ist, aus seiner Vertiefung zu heben, dient eine in demselben angebrachte Handpumpe von der Beschaffenheit der gewöhnlichen Schiffspumpen, durch welche das eingelassene Wasser wieder ausgepumpt wird.

Wie aus der Beschreibung der Manipulation bei der Dockung eines Schiffes hervorgeht, ist die gänzliche Entleerung des Bassins für diese Operation nicht erforderlich, sie muß jedoch vorgenommen werden, so oft die Bassinsohle ei-

ner Reinigung von dem aus dem Wasser niedergeschlagenen Schlamme bedarf, oder so oft eine Visitirung resp. Reparatur der Bodentheile des Balance-Docks selbst nothwendig wird.

### C. Die Schleifbahnen.

Dieselben sind auf Blatt 30 Fig. 1 im Grundriss, Fig. 3 im Längenschnitt und Fig. 4 im Querschnitt dargestellt. Jede ist, vom innern Rande der südlichen Bassinmauer bis zum andern Ende der beiden Seitenschleifbalken gerechnet, 586½ Fuß Wr. Maafs lang. Die mittleren Schleifbalken reichen bis zu ihrem Zusammenstoße mit dem Querschleifbalken *i* noch um 41½ Fuß über die ihnen zur Seite liegenden hinaus, und bieten der hydraulischen Presse den erforderlichen Raum, um ein Schiff bis ganz an das Ende der Seitenschleifbalken vorzuschieben. Der mittlere Querschleifbalken *i'* ist 305½ Fuß vom Bassin-Rande entfernt. Die Entfernung der Mittellinien der Schleifbahnen beträgt, wie schon erwähnt, 92½ Fuß.

Jede der beiden Schleifbahnen besteht aus 3 doppelten Längensreihen an den Außenflächen glatt behobelter Eichenbalken, von welchen die mittleren *e* 18 Zoll im Quadrat und die der von diesen 11 Fuß 1 Zoll entfernt liegenden Seitenlängensreihen *f* 12 Zoll im Quadrat stark sind. Die Oberfläche des Mittel-Schleifbalkens liegt mit jener der beiden Seitenschleifbalken genau in derselben Ebene, welche vom Bassinrande landeinwärts auf die ganze Länge von 586½ Fuß eine Steigung von 4½ Fuß hat. Das untere Ende der Schleifbahn-Ebene liegt 4 Fuß 9½ Zoll über dem Nullpunkte, daher 13 Fuß 9½ Zoll über der Bassinsohle. Da nun der obere Boden des im Bassin versenkten Balance-Docks 11½ Fuß engl. oder 10 Fuß 10½ Zoll Wr. Maafs über dem Bassinboden liegt, so ist das untere Ende der Schleifbahnen 2 Fuß 11 Zoll höher als der Dockboden gelegen, welcher Höhenunterschied jedoch beim Aufziehen eines Schiffes durch eine Fortsetzung der Schleifbahnen in gleicher Neigung mit denen auf dem Lande bis in das Dock hinein, ausgeglichen wird.

Die erforderliche feste Unterlage der Schleifbalken ist, da der Boden des ganzen Manipulationsplatzes theils in festen Kalkfelsen eingeschnitten, theils durch Auffüllung des Meeressgrundes gewonnen wurde, auf verschiedene Weise hergestellt. Soweit nämlich der solide Felsboden die Bau-Ebene bildet, wie in der linken Hälfte der Schleifbahn *F* Fig. 1, wurden die Unterlagsquader der Schleifbalken unmittelbar auf den abgearbeiteten Felsboden gelegt; wo hingegen der Boden angeschüttet ist, wurden Mauerfundamente hergestellt, welche unter der Ebbe-Wasserlinie aus Santorin-Gußmauerwerk und von da aufwärts aus gewöhnlichem Bruchstein-Mauerwerk in Santorinmörtel bestehen, und auf welche eine doppelte Quaderunterlage zu liegen kam, wie in der obern Hälfte der Fig. 3 ersichtlich ist. Von da an jedoch, wo die Tiefe der Anschüttung 7 Fuß unter dem Nullpunkte übersteigt, wurden (Fig. 3 und Fig. 4) die Fundamente pilotirt, zwischen den Köpfen der Pfähle eine 3 Fuß hohe Betonlage, und auf dieselbe eine einfache Reihe 6 Fuß breiter und 2 Fuß hoher Unterlagsquader gelegt, welche letzteren unter sich mittelst Steinklammern fest verbunden sind, und zu beiden Seiten der Schleifbalken aufrecht stehende, starke eiserne Flachsienen einbleit enthalten, an welche die Schleifbalken mittelst durchgehender Eisenbolzen angeschraubt sind. Außerdem sind diese Balken auch mittelst der Verkröpfungen *x*, Fig. 3, vor dem Zurückgleiten auf den Unterlagsquadern geschützt.

Die auf die Richtung der Schleifbahnen senkrechten Stützfundamente *r*, auf welche die Stützsäulen der ans Land gezogenen Schiffe zu stehen kommen, wurden ebenfalls theils aus Mauerwerk, theils aus Piloten hergestellt, und mit 2½ Fuß breiten, 1 Fuß hohen Quaderplatten belegt.

Gegen Westen grenzt der Schleifbahnenplatz in der ganzen Länge, und gegen Osten mit einer kurzen Strecke an das Meer, und ist daselbst mit den Ufermauern *y* abgeschlossen.

Die Baukosten des Balance-Docks sammt Bassin, Schleifbahnen, Pumpmaschinen, Schwimmthor und allem Zubehör haben die Summe von ungefähr 2200000 Frs. erreicht, was nicht viel mehr ist, als die Erbauungskosten, welche ein einziges Trockendock für Linienschiffe ersten Ranges unter den für einen solchen Bau ungünstigen Bodenverhältnissen, wie die zu Pola waren, erfordert haben würde.

Da nun, wie schon früher erwähnt, das Balance-Dock sammt Bassin und Schleifbahnen den Dienst von 5 Trockendocks zu versehen im Stande ist, so erscheint dieses Docksystem in ökonomischer Beziehung allerdings sehr vortheilhaft. Es bleibt dabei jedoch zu berücksichtigen, daß einer der 3 Hauptbestandtheile, nämlich das Balance-Dock selbst, aus Holz construirt ist, daher häufige Reparaturen und nach längstens 15 Jahren den vollständigen Neubau mit einem Kostenaufwande von ca. 750000 Frs. erfordert. Aus diesem Grunde empfiehlt sich das System nur da, wo Schiffsdockungen fortwährend vorgenommen werden und somit die Gelegenheit vorhanden ist, aus dem hölzernen Schwimmdock bis zum Eintritt seiner Unbrauchbarkeit, welche auch bei noch so seltener Benutzung kaum erheblich später erfolgen wird, den gehörigen Nutzen zu ziehen. Diesem Nachtheile kann zwar dadurch begegnet werden, daß man das Balance-Dock, wie anderweit bereits geschehen, aus Eisen construirt. Dann wird es ohne Zweifel von viel längerer Dauer sein, als ein hölzernes; es kostet dann aber auch so bedeutend mehr, daß es unter Umständen immer noch fraglich bleibt, von welchem der beiden Materiale der Bau eines Balance-Docks von größerm Vortheile ist.

Schließlich sei noch erwähnt, daß die Construction des Gilbert'schen hölzernen Balance-Docks für ungepanzerte Kriegsschiffe, selbst der größten Gattung, für welche es ursprünglich bestimmt war, vollkommen hinreichende Festigkeit darbietet. Bei Panzerschiffen jedoch wirkt, außer ihrem vermehrten Gewicht an und für sich, auch noch der Umstand nachtheilig ein, daß das Gewicht des Panzers in einer sehr ungünstigen Lage, nämlich am Obertheile zu beiden Seiten des Schiffes angebracht ist, weshalb die Wände eines aus dem Wasser gehobenen Panzerschiffes ein bedeutendes Bestreben haben, nach außen zu weichen, welchem natürlich durch eine besonders starke Verstützung gegen den schwächsten Theil des Balance-Docks, nämlich gegen seine Wände, begegnet werden muß. Dessen ungeachtet ist das Balance-Dock in Pola zur Dockung der Panzerfregatten der österreichischen Marine schon häufig benutzt, ohne bisher erheblichen Schaden gelitten zu haben; doch zeigt es sich, daß hierbei die Widerstandskraft des Docks schon ziemlich bis zu ihrem Maximum in Anspruch genommen wird, und daß das Balance-Dock allein den Bedürfnissen der österreichischen Marine nicht mehr genügen wird, sobald dieselbe Panzerfregatten der größten Gattung oder gar Panzerlinienschiffe besitzt, weshalb denn auch der Bau eines großen, steinernen Trockendocks im Hafen von Pola bereits begonnen worden ist.

In der Industrie-Ausstellung zu London im Jahre 1862 war von Renie und Sohn das Modell eines Docksystems ausgestellt, welches sich im Wesentlichen nur dadurch von dem Gilbert'schen Balance-Dock unterscheidet, daß es, anstatt von

Holz, aus Eisen construirt worden ist. Herr Renie, welcher für das in Pola erbaute Bassin des Gilbert'schen Docks das eiserne Schwimmthor geliefert und aus diesem Anlasse sich nach Pola begeben hatte, scheint diese Gelegenheit benutzt zu haben, um das Gilbert'sche Docksystem zu studiren, und hat sich dasselbe in England patentiren lassen. Er hat auch zwei große eiserne Balance-Docks für die spanische Regierung geliefert, und zwar das eine nach Cartagena, das andere nach Ferrol. Jenes hat eine Länge von 320 Fufs, eine Breite von 105 Fufs und eine Höhe des hohlen Dockbodens von  $11\frac{1}{2}$  Fufs; die Höhe der Seitenwände über dem Dockboden beträgt 36 Fufs und die Breite der Seitenwände  $11\frac{1}{2}$  Fufs. Dieses ist 350 Fufs lang, 105 Fufs breit und hat eine Höhe des hohlen Dockbodens von  $12\frac{1}{2}$  Fufs; die Höhe seiner hohlen Seitenwände beträgt 40 Fufs und die Breite der Seitenwände  $12\frac{1}{2}$  Fufs.

Die in Fig. 1 auf Blatt G dargestellte Grundriss-Skizze des Bassins sammt den 3 fächerartig gestellten Schleifbahnen zeigt das Arrangement, welches zur Manipulation des Balance-Docks in Cartagena ausgeführt wurde.

Fig. 2 giebt das Querprofil und Fig. 3 einen Theil des Längenprofils des Dock-Gerippes von Ferrol, welches auf allen Seiten mit Kesselblech bekleidet ist. Die Fig. 4 und 5 stellen die Eisenblech-Profile dar.

In den 3 Vertikal-Ebenen *BB* laufen dichte Blechwände durch die ganze Länge des Dockbodens und theilen denselben in vier separate Caissons, welche wiederum durch zwei über die Quere laufende Wände in je 3 Abtheilungen getheilt sind, so daß überhaupt 12 getrennte Kammern entstehen, deren jede für sich mittelst der in den beiden hohlen Seitenwänden angebrachten Dampfpumpen und eines Systemes von Schleusenklappen ganz so, wie es bei dem Balance-Dock zu Pola der Fall ist, entleert oder gefüllt werden kann. Auch die beiden Pumpwerke sind im Wesentlichen wie bei jenem construirt und angebracht. Auf der Oberfläche des hohlen Dockbodens liegen über jedem Haupt-Gerippe des Docks, d. h. 5 Fufs von einander entfernt, starke eichene Querhölzer, und auf diesen in der Mitte Kielblöcke, zu beiden Seiten aber Langschweller, welche, wenn das Dock auf den Boden des Bassins versenkt ist, die genaue Fortsetzung der Schleifbahnen am Lande bilden. Auf sie wird der Schlitten gelegt, welcher zum Anholen der Schiffe ans Land dient.

Was die Detail-Construction betrifft, so ist sie namentlich insofern zweckmäßig zu nennen, als der ganze Bau aus den einfachsten Materialien zusammengesetzt ist; Kesselbleche, T-Eisen von zwei verschiedenen, und Winkeleisen von einem Querschnitt sind, nebst den Nietten, alle Eisensorten, welche zu diesem Bau verwendet wurden. Hierdurch vereinfacht sich natürlich die Zubereitung des Materials ungemein, und wird die Ausführung in kürzester Zeit ermöglicht, was auch das Haupt-Augenmerk des Constructeurs gewesen zu sein scheint.

Durch die Erfindung dieser schwimmenden Docks ist dem Schiffbau eine neue Bahn gebrochen und auch die bis vor ganz kurzer Zeit noch ungekannte Möglichkeit geschaffen, die größten Schiffe auf dem Lande, unter Dächern und ganz im Trockenen, wie etwa Wagen in Remisen oder Waaren in Magazinen, aufzubewahren, während sonst die Aufbewahrung der Schiffe nur unter gedeckten Schiffsbehältern oder Hangards (in Venedig *Cantieri aquatici* genannt), also mit dem lebendigen Werk stets im Wasser und nur mit dem todtten Werke außer dem Wasser, bewerkstelligt werden konnte.

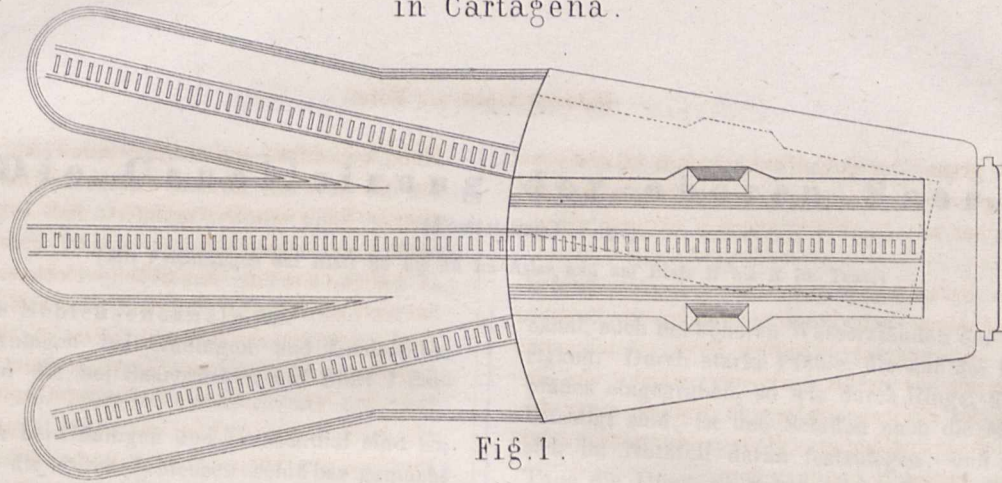


Fig. 1.

Fig. 2-5. Balance-Dock von Ferrol.



Fig. 2. Querprofil.

Fig. 3. Längenprofil.

Fig. 4. Eisenblechprofile.

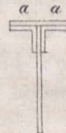
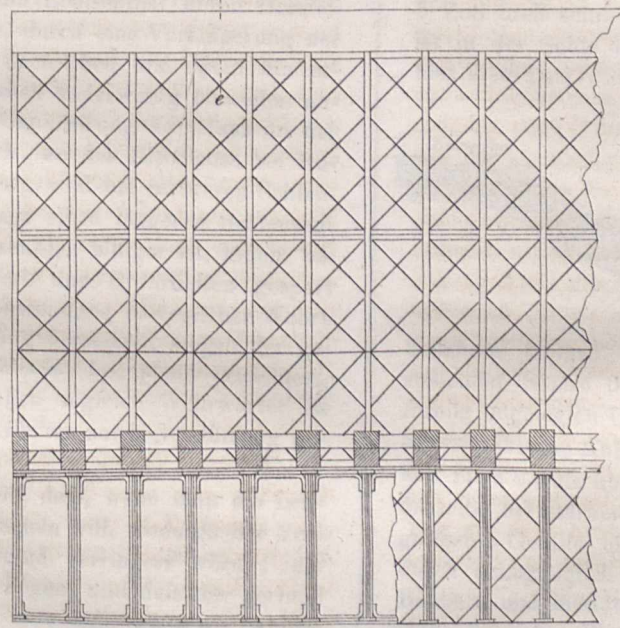
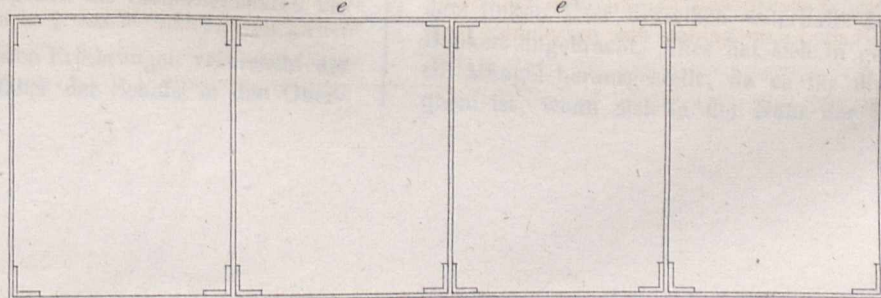


Fig. 5. Eisenblechprofile.



## Die Canalisirung der oberen Saar.

(Fortsetzung.)

(Mit Zeichnungen auf Blatt 33 bis 35 im Atlas und auf Blatt H bis K im Text.)

### 2) Die Schleusencanäle etc.

Die Schleusen-Anlagen bei Güdingen und Louisenthal sind auf Blatt H und die bei Saarbrücken auf Blatt I dargestellt.

Die Dispositionen bei Güdingen und Louisenthal sind so, wie sie bei Flüssen, die durch Schleusen schiffbar gemacht sind, gewöhnlich angewandt werden. Die Schleusen liegen hier am unteren Ende der neben dem Fluß ausgehobenen Schleusencanäle, deren Mündungen von dem in dem Fluß erbauten Wehre so weit entfernt sind, daß einestheils die Schiffe sicher in den Obercanal einlaufen können, ohne bei höherem Wasser durch die Strömung nach dem Wehr gezogen zu werden, und andererseits die Mündung des Untercanals durch die unterhalb des Wehrs sich ablagernden Sinkstoffe nicht nach jedem unbedeutenden Hochwasser verlegt wird und durch Baggern geräumt werden muß. Die Obercanäle, die eine Länge von 50 bis 60 Ruthen haben, bieten außerdem den Schiffen bei höheren Wasserständen einen Zufluchtsort, der bei dem Mangel an besonderen Häfen hier sehr erwünscht ist.

Die specielle Lage des Wehrs wurde, da die Länge der Schleuseninsel dabei einen weiteren Spielraum gestattete, bei Güdingen dadurch bestimmt, daß der Fels, auf den das Wehr mit Sicherheit fundirt werden konnte, möglichst wenig tief lag. Bei Louisenthal wurde die Lage des Wehrs durch die Ausdehnung der vorhandenen Kohlenhalden bedingt, so daß oberhalb des Wehrs die Ladestellen für die Canalschiffe und unterhalb desselben für die Flußschiffe in bequemer Weise angeordnet werden konnten, ohne daß neue Grundstücke, die hier in besonders hohem Preise stehen, in zu großer Ausdehnung angekauft werden durften.

Abweichend von diesen Anlagen, ist bei Saarbrücken das Wehr dicht neben die Schleuse gelegt, und ist die Schleuseninsel, die sich bei Güdingen und Louisenthal durch Herstellung des Schleusencanals bildete, durch eine Verlängerung der rechtsseitigen Schleusenmauern nach oben und unten hin ersetzt. Diese Anordnung, die auch anderweitig bisweilen angewandt ist, wie z. B. bei der Canalisirung der Maas an der ersten Schleuse unterhalb Lüttich, an der Illschleuse bei Robertsau in der Nähe von Straßburg, und bei mehreren Schleusen in Paris, hat vor der Anlage eines längeren Schleusencanals den Vorzug, daß sie wesentlich billiger ist, indem bedeutende Kosten für Grunderwerb und Erdarbeiten gespart werden. Außerdem wird bei Anwendung beweglicher Wehre die Bedienung und Beaufsichtigung derselben, wegen der geringeren Entfernung von der Schleuse, bedeutend erleichtert, da der Schleusenwärter gewöhnlich zugleich Wehrwärter ist und ihm nur ein gewöhnlicher Arbeiter zur Unterstützung gestellt wird.

Die Nachteile bestehen darin, daß, wenn man die Leitmauern nicht übermäßig lang machen will, wodurch der Vortheil der Kostenersparnis bedeutend verringert würde, die Einfahrten dem Wehr sehr nahe liegen, und daß der geringe Raum zwischen den Mauern und dem Ufer nicht als Schutzhafen zu benutzen ist. Letzteres ist bei Saarbrücken unwesentlich, da hier ein besonderer geräumiger Hafen, der zum Verladen der Kohlen dient, zugleich als Sicherheitshafen benutzt werden kann.

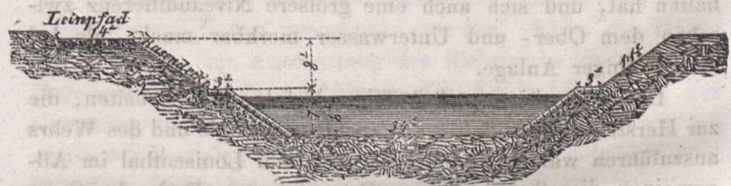
Nach den bis jetzt gemachten Erfahrungen verursacht die Nähe des Wehrs bei der Einfahrt der Schiffe in den Ober-

canal, auch bei höheren Wasserständen der Saar, keine Schwierigkeit. Durch starke Pfähle, die auf der Landseite des Leinpfades eingegraben, so wie durch Ringe, die in der Dossirung befestigt sind, ist den Schiffen auch die Möglichkeit geboten, sich im Nothfall daran festzulegen, und durch Feiern der Tauen die Mündung sicher zu gewinnen. Nachtheiliger ist die geringe Entfernung der unteren Mündung von dem Wehr, da die Sinkstoffe, welche die Saar mit sich führt, nach jedem höheren Wasser die Sohle des Untercanals erhöhen, so daß hier, wie die Erfahrung jetzt schon gelehrt hat, etwas öfter Räumungsarbeiten erforderlich sind, als in den Untercanälen der Güdinger und Louisenthaler Schleuse.

Zum Theil rührt dies allerdings auch daher, daß der unterhalb des Wehrs anstehende sehr weiche Sandsteinfels, der bei der ursprünglichen Anlage, soweit es für die Fundirung des Wehrs und der Schleusenmauern nicht erforderlich war, nur bis zu mäßiger Tiefe ausgehoben ist, durch das überstürzende Wasser abgespült, und in den Untergraben gelegt wird. Hat sich hier erst eine größere Tiefe gebildet, so wird die hievon herrührende Versandung im Untercanal aufhören. Es muß abgewartet werden, ob dieselbe dann in dem Grade abnimmt, daß nur noch selten Baggerungen erforderlich sind. Andernfalls muß eventuell durch Verlängerung der unteren Leitmauer den Verlandungen entgegen gewirkt werden.

Wie schon oben erwähnt wurde, liegen die Vorböden und Unterdempel der Schleusen 6 Fuß unter dem zur normalen Höhe aufgestauten Wasserspiegel. Dieselbe Tiefe ist der Sohle der Schleusencanäle gegeben.

Die Schleuse bei Güdingen hat dieselbe Breite und Länge wie die Schleusen des Rhein-Marne-Canals und des Französischen Saarcanales. Nach den bestehenden Vorschriften dürfen die Schiffe, welche diese Schleusen passiren, höchstens 16 Fuß 3 Zoll breit sein. Dem Obercanal in der Güdinger Schleuse ist in der Sohle eine Breite von 34 Fuß gegeben, so daß hier also zwei vollgeladene Schiffe bequem an einander vor-



beifahren können. Das Profil des Obercanals ist in vorstehender Skizze dargestellt. Die Dossirungen des trichterförmig angelegten Untercanals haben, wie im Obercanal, eine anderthalbfache Anlage. Auf dem linken Ufer liegt das Bankett etwa 6 Fuß über dem normalen Stauwasserspiegel, damit dasselbe bei stärkeren Zuflüssen der Saar, bei denen sich ein größeres Gefälle bildet, nicht sofort überschwemmt und dadurch unzugänglich wird. Nach der Schleuse zu steigt das Bankett, und mündet auf dem mit dem Unterhaupt in gleicher Höhe liegenden Plateau. Eine große Anzahl Treppen führen von dem Hochufer nach dem Wasser herunter.

Auf dem rechten Ufer der Schleuseninsel wie auch auf dem linken Ufer derselben unterhalb der Schleuse, ist kein Bankett angebracht. Dies hat sich in gewisser Beziehung als ein Mangel herausgestellt, da es für die Schifffahrt sehr bequem ist, wenn sich in der Nähe der Schleusen in nicht zu

großer Höhe über dem Wasserspiegel ein durchlaufendes Bankett befindet; und auch auf dem rechten Ufer der Schleuseninsel würde die Ausführung von Reparaturen an dem Uferuf und Reguliren und Ergänzen der hier befindlichen Steinschüttungen durch das Vorhandensein eines Banketts wesentlich erleichtert werden. Die Köpfe der Insel fallen von dem Plateau in der Längenrichtung nach dem Wasserspiegel flach ab.

Die Schiffe, welche bisher auf der Saar und Mosel fuhren und bis Saarbrücken heraufkamen, sind breiter und länger als die Schiffe des Rhein-Marne-Canals. Um diesen die Möglichkeit, bis Saarbrücken zu kommen, nicht abzuschneiden, mußten die Schleusen bei Saarbrücken und Louisenthal entsprechend in größeren Dimensionen angelegt werden. Diesen beiden Schleusen ist demnach eine lichte Breite von 21 Fufs und zwischen dem Abfallboden des Oberdempels und der unteren Thorkammer eine Länge von 130 Fufs gegeben. Entsprechend dieser größeren Breite der Schleusen hat der Obercanal bei Louisenthal, dessen Profil im Uebrigen mit dem Obergraben der Güdinger Schleuse übereinstimmt, in der Sohle eine Breite von 42 Fufs erhalten.

Was oben bei Güdigen in Bezug auf das an dem rechten Ufer der Schleuseninsel fehlende Bankett gesagt wurde, gilt für Louisenthal in noch höherem Maasse, da hier längs des ganzen Ufers die Schiffe anlegen und erst, wenn die Reihenfolge an sie kommt, nach dem rechten Ufer herüberfahren, um hier Kohlen einzuladen. Das Befestigen der Schiffe an die Mehrpfähle, welche auf dem Plateau der Insel stehen, würde bequemer geschehen, wenn hier einige Fufs über dem Wasserspiegel ein durchlaufendes Bankett angelegt wäre.

Der untere Kopf der Schleuseninsel bildet bei Louisenthal ein kleines Plateau, welches 2 Fufs über dem mittleren Sommerwasserspiegel liegt. Die äußere Dossirung der Schleuseninsel ist über diesem Plateau kegelförmig an das Unterhaupt angeschlossen. Eine Treppe vermittelt die Verbindung zwischen dem niedrig gelegenen Plateau und dem Unterhaupt. Es ist zu bemerken, daß auf Blatt H bei der Güdinger Schleuse das Wehr geöffnet, bei der Louisenthaler dagegen geschlossen gedacht ist, und daß demnach, abgesehen von der größeren Sohlbreite des Louisenthaler Obercanals, der Wasserspiegel in der Zeichnung hier eine größere Breite erhalten hat, und sich auch eine größere Niveaudifferenz zwischen dem Ober- und Unterwasser merkbar macht, als bei der Güdinger Anlage.

Die Disposition und Aufeinanderfolge der Arbeiten, die zur Herstellung der Schleusen, Schleusencanäle und des Wehrs auszuführen waren, ist bei Güdigen und Louisenthal im Allgemeinen dieselbe gewesen. Es wurde am Ende des Sommers (bei Güdigen im Jahre 1862, bei Louisenthal im Jahre 1863) die Schleusenbaugrube ausgehoben und die Schleuse fundirt. Im Winter wurden die Erdarbeiten zur Herstellung des Obercanals zum größten Theil ausgeführt, wobei jedoch an der oberen Einfahrt vorläufig ein Damm stehen blieb, um auch bei höheren Wasserständen das Saarwasser von dem Canal fern zu halten.

Bei Güdigen, wo die Sohle des Canals etwa 6 Zoll unter dem mittleren Wasserstand der ungestauten Saar lag, und deshalb, zumal im Winter, wo höhere Wasserstände öfter eintreten, eine natürliche Entwässerung nach der Saar zu unsicher war, wurde das Tages- und Grundwasser, welches sich in dem Canal sammelte, nach der Schleuse geleitet und hier durch eine Kreiselpumpe gehoben.

Bei Louisenthal lag die Sohle des Canals etwa 1 Fufs über dem mittleren Wasserstande der Saar, so daß bei den

gewöhnlichen Wasserständen eine natürliche Entwässerung nach der Saar zu stattfinden konnte. Um diese herbeizuführen, wurde in dem oberen Damm ein Siel angelegt, durch welches das Sammelwasser direct der Saar zufließt. Bei Anschwellungen der Saar wurde das Siel geschlossen.

Da unter diesen Umständen eine Verbindung des Canals mit der Schleusengrube zur Entfernung des Wassers nicht erforderlich war, so konnte dicht oberhalb der Schleuse in dem Canal ein Damm stehen bleiben, der auch bei sehr hohen Wasserständen die Schleusenbaugrube gegen das Durchströmen des Wassers schützte und zugleich als Lagerplatz für die zum Wehrbau erforderlichen Materialien diente, auch die Verbindung zwischen den Hauptwerkplätzen, die sich auf dem linken Ufer befanden, und dem Wehre vermittelte. Bei Güdigen mußte diese Verbindung durch eine provisorische Brücke hergestellt werden.

Nach Ablauf des Frühjahrshochwassers wurde mit dem Wehrbau begonnen. Das Wehr wurde in vier Abtheilungen ausgeführt. Zunächst wurden die Baugruben für die Landpfeiler und die anstossenden Theile des Wehrrückens ausgehoben und nach dem Wasser zu durch Fangedämme abgeschlossen. Nachdem die auf dem Fels liegenden Erd- und Kiesmassen entfernt waren, wurden diese Theile fundirt und aufgemauert. Sodann wurde der fehlende Theil der linksseitigen Wehrhälfte mit dem Mittelpfeiler und einem kurzen Stück des rechts von demselben liegenden Wehrrückens durch Fangedämme eingeschlossen, die Baugrube bis auf den Fels geräumt, und nun auch der Bau der Fundamente dieser Theile ausgeführt. Zugleich mit diesen Arbeiten wurde die Ausführung der Schleuse beendet, der Ober- und Untercanal vollständig ausgehoben; es wurden die Dämme abgegraben und die Dossirungen bis mehrere Fufs über Wasser gepflastert. Ebenso waren die Erdarbeiten, die oberhalb des Wehrs für die erforderliche Erweiterung des Flußbettes ausgeführt werden mußten, beendet, und auch hier die Dossirung bis zu einer angemessenen Höhe durch Abpflasterung geschützt.

Nachdem nun die Werkstücke auf dem eingedämmten Theil des Wehrs vollständig versetzt, und auch die Wehrböcke montirt und mit einer Laufbrücke versehen waren, wurde die Saar oberhalb der rechten Wehrhälfte von dem Mittelpfeiler bis an das rechte Ufer durch eine Steinschüttung coupirt, die durch eingeschütteten Kies und Erde so gedichtet wurde, daß die Saar dadurch aufgestaut und über den fertigen Rücken der linken Wehrhälfte gedrängt wurde. Im Schutze dieses Steindammes wurde die Baugrube für den noch fehlenden Theil des Wehrs durch Fangedämme eingeschlossen und die hier erforderliche Mauerarbeit zur Ausführung gebracht.

Nachdem nun auch in die rechte Wehrhälfte die Wehrböcke eingesetzt waren, wurden die Fangedämme und, soweit es erforderlich war, auch der Coupirungsdamm entfernt, so daß die Saar sich nun über den ganzen Wehrrücken frei ergießen konnte.

Während die linke Wehrhälfte ausgeführt wurde, war das Durchflußprofil der Saar auf eine Breite von nur 5 Ruthen eingeschränkt. Es war günstig, daß während dieser Zeit weder bei dem Bau des Güdinger, noch des Louisenthaler Wehrs höhere Wasserstände eintraten, so daß diese starke Einschränkung in keiner Weise Nachteile herbeiführte.

Der Bau der rechtsseitigen Wehrhälfte, der an beiden Stellen im Herbst zur Ausführung kam, wurde einige Mal durch höhere Wasserstände unterbrochen, so daß die Fangedämme vollständig unter Wasser gesetzt wurden. Außer den kurzen Unterbrechungen, die der Bau hierdurch erlitt, und geringen Reparaturen, die in Folge hiervon an den Fangedämmen nö-



thig wurden, hatten diese Anschwellungen keine nachtheiligen Folgen.

Bei der gewählten Disposition gelang es, die Schleusen und Wehrbauten auszuführen, ohne die bis Saarbrücken bestehende Schifffahrt auch nur einen Tag zu unterbrechen. Während die linke Hälfte des Louisenthaler Wehres ausgeführt wurde, konnten die Schiffe zwischen dem rechten Landpfeiler und dem Mittelpfeiler des Wehres ungehindert hindurchfahren. Der Coupirungsdamm, in dessen Schutze der letzte Theil des Wehres zur Ausführung kam, wurde so schnell geschüttet und gedichtet, daß 20 Stunden, nachdem mit der Schüttung desselben begonnen war, die Saar 10 Zoll hoch den fertigen Wehrrücken der linken Hälfte überströmte. Da nun der Vorboden der Schleuse, sowie auch die Sohle des Obercanals 1 Fuß unter dem Wehrrücken liegt, so war hier eine Wassertiefe von 22 Zoll vorhanden, die mit Rücksicht auf die zahlreichen flachen Furthen, die sich in dem obern Laufe der Saar befanden, zur Aufrechthaltung der gewöhnlichen Schifffahrt vollkommen genügte. Am 17. September 1864 wurde die Schleuse bei Louisenthal dem Schiffsverkehr eröffnet, 12½ Monate nachdem der erste Spatenstich zur Ausführung der Bauten bei Louisenthal geschehen war.

Bei Güdigen war es von geringerem Interesse, die Arbeiten der Art zu betreiben, daß keine Sperrung eintrat, da die Holzflößerei, die früher auch auf der oberen Saar stattgefunden hatte, durch ein Decret des Präfecten in Metz für die Dauer der Ausführungen an dem Französischen Theil der Canalisirungsarbeiten untersagt war, und die wenigen Fischer-nachen, die außerdem diesen Theil der Saar befahren hatten, eine Offenhaltung des Fahrwassers nicht nothwendig machten.

Wie mannigfaltig und interessant die Canalisirungsarbeiten bei Güdigen und Louisenthal auch waren, so wurden sie doch an Ausdehnung durch die Anlagen bei Saarbrücken bedeutend übertroffen, da hier der bei weitem größte Theil der auf dem Canal zu verschiffenden Kohlen verladen werden soll, und deshalb außer den eigentlichen Canalisirungsarbeiten alle die Anlagen hier ausgeführt werden mußten, die zum Transport der Kohlen von dem Bahnhof nach der Saar und zum Verladen und zum Magaziniren derselben erforderlich sind.

Die Ausführungen, die sich hierauf beziehen, werden weiter unten eingehender beschrieben werden; es mag hier nur erwähnt werden, daß das Planum des S. Johanner Bahnhofs beinahe 80 Fuß über dem Niveau der ungestauten Saar liegt und daß deshalb selbst bei dem gewählten Gefälle von 1:90 doch eine bedeutende Bahnlänge erforderlich war, um die für das Abstürzen der Kohlen in die Schiffe und das Magaziniren derselben auf den Halden angemessene Höhenlage der Stränge zu erreichen.

Wie auf Blatt J dargestellt, ist zu diesem Zweck eine Verbindungsbahn gebaut, die von dem Bahnhof St. Johann nach dem Dorf Malstatt herabführt. Unterhalb Malstatt ist ein Rangirbahnhof angelegt, von dem aus einzelne Stränge nach dem Hafen und nach der Kohlenhalde geführt sind.

Um auch bei höheren Wasserständen die Kohlen sicher in die Schiffe verladen zu können, war die Anlage eines Hafens hier unumgänglich, und mußte derselbe, um kostspielige Ueberbrückungen der Saar zu vermeiden, zwischen dem St. Johanner Bahnhof und der Saar angelegt werden. Zwischen dem alten Saarbette und dem Bahnhof genügte der Raum hierzu nicht, und wurde deshalb die starke Serpentine, welche die Saar hier bildete, zum Hafen umgewandelt, und der Saar südlich davon ein neues Bette gegraben. Die Lage des neuen Bettes wurde dadurch bestimmt, daß die zwischen diesem und dem Hafen liegende Fläche die von der Königl. Berg-

werkdirection zum Magaziniren einer bestimmten Masse Kohlen verlangte Größe von ca. 30 Morgen erhielt.

Abweichend von der sonst üblichen und im Ganzen angemesseneren Anordnung liegt die Einfahrt in den Hafen am oberen Ende desselben. Es wäre möglich gewesen, die Schleuse und das Wehr weiter stromabwärts und die Mündung dann nach unten hin zu verlegen. In diesem Falle hätte aber die Eisenbahn auf einer Drehbrücke die Hafenumündung überschreiten müssen, was, abgesehen von der kostspieligen Ausführung und Bedienung derselben, noch besonders den Nachtheil gehabt haben würde, daß dann jede weitere Eisenbahnverbindung der Halde mit dem Rangirbahnhof, die sich jetzt schon als Bedürfnis gezeigt hat und wahrscheinlich binnen Kurzem zur Ausführung kommen wird, sehr bedeutend erschwert wäre. Die Mündung des Hafens ist, um den Versandungen möglichst entgegen zu wirken, stromabwärts geneigt und oberhalb derselben ein Richtwerk zu vollständig wasserfreier Höhe aufgeführt, durch welches auch bei den höchsten Anschwellungen der Saar der Strom in die Richtung des neuen Saarbettes und von dem Hafen und der Halde abgelenkt wird. Schleuse und Wehr sind an das untere Ende der Halde gelegt, um das ganze saarseitige Ufer der Halde sicherer zum Verladen der Schiffe benutzen zu können, und auch um die Kosten für die Ausschachtung des neuen Saarbettes zu vermindern.

Wie oben erwähnt wurde, ist das Durchflußprofil der Wehröffnungen so bestimmt worden, daß, wenn die Saar bordvoll ist, kein merkbarer Stau durch die Wehre mehr erzeugt wird. In derselben Weise ist das Profil für das neue Saarbette ermittelt. Die Sohle desselben liegt etwa 10 Fuß unter dem hydrostatischen Stauwasserspiegel, also 5 Fuß unter dem Wehrrücken, und hat eine Breite von 10 Ruthen. Nach dem Wehr zu, wo das Bette sich verbreitert, steigt die Sohle bis 1 Fuß unter die Oberkante des Wehrrückens. Das linke Ufer hat eine zweifüßige Dossirung, und befindet sich 2 Fuß über dem normalen Stauwasserspiegel ein 3 Fuß breites Bankett. Das Bankett und der darunter liegende Theil der Dossirung ist gepflastert, die obere Dossirung dagegen nur mit Rasen belegt. Das Haldenufer hat eine einfache Anlage, um das Anlegen und Verladen der Schiffe zu erleichtern, und ist bis obenhin gepflastert. Zwei Fuß über dem Wasserspiegel befindet sich auch hier ein Bankett von 3 Fuß Breite.

Zur Herstellung des neuen Saarbettes mußten etwa 70000 Schachtruthen Boden ausgehoben werden. Etwa die Hälfte hiervon wurde zur Anschüttung des Richtwerks oberhalb der Hafenumündung, zur Aufhöhung der Kohlenhalde und zur Coupirung der Saar an dem unteren Ende des Hafens benutzt, der Rest dagegen zur Anschüttung der Eisenbahndämme von dem Hafen bis zum Rangirbahnhof und zur Schüttung des Rangirbahnhofs selbst.

Im November 1862 wurde mit dem Ausheben der Baugruben für Schleuse und Wehr begonnen und der geförderte Boden am untern Ende der Halde ausgesetzt, von wo aus er später zur Coupirung der Saar verwandt wurde. Im Laufe des Winters, welcher für die Ausführung der Erdarbeiten sehr günstig war, wurde der obere Theil des neuen Flußbettes so weit ausgeschachtet, als der hieraus gewonnene Boden zur Aufhöhung der Halde benutzt werden konnte. Auch wurde zugleich ein Theil der zur spätern Schüttung des Richtwerks erforderlichen Erdmassen auf das obere Ende der Halde ausgesetzt. Vom Frühjahr bis Ende 1863 wurde das neue Saarbette von Station 1,03 bis 1,10 vollständig profilmäßig ausgehoben, und die Bahndämme und der größte Theil des Rangirbahnhofs angeschüttet. Der Transport der gelösten Massen geschah mittelst Kippwagen, die auf Eisenbahnen liefen, und

fand der Uebergang über die Saar auf einer Interimsbrücke statt, welche zwischen dem Wehr und dem jetzigen Hafenamt über den Fluß erbaut war.

Im Laufe desselben Jahres war das neue Saarbette unterhalb des Wehrs und der Untergraben der Schleuse ausgehoben, und die Verlegung des Flußbettes erfolgt. Das letztere mußte nämlich längs des Dorfes Malstatt zwischen Station 1,15 und 1,20 auf 100 Ruthen Länge durchschnittlich um vier Ruthen Breite nach dem linken Ufer zu verschoben werden, um zwischen dem Dorf und der Saar den nöthigen Raum für die Anschüttung der Eisenbahndämme zu gewinnen. Der aus diesen Abgrabungen gewonnene Boden wurde theils durch Nachen-, theils durch Karren-Transport über eine provisorische Schiffbrücke zur Schüttung der Dämme und des Bahnhofs verwandt.

Zwei ausreichend starke Dämme, die bei Station 1,03 und bei Station 1,10 stehen geblieben waren, vermittelten während dieser Zeit die Verbindung zwischen dem linken Ufer der neuen Saar und der Halde für den Transport der zu den Pflasterungen etc. erforderlichen Materialien.

Im Frühjahr 1864 wurde das linke Ufer von Station 0,98 bis 1,03 profilmäßig abgegraben und auch die verbliebenen Dämme entfernt, so daß das neue Flußbett Anfang Juni vollständig hergestellt war, und auch die Dossirungen, da die Pflasterungen mit den voranschreitenden Erdarbeiten stetig ausgeführt wurden, bis zur Höhe der Bankette durch Pflaster gedeckt waren. Zu gleicher Zeit waren auch die Ufer des Richtwerkes, soweit dieselben nicht in die alte Saar fielen, regulirt und gepflastert, und die Hafenmündung auf eine Länge von etwa 10 Ruthen regelmässig hergestellt und durch einen 12 Fufs breiten soliden Fangedamm geschlossen.

Um das Pflaster in der Nähe des Fangedammes möglichst undurchlässig zu machen, wurde dasselbe hier, anstatt auf eine Kiesschüttung, auf eine Untermauerung von  $1\frac{1}{4}$  bis 2 Fufs Stärke gesetzt, und in Mörtel ausgeführt.

Nach der ursprünglich angenommenen Disposition sollte der Boden, der zwischen Station 0,98 und 1,03 von dem linken Ufer abgegraben wurde, ebenfalls auf der Halde ausgesetzt und später zur Schüttung der obern Coupirung und des Richtwerkes verwandt werden. Da diese Arbeit aber im Frühjahr ausgeführt wurde und bei dem sehr geringen Schneefall, der im Winter vorher in den Vogesen stattgefunden hatte, Hochwasser nicht zu befürchten waren, so wurde der größte Theil hiervon (circa 6000 Schachtruthen) direct auf und vor das rechte Ufer der alten Saar geschüttet. Wenn es auch etwas gewagt schien, das alte Flußbette, so lange die Saar noch hindurchfloß, so bedeutend einzuschränken, so war doch die Ersparnis von 7000 bis 8000 Thlr., welche zu einer doppelten Bewegung jener Massen erforderlich gewesen wären, zu bedeutend, um nicht den eventuellen Nachtheil aufzuwiegen, der durch Ausbaggern des bei etwaigem Hochwasser in die Saar gespülten Erdreichs entstanden wäre. Es trat übrigens kein Hochwasser ein, so daß diese Dispositionsänderung in keiner Weise nachtheilige Folgen hatte.

Inzwischen waren auch die Arbeiten am Wehr und an der Schleuse vollständig beendet, so daß am 23. Juni 1864 die alte Saar oberhalb der Hafenmündung coupirt werden konnte.

Es gelang auch hier ebenso, wie bei Louisenthal, die Arbeiten auszuführen, ohne eine Unterbrechung der Schifffahrt herbei zu führen. Am Morgen des 23. Juni war noch ein Schiff durch die alte Saar heraufgekommen. Mittags konnte die Coupirung überschritten werden, und Abends um 8 Uhr war der Wasserspiegel durch die Coupirung so weit gehoben,

daß ein Schiff die Schleuse und das neue Saarbette passieren konnte.

Da der Untergrund aus Fels bestand, so bot die Herstellung der Coupirung im Ganzen keine Schwierigkeit. Bei Saarbrücken wurde diese Arbeit noch dadurch erleichtert, daß, als die Coupirung sich dem Schluß näherte, das Wehr bei Güdingen schnell zugestellt und hierdurch der Wasserzufluß für mehrere Stunden bedeutend ermäßigt wurde. Die obere Coupirung wurde nun theils von dem Boden, welcher zu diesem Zweck auf der Halde ausgesetzt war, theils von dem Boden, der zur Herstellung der Baugrube für die Sturzbahn am Haldenufer ausgeschachtet werden mußte, angeschüttet, und war bei Eintritt des Winters soweit ausgeführt, um selbst den höchsten Fluthen der Saar ausreichenden Widerstand zu leisten.

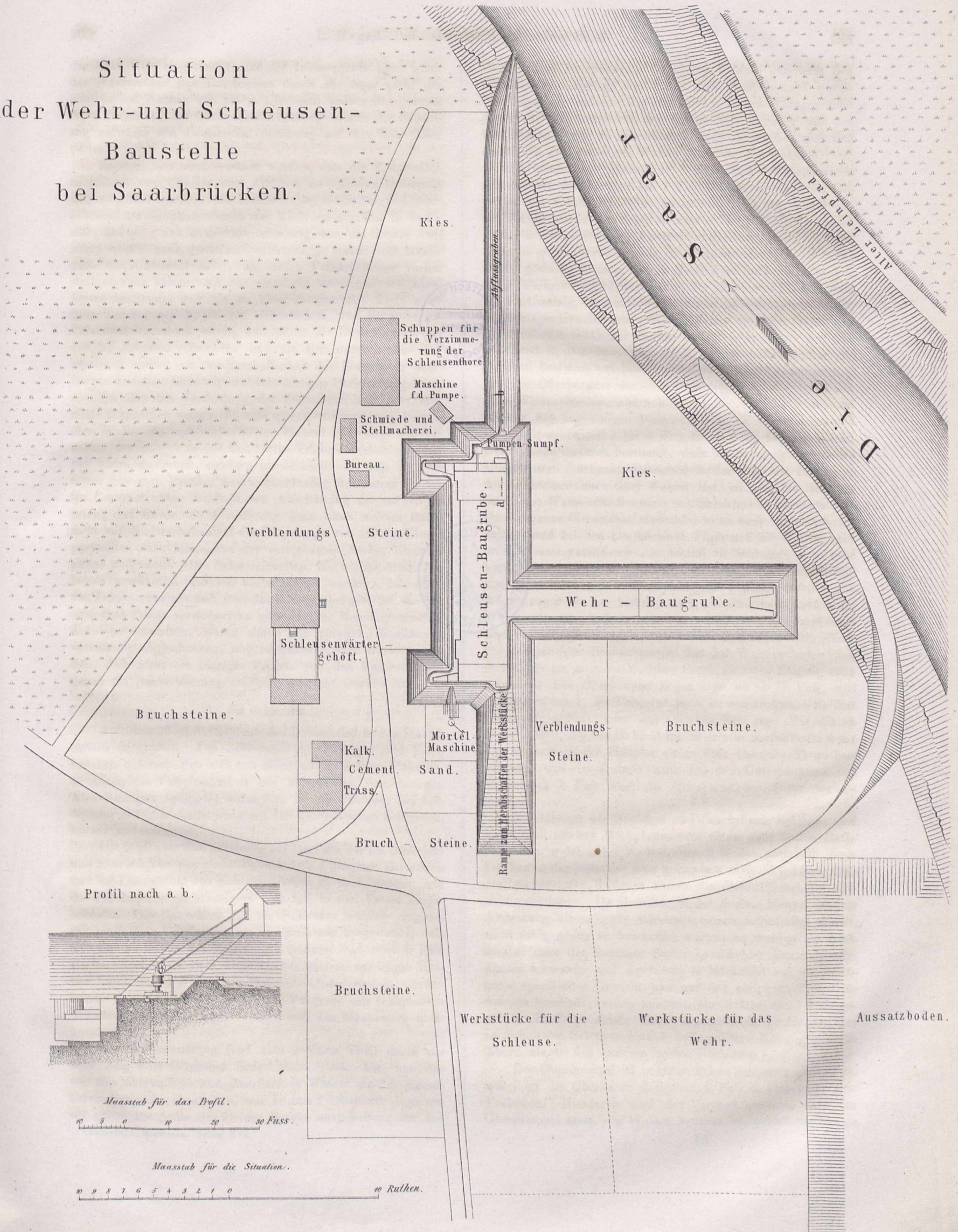
Da der Hafen mit der Saar unterhalb des Wehres in offener Verbindung stand, so war der Wasserstand in dem Hafen ein sehr niedriger, bei dem die bedeutenden Fundirungen der Sturzbahnen, die noch fehlenden Erdarbeiten und die Pflasterungen ohne übermäßige Kosten ausgeführt wurden. Als diese Arbeiten bis zu solcher Höhe gediehen waren, daß sie durch das Oberwasser nicht mehr benachtheiligt werden konnten, wurde die alte Saar am unteren Ende des Hafens mit den zu diesem Zweck in der Nähe ausgesetzten Erdmassen zugeschüttet und im December 1864 der Fangedamm in der Mündung des Hafens entfernt.

Die Wasserwältigung, die bei der Aushebung des neuen Saarbettes erforderlich war, wurde durch eine Kreiselpumpe bewirkt, die auf dem Haldenufer Station 1,07 gegenüber aufgestellt war und das Wasser in einen vorhandenen Graben hob, der es quer über die Halde der alten Saar zuführte. Aus den kleinen Schachtgruben wurde das Grundwasser, soweit es nöthig war, durch Handpumpen entfernt, was bei dem im Ganzen geringen Wasserzudrang keine besondere Schwierigkeit verursachte.

Die Interimsbrücke, welche unterhalb des Hafens für den Erdtransport erbaut war, wurde nach Abgrabung der Dämme in dem neuen Flußbette zum Transport der Materialien, die für den Bau der Pfeiler- und Sturzbahn auf der Halde erforderlich waren, beibehalten. Ueberdies war der Fangedamm in der Hafenmündung mit einer Steindecke versehen, so daß, als die Coupirung oberhalb des Hafens bis zu einer angemessenen Höhe ausgeführt war, auch hierüber eine bequeme Zufuhr zu der Halde stattfand.

Wenn durch die Bauten bei Saarbrücken, wie erwähnt, die Schifffahrt auch nicht direct unterbrochen wurde, so liefs es sich doch nicht vermeiden, daß dieselbe während der Ausführung der Arbeiten sehr bedeutend erschwert wurde. Da auf dem rechten Ufer, auf dem bisher der Leinpfad lag, die Bahndämme angeschüttet wurden, so mußten die Leinenpferde hier lange Zeit auf dem frisch angeschütteten Boden gehen, und auf diesem unsicheren und schwierigen Wege die sehr starke Strömung überwinden, die bei dem Dorfe Malstatt wegen einer daselbst vorhandenen Furth schon immer bestanden hatte, während des Baues aber durch die starke Einschränkung, die bis zur vollständigen Abgrabung des linken Ufers hier stattfand, noch bedeutend vermehrt wurde. Zahlreiche Klagen und Beschwerden der Schiffer liefen deswegen ein. Seitens der Bauverwaltung wurde dafür gesorgt, daß der Leinenzug wenigstens immer möglich blieb, und wurde an den schlimmsten Stellen den Schiffen auch bereitwilligst Hülfe gegeben. Vollständige Abhülfe liefs sich aber bei dem besten Willen nicht schaffen. Als das neue Flußbette und die Schleuse bei Saarbrücken dem Verkehr eröffnet war, wurde oberhalb der Eisenbahnbrücke ein Ueberschlag von dem rechten auf

# Situation der Wehr-und Schleusen- Baustelle bei Saarbrücken.



das linke Ufer eingerichtet, und die Leinenpferde hier, wenn der Wasserstand das Durchreiten durch die Saar nicht gestattete, auf Nachen von einem Ufer zum andern übergesetzt. Nach Eröffnung der Louisenthaler Schleuse wurde der Leinenzug aufwärts von Louisenthal durchweg auf das linke Ufer verlegt.

Es mag hier noch erwähnt werden, daß die Erdarbeiten in Loosen von verschiedenen Gröfsen an einzelne Unternehmer vergeben wurden. Da besonders bei Güdigen und Saarbrücken der Sandboden nach der Tiefe zu allmähig in Sandstein überging und es deshalb schwierig war, die Grenze zwischen beiden ganz genau zu bestimmen, so wurde nach Maafs-gabe der Untersuchungen, die durch Versuchslöcher vorher stattgefunden hatten, bei den einzelnen Verdingen von vornherein bestimmt, daß bis zu einer festgesetzten Tiefe unter dem Terrain der Boden als Grabeboden, und darunter als Felsboden berechnet würde, und hatten die Unternehmer, die auf die Arbeiten reflectirten und die sich durch eigene Anschauung vorher von der Beschaffenheit der Bodenarten überzeugen konnten, hiernach zwei verschiedene Preise abzugeben.

Da über die Vertheilung der Erdmassen eine sehr specielle Disposition aufgestellt, und genau bestimmt war, in welcher Weise die ausgeschachteten Massen verwandt werden sollten, so wurden in den Contracten Transportweiten gewöhnlich nicht angegeben, sondern wurde bestimmt, daß die zwischen gewissen Profilen auszuschachtenden Erdmassen zu der im Contract näher bezeichneten Anschüttung zu verwenden seien, und wurde die Abrechnung dann ohne weitere Rücksicht auf die Beschaffenheit der Bodenarten und auf die Transportweiten nach Maafs-gabe der vereinbarten beiden Einheitspreise aufgestellt. Die Schwierigkeiten, die bei ähnlichen Arbeiten gewöhnlich dadurch herbeigeführt werden, daß über die Transportweiten und über die Bodengattungen, für die verschiedene Preise vereinbart zu sein pflegen, Meinungsverschiedenheiten obwalten, waren durch die genannte Einrichtung vollständig abgeschnitten, und ist dadurch auch erreicht worden, daß nicht ein einziger Procefs von den Unternehmern gegen die Bauverwaltung anhängig gemacht worden ist.

### 3. Die Schleusen.

Auf Blatt 33 ist die Schleuse bei Louisenthal in den Hauptsachen dargestellt. Die Schleusen bei Güdigen und Saarbrücken unterscheiden sich von dieser nur in solchen Punkten, in denen die Verschiedenheit der allgemeinen Anordnungen Abweichungen bedingte; außerdem ist die Schleuse bei Güdigen, in Uebereinstimmung mit den Französischen Schleusen, kürzer und schmaler.

Die Schleusen sind durchweg auf den Fels, der bei Güdigen und Saarbrücken aus einem Buntsandstein jüngster Formation und bei Louisenthal aus Kohlensandstein bestand, fundirt, und die Fundamente noch mehrere Fufs tief in den Felsen eingeschrotet. Die Baugruben für die Schleusen wurden ringsum mit einfüßigen Dossirungen und so geräumig ausgehoben, daß sich in der Höhe des Felsens ein Bankett von etwa 6 Fufs Breite bildete, auf dem abrutschende Erdmassen liegen blieben, und auf dem zugleich Materialien niedergelegt werden konnten. Im Fels selbst wurde die Baugrube mit senkrechten Wänden hergestellt, gegen welche sich das Mauerwerk dicht ansetzte.

Der Wasserzudrang fand zum grössten Theil durch die über dem Fels liegenden Erdschichten statt. Um nun das aus den oberen Schichten zuströmende Wasser von der eigentlichen Baugrube abzuhalten, war in dem Felsbankett rings um die ganze Baugrube ein kleiner Graben ausgehoben, der das

Wasser dem Pumpensumpf zuführte, welcher unterhalb des Unterhauptes angelegt war. Aus dem Pumpensumpf wurde das Wasser durch eine Kreiselpumpe in einen Abzugsgraben geworfen, der innerhalb des Untercanals zugleich mit der Schleusenbaugrube zu bedeutender Tiefe ausgehoben war und durch den das geförderte Wasser nach der Saar abflofs.

Die Sohle der Schleusen ist 2 Fufs stark mit Kalksteinen untermauert und darüber ein 1 Fufs starkes umgekehrtes Gewölbe mit 1 Fufs Pfeilhöhe ausgeführt. Für die Fundirung der Flügel wurde der Fels, so weit er die nöthige Festigkeit hatte, in treppenförmigen Absätzen abgearbeitet und die Flügel dann in geringerer Tiefe als die Schleusenmauern auf denselben gesetzt. Zu dem innern Mauerwerk sind die Buntsandsteine hiesiger Gegend verwendet, die sichtbaren Flächen sind mit regelmäfsig, aber rauh bearbeiteten Kalksteinen verblendet. Zu den Quadern ist zum grössten Theile ein sehr fester und gleichmäfsiger röthlicher Buntsandstein genommen, der bei Landstuhl in der bairischen Pfalz gebrochen wird; nur die Drempe bestehen aus Niedermendiger Basalt-Lavaquadern.

Die Oberhäupter der Schleusen liegen in der Höhe des alten Wiesenterrains, und mithin 14 bis 15 Fufs über dem Rücken des zugehörigen Wehres. Die Schleusenmauern und Unterhäupter liegen 3 bis 4 Fufs tiefer. Die Lage der letzteren wurde dadurch bestimmt, daß bei dem angenommenen allerhöchsten fahrbaren Wasserstande der Saar die Oberkante der Unterthore noch über Wasser lag, so daß die Schleuse bei diesen Wasserständen noch mit Sicherheit zu benutzen war. Da das ganze Wiesenthal bisweilen, wenn auch nur selten, inundirt, und bei den allerhöchsten Fluthen 8 bis 9 Fufs hoch unter Wasser gesetzt wird, so waren die Schleusen ohne sehr kostspielige und für den Verkehr störende Anlagen nicht wohl den Ueberfluthungen zu entziehen. Es genügte deshalb, die Anordnungen so zu treffen, daß die Oberthore erst unter Wasser gesetzt wurden, nachdem auch unter den ungünstigsten Verhältnissen das Eis vollständig abgegangen war. Nach den langjährigen Beobachtungen hat bei Wasserständen über +16 Fufs am alten Saarbrücker Pegel nie mehr Eisgang stattgefunden. Die Oberhäupter liegen etwa an +19 Fufs, und genügte es daher, die Thore so hoch zu construiren, daß ihre Oberkante 2 Fufs unter den Oberhäuptern lag. Für die sichere Befestigung der Halsbänder ist es sehr vortheilhaft, wenn das Mauerwerk der Häupter einige Fufs über die Thore herüberragt, und ist deshalb auch bei den Unterhäuptern das Mauerwerk 2 Fufs über die Oberkante der Thore heraufgeführt.

Die Mauern der Güdinger und Saarbrücker Schleuse sind mit 7 Zoll starken Deckplatten von einem sehr harten Rothliegenden, welches bei Britten etwa 6 Meilen unterhalb Saarbrücken in der Nähe der Saar gebrochen wird, abgedeckt. Für die Louisenthaler Schleuse waren dieselben Platten in Aussicht genommen. Da dieselben in der grossen Menge, die zur Abdeckung sämtlicher Schleusenmauern erforderlich wurde, nicht zeitig genug zu beschaffen waren, so wurden bei Louisenthal statt der Britten Steine Landstuhler Buntsandsteinplatten verwandt und denselben in Rücksicht auf ihr geringeres specifisches Gewicht und auf den geringern Preis, für den sie beschafft werden konnten, eine Stärke von 1 Fufs gegeben. In Folge dieser Aenderung erhielten die Mauern der Louisenthaler Schleuse eine 5 Zoll gröfsere Höhe gegen die Thore, als an den anderen beiden Schleusen.

Der Oberdrempe ist in sämtlichen Schleusen gebrochen, und liegt die Oberkante desselben 2 Fufs 6 Zoll unter den Vorböden. Hierdurch wird der Vortheil erreicht, daß der Oberdrempe stets von Wasser bedeckt ist, wobei die Steine

sich im Allgemeinen besser zu erhalten pflegen, als wenn sie abwechselnd nass und trocken sind. Ausserdem konnten bei dieser Anordnung die Schützöffnungen, durch welche das Oberwasser in die Schleusenammern eingelassen wird, tiefer gelegt werden, wodurch die beim Füllen der Schleuse entstehende Bewegung des Wassers in den Kammern wesentlich vermindert wird.

Die Drempele sind ohne Anwendung von eichenen Schlag-schwellen ganz in Stein ausgeführt. Die einzelnen Drempelesteine setzen sich mit centralen Stosfugen aneinander. Die Schlagflächen, gegen welche die Thore in einer Höhe von 6 Zoll anschlagen, sind so sorgfältig abgeschliffen, als es die Rauheit und Porosität des Niedermendiger Steins erlaubt. Die obere Kante ist 1 Zoll hoch gebrochen. Das Schleifen der Drempele wie auch der Wendenischen geschah mittelst Niedermendiger Steine. Nachdem die Drempelesteine versetzt und möglichst regelmässig nachgearbeitet waren, wurde eine glatt bearbeitete Stufe aus Basaltlava an Stricken in der Weise darüber aufgehängt, dass sie an der Schlagfläche des Drempele hin- und herschwingen konnte, und indem sie unter Zuführung von Wasser und Sand dagegen gedrückt wurde, diese Fläche glatt und eben abschliiff. Zum Schleifen der Wendenische waren Niedermendiger Steine von 4 Fufs Länge, genau cylindrisch von der Rundung der betreffenden Wendesäulen abgearbeitet, über den Wendenischen aufgehängt, und wurden dieselben, indem ebenfalls Wasser und Sand herabgegossen wurde, theils senkrecht auf- und abbewegt, theils gedreht. Es wurde hierdurch ein so dichter Schluss der Thore herbeigeführt, dass mit Ausnahme von zwei Stellen, wo durch Unvorsichtigkeit kleine Stücke der Drempelesteine abgestofsen waren, der Wasserverlust ein äusserst geringer ist. Die sämtlichen Kanten der Quädern, welche die Thorkammernischen, die Dammbalkenfalze etc. einschliessen, sind mit einem Radius von 1½ bis 2 Zoll abgerundet.

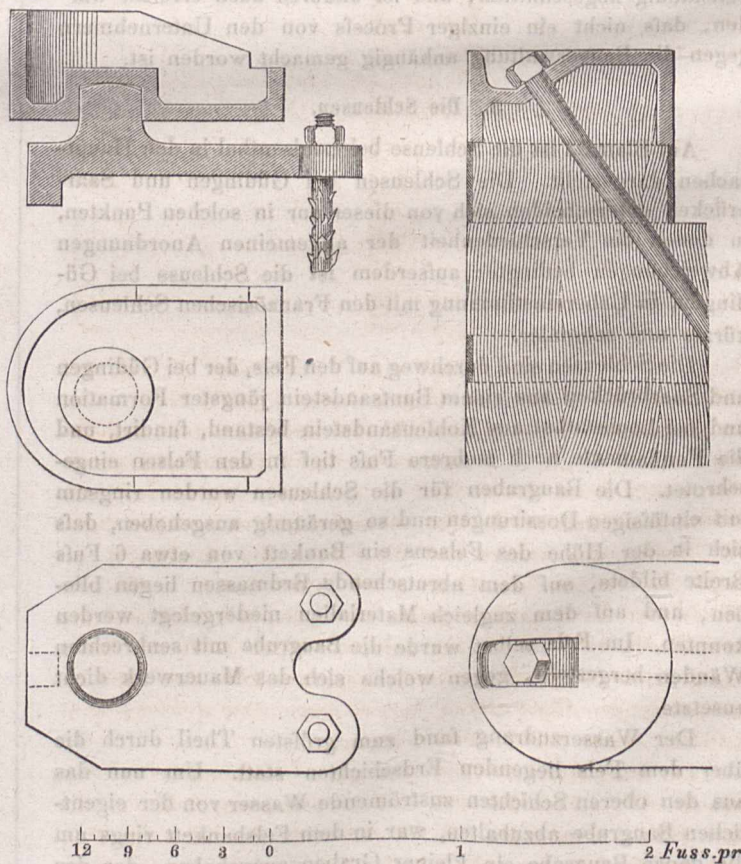
Der Mörtel bestand aus dem hier gebräuchlichen mageren Kalk, Sand und Trafs. Zu den unteren Theilen des Mauerwerks wurde ein gröfserer Trafszusatz genommen, als zu den höher gelegenen. Die Quädern wurden mit Cement vergossen. Der Trafsmörtel wurde für die Schleusen- und Wehrbauten durchweg mit Maschinen angefertigt, die in eichenen Bottichen bestanden, in deren innerer Wandung horizontale Messer und rechenförmige Arme angebracht waren, zwischen denen hindurch sich ebenfalls horizontale Messer und Arme bewegten, mit welchen die vertikale Achse, die durch einen Göpel gedreht wurde, versehen war.

Der Bau der Schleuse und des Wehrs bei Saarbrücken war die gröfste zusammenhängende Ausführung. Auf Blatt K im Text ist die Einrichtung und Disposition dieser Baustelle während der Ausführung dargestellt. Zur Erläuterung derselben mag noch erwähnt werden, dass die sämtlichen Werksteine, mit Ausnahme der Niedermendiger Drempelesteine und der ebenfalls sehr harten Abdeckungsplatten, auf der Baustelle selbst bearbeitet wurden und deshalb einen sehr grossen Raum erforderten. Aus der Mörtelmaschine war eine hölzerne Rinne durch die Dossirung gelegt, an deren unterem Ende der fertige Mörtel in der Baugrube selbst entnommen wurde. Aus dem Kies, der durch Baggern gewonnen war, wurde der erforderliche Mauerand ausgeharkt und musste von den Kieslagerplätzen, wo das Ausharken geschah, nach den Sandlagerplätzen neben der Mörtelmaschine transportirt werden. Die rechtsseitigen Leitmauern, welche den Ober- und Unter canal der Schleuse einschliessen, wurden erst in Angriff genommen, nachdem Schleuse und Wehr bis über Wasser im Mauerwerk fertig waren, und wurde dann die Wasserableitung entsprechend geändert.

Die Sohle der sämtlichen Unter canäle ist im Anschluss an den gemauerten Abfallboden auf eine Länge von 6 bis 8 Ruthen mit einem sehr starken Pflaster aus Kalkstein, das zum grossen Theil in Mörtel gesetzt ist, gegen den Angriff des Wassers gesichert.

Die Pegel bestehen aus 6 Zoll breiten und ½ Zoll starken gufseisernen Platten, die in Längen von 3 Fufs gegossen und in die Quader-Verblendung des Ober- und Unterhauptes eingelassen und mit Steinschrauben befestigt sind. Die Zahlen sowie die abwechselnden Zolle sind im Gufs erhaben dargestellt und ebenso wie die erhabenen Seitenwände schwarz angestrichen, während der Grund weifs gehalten ist. Die Nullpunkte beider Pegel einer Schleuse liegen mit dem Unterdrempele derselben in gleicher Höhe.

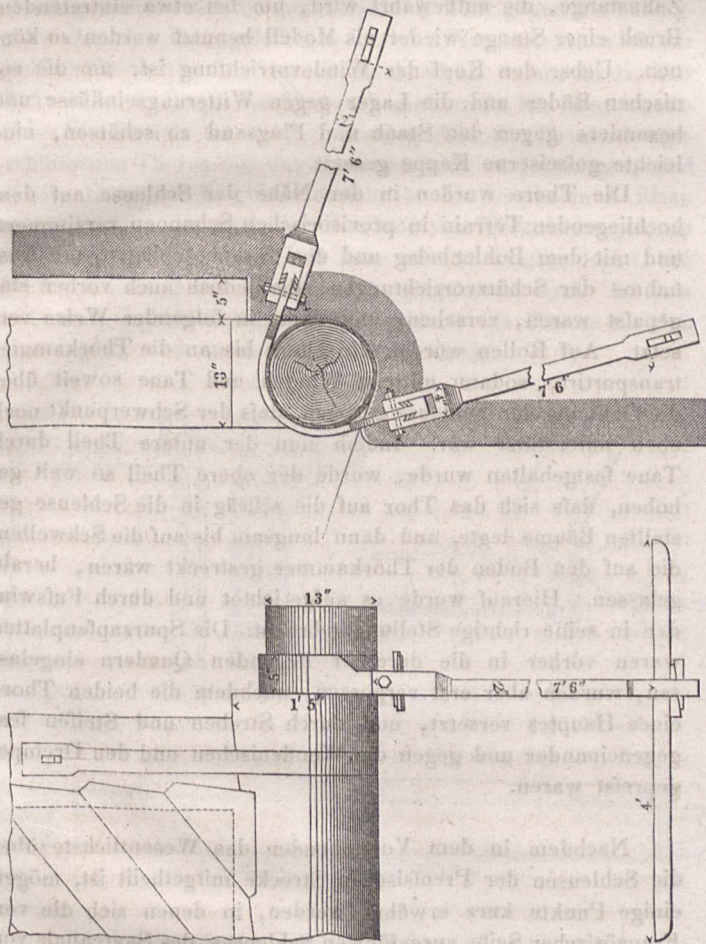
Die Schleusenthore sind aus eichenen Verbandstücken gefertigt und mit einem einfachen 2 Zoll starken eichenen Bohlenbelag versehen. Nur in den beiden untersten Feldern ist der Bohlenbelag, um eine gröfsere Dichtigkeit herbeizuführen, verdoppelt. Die Riegel sind mit einfachen Brustzapfen in die Wende- und Schlagsäulen eingesetzt. Die untersten Riegel, und bei Güdingen auch die Mittelriegel, sind auf beiden Seiten durch eingelassene Winkelbänder an die Wende- und Schlagsäulen befestigt, die obersten Riegel dagegen durch gerade umgelegte Bänder, durch welche die Verbandhölzer mittelst doppelter Keile fest gegen einander gezogen werden können. Bei Saarbrücken und Louisenthal sind zwischen die Mittelriegel senkrechte Spannpfosten mit Versatzung eingesetzt, und durch diese und die Schlagsäulen, beziehungsweise Wendesäulen, Schraubenbolzen gesteckt, mittelst deren die Schlag- und Wendesäulen gegen die Mittelriegel scharf angezogen wurden. Gegen das Versacken ist das Thor durch eine einfache Zugstange geschützt, die von dem Kopf der Wendesäule durch die Mittelriegel nach dem Fufs der Schlagsäule geht, ausserdem aber auch noch durch den schrägen mit sägenförmiger Versatzung eingelassenen Bohlenbelag.



Zur Dichtung des Belages sind in die schmalen Flächen der Bohlen schmale Nuthen  $\frac{3}{4}$  Zoll tief eingearbeitet und in die correspondirenden Nuthen der nebeneinander liegenden Belagsbohlen Federn aus  $1\frac{1}{2}$  Zoll breitem Bandeisen, welches mit getheerten Leinwandstreifen umwickelt war, eingeschoben. Das sonst übliche Calfatern des Belages wurde hierdurch entbehrlich.

Die Haube auf der Wendesäule, der Lagerschuh an derselben, sowie die Spurzapfenplatte sind aus Gufiseisen. Aus dem Holzschnitt auf Seite 196 ist die Form derselben ersichtlich. Die Pfanne in dem Lagerschuh ist gegen die Rundung der Wendesäule um  $\frac{1}{4}$  Zoll excentrisch.

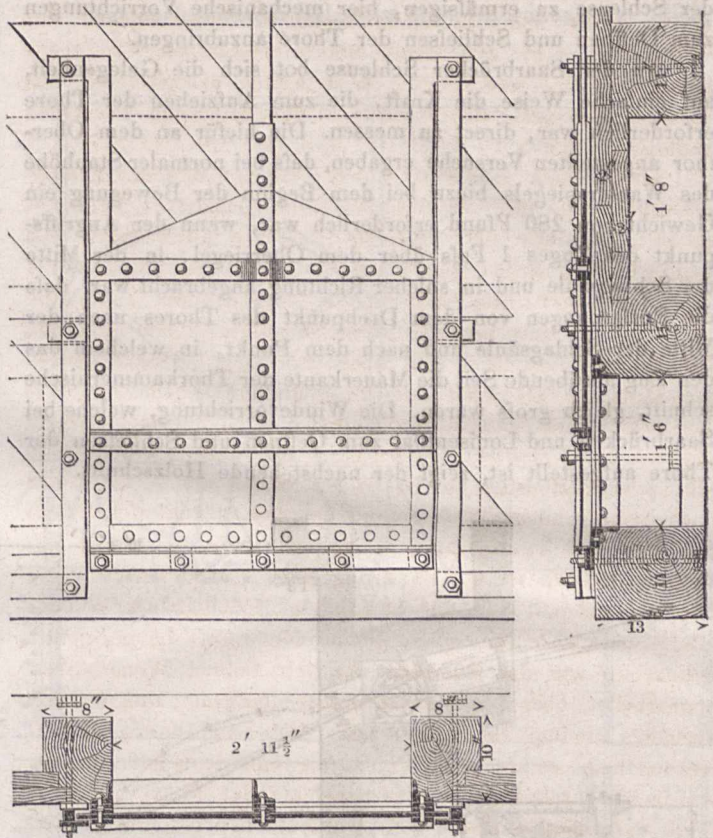
Unter der gufeisernen Haube ist um den Hals der Wendesäule ein 4 Zoll hoher schmiedeeiserner Ring gelegt, den das Halsband umfaßt. Die Anordnung des Halsbandes und der Verankerung ist in nachstehender Skizze dargestellt. Das



Halsband hat an den Enden eine Verstärkung, die von den gabelförmigen Anker zu beiden Seiten umfaßt wird. Der Zwischenraum zwischen dieser Verstärkung und den hakenförmigen Vorsprüngen des Ankers ist durch Doppelkeile ausgefüllt, durch deren Nachtreiben ein scharfes Anziehen der Halsbänder ermöglicht wird. Der Schraubenbolzen, welcher durch die Backen des Ankers und die Enden des Halsbandes gesteckt ist, soll nur das Oeffnen der Ankerbacken verhindern. Die Löcher für denselben haben einen länglichen Querschnitt, so daß ein seitlicher Druck auf den Bolzen nicht stattfinden kann. Bei der gewählten Befestigungsart kann das Thor bei vorkommenden Reparaturen heraus genommen werden, ohne daß die Anker gelöst werden dürfen.

Die Schützvorrichtungen sind ganz in Schmiedeeisen construirt. Die Schützöffnungen sind so bemessen, daß jede der drei Schleusenkammern bei der normalen Staubeöhe des Wassers in vier Minuten gefüllt und entleert wird. Die Construc-

tion der Schütze und der auf das Thor aufgeschraubten Gleitrahmen und Führungen zeigt nachstehende Skizze.



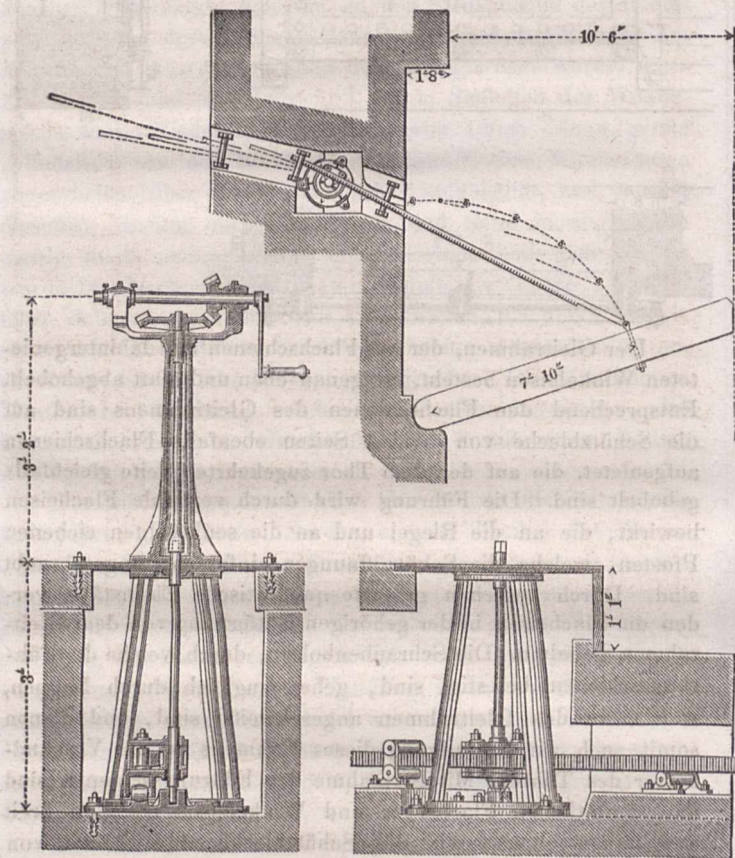
Der Gleitrahmen, der aus Flachschieben mit dahintergenieteten Winkeleisen besteht, ist genau eben und glatt abgehobelt. Entsprechend den Flachschieben des Gleitrahmens sind auf die Schützbleche von beiden Seiten ebenfalls Flachschieben aufgenietet, die auf der dem Thor zugekehrten Seite gleichfalls gehobelt sind. Die Führung wird durch vertikale Flacheisen bewirkt, die an die Riegel und an die senkrechten eichenen Pfosten, welche die Schützöffnungen einfassen, angeschraubt sind. Durch zwischen gesetzte quadratische Eisenstäbe werden die Flacheisen in der gehörigen Entfernung von dem Gleitrahmen gehalten. Die Schraubenbolzen, durch welche die Führungsschienen befestigt sind, gehen zugleich durch Lappen, welche an den Gleitrahmen angeschweißt sind, und dienen somit auch zur Befestigung dieses Rahmens an die Verbandhölzer des Thores. Mit Ausnahme der Führungsschienen sind die sämtlichen Flacheisen und Winkeleisen  $2\frac{1}{2}$  Zoll breit und haben ebenso wie die Schützbleche eine Stärke von  $\frac{1}{2}$  Zoll.

Auf die Schütze sind die Zugstangen aufgenietet und werden durch gufiseiserne Augen, welche auf dem Belag verschraubt sind, geführt. An dem oberen Ende derselben ist eine gehärtete gezahnte Stange angeschraubt, welche in die Räder der Windevorrichtung eingreift und durch diese bewegt wird. Das Gehäuse der Windevorrichtung sitzt auf starken Winkeleisen, die an die beiden oberen Riegel des Thores angeschraubt sind. An diesen und auf consolartigen Unterstüzungen sind zugleich die Auflager für die Laufbrücken angebracht.

Zum Oeffnen der Thore dienten hölzerne Zugstangen, die an den Wendesäulen befestigt waren. Im Anfang erforderte das Oeffnen der Thore eine sehr große Kraft. Bei der Gündinger Schleuse wurde die Bewegung jedoch nach Kurzem so leicht, daß ein Arbeiter jetzt im Stande ist, die Thore mit Leichtigkeit zu öffnen und zu schließen. Bei Saarbrücken und Louisenthal, wo die Thore bedeutend breiter und schwerer

sind, genügten aber kaum zwei Mann zu dieser Arbeit, und war es deshalb nothwendig, um die Kosten für die Bedienung der Schleuse zu ermäßigen, hier mechanische Vorrichtungen zum Oeffnen und Schliesen der Thore anzubringen.

An der Saarbrücker Schleuse bot sich die Gelegenheit, auf einfache Weise die Kraft, die zum Aufziehen der Thore erforderlich war, direct zu messen. Die hiefür an dem Oberthor angestellten Versuche ergaben, daß bei normaler Stauhöhe des Wasserspiegels hiezu bei dem Beginn der Bewegung ein Gewicht von 280 Pfund erforderlich war, wenn der Angriffspunkt des Zuges 1 Fuß über dem Oberriegel, in der Mitte der Schlagsäule und in solcher Richtung angebracht war, daß die Entfernungen von dem Drehpunkt des Thores nach der Mitte der Schlagsäule und nach dem Punkt, in welchem das den Zug ausübende Seil die Mauerkante der Thorkammernische schnitt, gleich groß waren. Die Windevorrichtung, welche bei Saarbrücken und Louisenthal zum Oeffnen und Schliesen der Thore aufgestellt ist, zeigt der nachstehende Holzschnitt.



Eine gezahnte Stange von 2 Zoll im Quadrat ist 7 Fuß 10 Zoll vom Drehpunkt der Wendesäule am Oberriegel mittelst eines Schraubenbolzens, mit dem sie durch ein Charnier verbunden ist, befestigt. Die Stange ist in das Mauerwerk der Thorkammernische geführt und greift hier in ein Zahnrad, welches auf einer vertikalen Drehachse sitzt und mittelst zweier conischen Räder und einer Kurbel von oben gedreht werden kann. Um den Eingriff des Zahnradchens in die Zahnstange zu sichern, wird die Stange durch zwei Frictionsrollen gegen das Zahnrad gedrückt. Die Lager der Frictionsrollen befinden sich in zwei horizontalen herzförmigen Platten, welche auf der durchgehenden vertikalen Achse sitzen und sich um diese drehen können, so daß sie durch die Verschiebung der Zahnstange mitbewegt werden und immer eine symmetrische Lage gegen die Zahnstange behalten.

In dem Mauerwerk ist die gezahnte Stange durch horizontale Rollen unterstützt. Auf der rechten Seite der Saar-

brücker Schleuse ragen die Stangen bei geöffneten Thoren aus den Schleusenmauern frei heraus. Wo das Schleusenmauerwerk hinterfüllt ist, sind für die Bewegung der Stange kleine Canäle ausgemauert. Um der Stange nicht eine zu große Länge geben zu dürfen, ist dieselbe nicht am Ende des Thores, sondern auf zwei Drittel der Breite desselben befestigt. Anderenfalls hätte auch der Raum, der in dem Mauerwerk für die Bewegung des losen Endes der Stange ausgespart werden mußte, und der kleine gemauerte Canal eine übermäßige Breite erhalten müssen. Bei den gewählten Umsetzungsverhältnissen bedarf es übrigens nur 31 Kurbelumdrehungen mit einer Maximalkraft von 24 Pfund an der Kurbel, um das Thor ganz zu öffnen. Das untere Zahnradchen hat 8 Zähne mit einer Theilung von 13 Linien.

Die Zahnstangen sind massiv aus Gufseisen. Als Modell für dieselben diente eine sorgfältig ausgefraiste schmiedeeiserne Zahnstange, die aufbewahrt wird, um bei etwa eintretendem Bruch einer Stange wieder als Modell benutzt werden zu können. Ueber den Kopf der Windevorrichtung ist, um die conischen Räder und die Lager gegen Witterungseinflüsse und besonders gegen den Staub und Flugsand zu schützen, eine leichte gufseiserne Kappe gesetzt.

Die Thore wurden in der Nähe der Schleuse auf dem hochliegenden Terrain in provisorischen Schuppen verzimmer, und mit dem Bohlenbelag und den Eisenbeschlägen, mit Ausnahme der Schützvorrichtungen, die jedoch auch vorher eingepaßt waren, versehen, und dann in folgender Weise versetzt. Auf Rollen wurden die Thore bis an die Thorkammer transportirt, sodann mittelst Winden und Taue soweit über die Oeffnung der Schleuse gezogen, daß der Schwerpunkt noch eben unterstützt war. Indem nun der untere Theil durch Taue festgehalten wurde, wurde der obere Theil so weit gehoben, daß sich das Thor auf die schräg in die Schleuse gestellten Bäume legte, und dann langsam bis auf die Schwellen, die auf den Boden der Thorkammer gestreckt waren, herabgelassen. Hierauf wurde es aufgerichtet und durch Fußwinden in seine richtige Stellung gebracht. Die Spurzapfenplatten waren vorher in die darunter liegenden Quadern eingelassen, wurden aber erst vergossen, nachdem die beiden Thore eines Hauptes versetzt, und durch Streben und Steifen fest gegeneinander und gegen die Wendenischen und den Drempl geprefst waren.

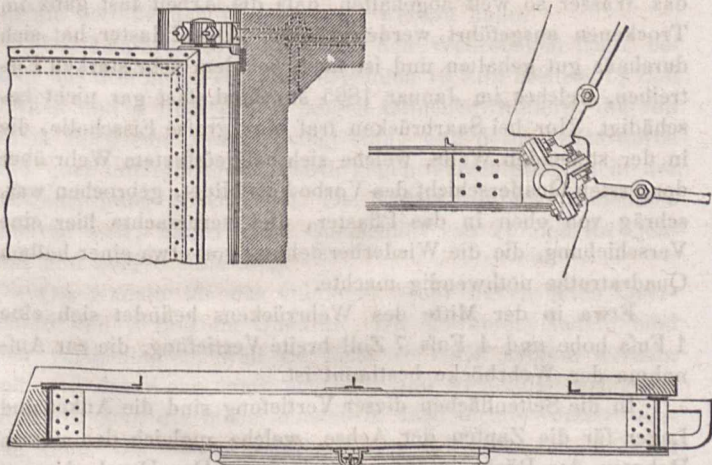
Nachdem in dem Vorstehenden das Wesentlichste über die Schleusen der Preussischen Strecke mitgetheilt ist, mögen einige Punkte kurz erwähnt werden, in denen sich die von Französischer Seite ausgeführten Schleusen des Saarcanal von den Preussischen unterscheiden.

Die Französischen Schleusen sind durchweg auf Beton fundirt. Die Betonlage hat eine Stärke von 3 bis 4 Fuß, und ist darauf unmittelbar das Sohlengewölbe gesetzt. Die Ober- und Unterhäupter liegen in gleicher Höhe, so daß die Unterthore um die Höhendifferenz der beiden Drempl höher sind als die Oberthore. Die Oberdrempl sind sämmtlich gebrochen.

Bei einer größeren Zahl der in dem eigentlichen Canal liegenden Schleusen sind die Unterhäupter in der Flucht der Schleusenmauern durch niedrige Anbauten verlängert, die etwa 4 Fuß lang und etwa 2 Fuß über den Unterwasserspiegel heraufgeführt sind. An diese Verlängerungen, in denen sich die Dammbalkenfalze befinden, schliesen sich Erdbanketts an, die weiter unterhalb in die Leinpfade auslaufen. Für das Einlegen und Herausnehmen der Dammbalken ist diese Anordnung eine äußerst bequeme, da die Dammbalken hierbei nur zu geringer Höhe gehoben werden dürfen. Selbstredend ist

diese Einrichtung nur da möglich, wo das Unterwasser keinen bedeutenden Schwankungen unterworfen ist, und ist an Schleusen, die an einem freien Fluß liegen und an denen unter Umständen auch bei höheren Wasserständen des Flusses Reparaturen ausgeführt werden müssen, nicht anwendbar.

Die Drempele sind mit eichenen Schlagschwellen versehen. Die Thore sind ganz in Eisen construiert, und der anschlagende Theil mit Holz ausgefüllt. Zwei vertikale I-Eisen von 10 Zoll Höhe sind durch Riegel, die ebenfalls aus I-Eisen bestehen, verbunden. Dieses Gerippe ist auf der Bergseite mit aufgenieteten Blechtafeln bekleidet. Zu mehrerer Versteifung sind auch auf den stromabwärtsgekehrten Flächen oben und an beiden Seiten Bleche von  $1\frac{1}{2}$  Fufs Breite genietet, und letztere durch Winkeleisen eingefasst. An die betreffenden vertikalen I-Eisen sind eichene Schlagsäulen angeschraubt, ebenso an die Unterriegel  $3\frac{1}{2}$  Zoll starke hochkantig gestellte Bohlen, welche sich bei geschlossenem Thor gegen die Schlagschwellen des Dremfels legen. In der Wendensche wird der Schluß durch eine vertikale Bohle bewirkt, welche an das hier befindliche I-Eisen des Thores angeschraubt ist. Eine eigentliche Wendensäule ist nicht vorhanden. Um den Druck des geschlossenen Thores auf das Mauerwerk zu übertragen, sind in der Höhe der Riegel Gufsstücke an die vertikalen I-Eisen angeschraubt, die nach der Rundung der Thornische geformt sind und sich gegen 6 Zoll hohe eiserne Platten legen, die in die Rundung der Wendensche eingelassen sind. In dem untersten Gufsstück befindet sich zugleich die Pfanne für den Spurzapfen, und an dem obersten der Hals.



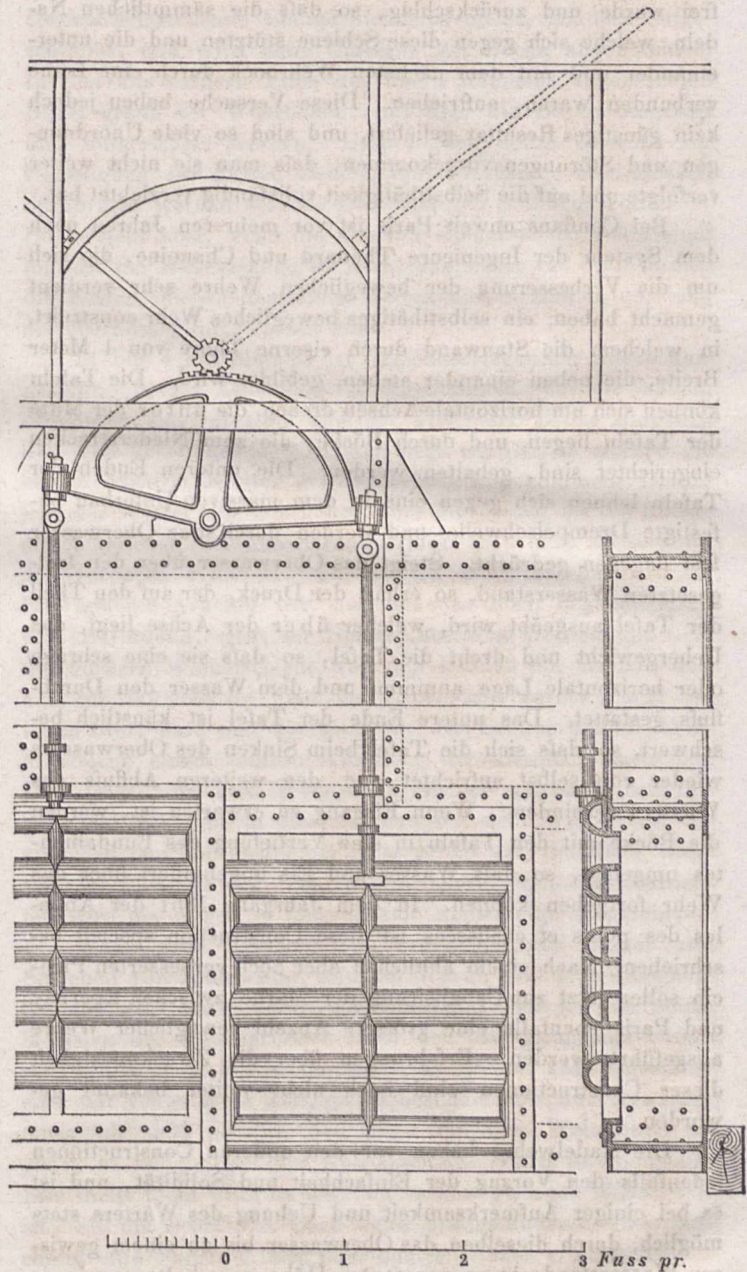
129630 1 2 3 4 5 6 Fuss.pr

Das Halsband ist durch eine sinnreiche Zusammenstellung von Schrauben und Muttern so eingerichtet, daß es eine sehr genaue Ajustirung der Drehachse des Thores gestattet. In vorstehender Skizze ist dieselbe dargestellt. Diese Vorrichtung ist jedoch nur bei den drei in der Saar liegenden Schleusen angebracht, während bei den eigentlichen Canalschleusen einfachere und gewöhnlichere Constructionen der Halsbänder gewählt sind.

An den drei Schleusen von Saargemünd, Welferdingen und Groß-Blittersdorf bestehen die Schütze aus armirten Blechtafeln, die mittelst Windevorrichtungen und gezahnter Stangen, in ähnlicher Weise wie bei den Schleusen der Preussischen Strecke, auf- und abbewegt werden. Abweichend hiervon sind die Schützöffnungen bei den eigentlichen Canalschleusen jalousieartig angelegt, und werden durch das einmalige Um-

legen eines Hebels, an dessen Achse ein Zahnradchen sitzt, vollständig geöffnet und geschlossen.

Aus nachstehender Skizze ist diese Anordnung ersichtlich.



#### 4. Die Wehre.

Auf Seite 45 bis 47 sind die hydraulischen Verhältnisse der Saar näher erörtert, und ist dort auseinandergesetzt, von welchen Gesichtspunkten aus die Höhenlage der Wehre und die Breite der Wehröffnungen bestimmt ist.

Die Wehre bestehen aus einem massiven Unterbau, auf welchen ein Nadelwehr nach dem Poirée'schen System gesetzt ist.

Von den verschiedenen Constructionen beweglicher Wehre haben sich die Nadelwehre nach den vielfachen Erfahrungen, die man in Frankreich und Belgien darüber gemacht hat, bis jetzt am besten bewährt. Als vollkommen können sie jedoch nicht betrachtet werden, da sie nicht selbstthätig sind, sondern je nach dem verschiedenen Wasserzufluß durch einen Wärter regulirt werden müssen. In Belgien, wo die Nadelwehre bei der Canalisirung der Maas in größtem Maasstabe zur Ausführung gebracht sind, hat man versucht, auch bei den Nadelwehren dadurch eine Selbstthätigkeit herbeizuführen, daß man im Oberwasser Schwimmer anbrachte, die, wenn das Wasser



eine gewisse Höhe erreichte, einen Riegel, durch den die horizontalen Schienen gehalten wurden, gegen welche sich die oberen Theile der Nadeln legten, löste, wodurch die Schiene frei wurde und zurückschlug, so daß die sämtlichen Nadeln, welche sich gegen diese Schiene stützten und die untereinander und mit dem nächsten Wehrbock durch eine Leine verbunden waren, auftrieben. Diese Versuche haben jedoch kein günstiges Resultat geliefert, und sind so viele Unordnungen und Störungen vorgekommen, daß man sie nicht weiter verfolgte und auf die Selbstthätigkeit vollständig verzichtet hat.

Bei Conflans unweit Paris ist vor mehreren Jahren nach dem System der Ingenieure Thénard und Chauoine, die sich um die Verbesserung der beweglichen Wehre sehr verdient gemacht haben, ein selbstthätiges bewegliches Wehr construiert, in welchem die Stauwand durch eiserne Thore von 1 Meter Breite, die neben einander stehen, gebildet wird. Die Tafeln können sich um horizontale Achsen drehen, die unter der Mitte der Tafeln liegen, und durch Böcke, die zum Niederstrecken eingerichtet sind, gehalten werden. Die unteren Enden der Tafeln lehnen sich gegen eine in dem massiven Unterbau befestigte Drempelschwelle und werden durch das Oberwasser fest dagegen gedrückt. Steigt das Oberwasser über den festgesetzten Wasserstand, so erhält der Druck, der auf den Theil der Tafel ausgeübt wird, welcher über der Achse liegt, das Uebergewicht und dreht die Tafel, so daß sie eine schräge oder horizontale Lage annimmt und dem Wasser den Durchfluß gestattet. Das untere Ende der Tafel ist künstlich beschwert, so daß sich die Tafel beim Sinken des Oberwassers wieder von selbst aufrichtet und den weiteren Abfluß des Wassers verhindert. Wenn Eisgang zu erwarten ist, werden die Böcke mit den Tafeln in eine Vertiefung des Fundamentes umgelegt, so daß Wasser und Eis ungehindert über das Wehr fortgehen können. In dem Jahrgang 1861 der Annales des ponts et chaussées ist diese Construction speciell beschrieben. Nach einem ähnlichen aber noch verbesserten Princip sollen jetzt zur Canalisirung der Marne zwischen Epernay und Paris ebenfalls eine größere Anzahl beweglicher Wehre ausgeführt werden. Erfahrungen über die Zweckmäßigkeit dieser Constructionen sind noch nicht weiter bekannt geworden.

Die Nadelwehre haben vor den anderen Constructionen jedenfalls den Vorzug der Einfachheit und Solidität, und ist es bei einiger Aufmerksamkeit und Uebung des Wärters stets möglich, durch dieselben das Oberwasser bis zu einem gewissen Wasserstande in so constanter Höhe zu erhalten, wie es im Interesse der Schifffahrt nur irgend erforderlich ist.

Die Construction der Wehre, die für die Canalisirung der Saar gewählt ist, ist auf den beiden Blättern 34 und 35 detaillirt dargestellt. Die allgemeine Lage der Wehre ist aus den Situationsplänen ersichtlich. Jedes Wehr hat zwei Durchflußöffnungen, die durch einen 8 Fufs breiten Mittelpfeiler getrennt sind. Die einzelnen Oeffnungen der Wehre bei Güdingen und Louisenthal haben eine Breite von je 80 Fufs, bei Saarbrücken dagegen von je 90 Fufs. Der massive Unterbau ist auf den festen Fels gesetzt, und in Mauerwerk aus Sandstein ausgeführt. Der Wehrrücken ist mit schweren Quadern abgedeckt. Die Quadern der vordersten Reihe und der dritten und fünften, in welche die Lager und Anker der Wehrböcke eingelassen sind, und die besonders fest sein mußten, bestehen bei dem Saarbrücker Wehr aus Niedermendiger, und bei Güdingen aus dem oben erwähnten Brittener Stein. Zu den sämtlichen andern Werksteinen dieser beiden Wehre sind Landstuhler Buntsandsteinquadern verwendet. Bei dem Louisenthaler Wehr ist zu sämtlichen Quadern das Brittener

Rothliegende genommen. Die Mittelpfeiler sind ganz aus Quadern gebaut, die Landpfeiler mit Quadern verblendet.

Ueber die Ausführung ist schon in der Abtheilung „Schleusencanäle etc.“ das Wesentliche mitgetheilt. Zur Vervollständigung mag hier nur noch Folgendes erwähnt werden.

Die Fangedämme, welche die einzelnen Baugruben einschlossen, waren ebenso construiert, wie die bei den Räumungsarbeiten im Flußbette benutzten, die auf pag. 49 näher beschrieben sind. Die Längsfangedämme wurden soweit von einander entfernt gestellt, daß innerhalb derselben neben dem Fundamentmauerwerk noch eine Steinschüttung ausgeführt werden konnte, auf welche die Schienenbahn für den zum Versetzen der Quadern benutzten Laufkahn gelegt wurde. Die Steine dieser Schüttung wurden später zu den Packungen benutzt, die zur Sicherung der Fundamente ausgeführt werden mußten.

Nachdem die Maurer- und Steinmetzarbeiten am Wehr beendet waren, wurde die oberhalb gelegene Steinpackung sogleich regelmäßig hergestellt; unterhalb des Abfallbodens wurden die Steine jedoch nur einigermaßen geordnet, und wurde es dem überstürzenden Wasser überlassen, die hier noch vorhandenen losen Theile fortzuspülen und die Steine dicht und fest auf den gewachsenen Fels zu lagern. Je nachdem die Steine sich hiebei setzten, wurde die Schüttung ergänzt. Als die Steine sich so fest gelagert hatten, daß jede Bewegung aufhörte, wurde ein regelmässiges Pflaster von sehr schweren Kalksteinen darüber ausgeführt. Bei Louisenthal wurde dasselbe in Mörtel gesetzt. Während der Pflasterung wurde die betreffende Wehrhälfte dicht versetzt, und dadurch das Wasser so weit abgehalten, daß die Arbeit fast ganz im Trockenen ausgeführt werden konnte. Das Pflaster hat sich durchaus gut gehalten und ist auch bei dem sehr starken Eistreiben, welches im Januar 1865 stattfand, fast gar nicht beschädigt. Nur bei Saarbrücken traf eine große Eisscholle, die in der stehenden Welle, welche sich bei geöffnetem Wehr über der ersten Quaderschicht des Vorbodens bildet, gebrochen war, schräg von oben in das Pflaster, und verursachte hier eine Verschiebung, die die Wiederherstellung von etwa einer halben Quadratruthe nothwendig machte.

Etwa in der Mitte des Wehrrückens befindet sich eine 1 Fufs hohe und 4 Fufs 7 Zoll breite Vertiefung, die zur Aufnahme der Wehrböcke bestimmt ist.

In die Seitenflächen dieser Vertiefung sind die Anker und Lager für die Zapfen der Achse, welche zugleich den untern Rahmen der Böcke bilden, eingelassen. Der Druck des gestauten Wassers sucht den Bock so zu drehen, daß der hintere Achsschenkel niedergedrückt, der vordere gehoben wird. Der vertikale Druck, beziehungsweise Zug, der hiedurch bei einer Stauhöhe von 5 Fufs 6 Zoll über der Oberkante des Wehrrückens ausgeübt wird, beträgt unter Berücksichtigung des Eigengewichts der Wehrböcke an dem vordern Lager circa 2100 Pfund, an dem hintern circa 2800 Pfund. Die vorderen Lager sind aus Schmiedeeisen und mit dem Mauerwerk des Wehrrückens fest verankert. Die hinteren Lager bestehen aus Gufseisen und sind einfach in die Quadern eingelassen und vergossen.

In jeder Oeffnung des Saarbrücker Wehrs stehen vier und zwanzig, in jeder Oeffnung der andern Wehre je ein und zwanzig Wehrböcke. Die Entfernung von Mitte zu Mitte derselben beträgt circa 3 Fufs 6½ Zoll. Die auf der äußersten rechten Seite jeder Wehröffnung stehenden Böcke sind von dem Mauerwerk der Pfeiler 5 Fufs 3 Zoll entfernt, damit die Nische, in welche sich die Böcke beim Umlegen zum Theil hineinlegen, nicht eine übermäßige Tiefe erhalten durften.

Die Böcke sind aus besonders hiezu gewalzten Kreuzeisen construiert, die durch aufgenietete Laschen an den Winkelleisen und rechteckigen Achsen, welche die oberen und unteren Rahmen bilden, befestigt sind. Die vordere Stütze, die durch den Druck des gestauten Wassers nach oben gezogen wird, ist durch ein umgelegtes Band mit der Achse verbunden.

Die aufgerichteten Böcke werden durch Winkelleisen, welche zugleich zur oberen Unterstützung der Nadeln dienen, in ihrer richtigen Stellung und Entfernung von einander gehalten. In den flachliegenden Schenkel dieser Winkelleisen sind nicht weit von den Enden Löcher gebohrt, mit denen sich die Winkelleisen auf vertikale Dorne legen, die in den oberen Rahmen der Böcke befestigt sind. Mittelst durch die Dorne gesteckter Splinte werden die Winkelleisen gegen das Abheben gesichert. Um den Winkelleisen ein gleichmäßigeres Auflager zu geben, sind in jedem Bock zwei Dorne neben einander angeordnet. Zur Befestigung des zweiten Dornes ist gegen den oberen Rahmen des Bockes ein kurzes Winkelleisen genietet, und durch dessen horizontalen Schenkel der Dorn gesteckt. In die Pfeiler sind gufseiserne Kästen eingelassen, in die sich die Winkelleisen passend einlegen und hier ebenfalls durch eingegossene Dorne gehalten werden. Die Löcher in den Winkelleisen sind eine halbe Linie weiter als die Durchmesser der Dorne, um das Auflegen zu erleichtern. Ein zu großer Spielraum darf nicht gegeben werden, damit die Böcke nicht eine zu schräge Stellung annehmen. Es verursacht übrigens keine Schwierigkeit, die Böcke, wenn sie sich etwas schräg gestellt haben, beim Einlegen der letzten Schiene in jeder Wehröffnung so weit zu verschieben, daß auch diese Schiene auf die betreffenden Dorne gelegt werden kann.

Die Laufbrücke, welche auf den Wehrböcken liegt, besteht aus drei neben einander liegenden 10 Zoll breiten,  $1\frac{1}{4}$  Zoll starken und 4 Fuß 2 Zoll langen tannenen Brettern, die von einem Bock zum andern gelegt sind, und deren jedes durch eine quer untergenagelte Leiste gegen Verschiebungen in der Längenrichtung gesichert ist. Die Nadeln, die aus Tannenholz gefertigt sind, haben einen Querschnitt von  $2\frac{1}{2}$  Zoll im Quadrat und sind 8 Fuß lang.

Die Nadeln für das Gündinger Wehr haben einen Querschnitt von 2 Zoll im Quadrat. Die stärkeren Nadeln sind aber vortheilhafter, weil sie nicht so leicht krumm werden, und weil das Wehr damit schneller und wegen der geringeren Anzahl Fugen, die hiebei entstehen, auch dichter versetzt werden kann. Bei einiger Uebung lassen sich auch die stärkeren Nadeln mit der größten Leichtigkeit handhaben.

Der Fuß der Nadeln lehnt sich gegen einen 4 Zoll hohen Vorsprung des Vorbodens, der durch eine aufgeschraubte Winkelschiene gegen Beschädigungen gesichert ist. Auf den herabgehenden Schenkel dieses Winkelleisens sind vor jedem Bock kurze senkrechte Quadrateisen von 1 Zoll Stärke genietet, gegen welche die ersten Nadeln in jedem Felde gesetzt werden. Wenn das Wehr zum Theil versetzt ist, so findet vor den noch offenen Feldern, besonders in der Nähe der Pfeiler, eine seitliche Strömung statt. Soll eins dieser Felder geschlossen werden, so würde die Nadel durch die seitliche Strömung fortgeschoben werden, wenn der Fuß nicht an dem vorspringenden Quadrateisen einen Halt fände. Die vor jedem Bock in der Nadelwand bleibenden 1 Zoll weiten Fugen werden bei geringem Wasserzufluß durch übergelegte Nadeln geschlossen.

Der obere Rahmen der Wehrböcke ist über die hintere Strebe hinaus verlängert und am Ende mit einer aufrechtstehenden 18 Zoll hohen eisernen Stange versehen. Zwischen dieser Stange und den Brettern der Laufbrücke werden die

herausgenommen und die Reserve-Nadeln gelegt. Die senkrechte Stange schützt dieselben gegen das Herabfallen. An den Endböcken, die sich in die Nischen der Pfeiler legen, ist die aufrechtstehende Stange nicht angenietet, sondern aufgeschraubt, und wird beim Umlegen der Böcke abgenommen. In den am vordern Ende des obern Rahmens angebrachten Bügel greift der Wehrhaken, mit dem die Böcke umgelegt und aufgerichtet werden. Ursprünglich sollte derselbe zur Befestigung der Ketten dienen, die zwischen je zwei Böcken angebracht werden sollten. Das Umlegen und Aufrichten der Böcke geht aber, wenn die Arbeiter einigermaßen geübt sind, mittelst der Hakenstange so leicht und sicher von Statten, daß die Ketten, die zu demselben Zweck dienen sollten, vorläufig als überflüssig fortgelassen sind.

In Fig. 4 auf Blatt 34 ist das Niederlegen der Böcke dargestellt. In der Zeichnung ist angenommen, daß die Nadeln sämtlich entfernt sind und ein Theil der Böcke umgelegt ist. Soll der folgende Bock umgelegt werden, so werden die beiden hinteren Bretter der Laufbrücke abgenommen. Darauf legt der Wärter den Lehrhaken über die beiden letzten Böcke, durch welchen der umzulegende Bock auch nach Entfernung der vorderen Winkelschiene aufrecht und festgehalten wird. Ein anderer Arbeiter tritt nun auf das noch liegende Brett der Laufbrücke, zieht die Splinte aus den Dornen und hebt die vordere Winkelschiene von den Dornen ab. Er tritt darauf auf das nächste Feld der Laufbrücke zurück, hebt das letzte Brett auf, und übergibt die drei Bretter und die Winkelschiene einem andern Arbeiter, der dieselben nach dem Ufer trägt. Mit dem Wehrhaken faßt er sodann in den Bügel, und läßt nun in Gemeinschaft mit dem Wärter, der inzwischen den Lehrhaken bei Seite gelegt hat, den Bock langsam in die Rinne des Wehrrückens herab. Bei dem Aufrichten wird die Arbeit in umgekehrter Reihenfolge ausgeführt.

Wenn zwei Arbeiter zum Forttragen der Bretter und Schienen vorhanden sind, und der Wärter und dessen Gehülfe die nöthige Uebung haben, so dauert das Umlegen der Böcke inclusive der Nebenarbeiten nach den hier gemachten Erfahrungen pro Bock durchschnittlich eine Minute. Das Aufrichten erfordert etwas mehr Zeit, da es besonders bei stärkerer Strömung oft nicht gelingt, den Bügel mit dem Wehrhaken sogleich zu finden. Bei dem Aufrichten des Wehrs ist eine große Eile meist nicht erforderlich, da es von geringer Wichtigkeit ist, ob die Schifffahrt nach einer stattgefundenen Unterbrechung eine Stunde früher oder später wieder eröffnet wird.

Die Rinne, welche zur Aufnahme der umgelegten Wehrböcke dient, füllt sich, zumal bei höhern Wasserständen, wenn ein großer Theil der Nadelwand geöffnet ist, leicht mit Kies und andern Geschieben. Die leichteren Sinkstoffe lassen sich durch eine concentrirte Strömung, die man an einzelnen Stellen dadurch erzeugt, daß man hier eine Anzahl Nadeln herausnimmt, entfernen; die schwereren Geschiebe müssen aber vor dem Umlegen der Böcke von der Laufbrücke aus mittelst kleiner Baggerschaukeln fortgeschafft werden. Sind die Böcke umgelegt, und das Hochwasser ist darüber gegangen, so ist die Rinne jedesmal auch stark verlegt. Das Aufrichten der Böcke wird hiedurch nicht gehindert, da der Bügel, oder wenigstens der obere Rahmen des Bockes mit dem Haken doch leicht gefunden und gehoben werden kann.

Hiebei ist aber ein Uebelstand zu erwähnen, der bei der Ausführung ähnlicher Anlagen durch eine kleine Aenderung in der Construction der Wehrböcke zu vermeiden ist. Wie die Zeichnung zeigt, hat die Achse der Wehrböcke einen rechteckigen Querschnitt. Die Drehaxe befindet sich in der Mitte derselben. Beim Aufrichten der Böcke nimmt die unterste

Kante der Achse eine tiefere Lage an, als es bei den umgelegten Böcken der Fall war. Hat sich nun die Rinne voller Geschiebe gelegt, so daß nach unten zu für die Bewegung der Achse kein Raum ist, so muß sich dieselbe beim Aufrichten der Böcke in den hinteren Lagern heben, und nehmen die Böcke alsdann eine nach vorn geneigte Stellung an. Sind alle Böcke aufgerichtet, so fährt man oberhalb derselben mit einem Nachen entlang, hebt die Böcke in den hintern Lagern noch mehr an, und zieht mit einem Haken die Steine und Kiesel, die unter der Achse liegen, zur Seite, um den nöthigen Raum für die richtige Lage der Achse zu schaffen. Wenn diese Arbeit auch nicht gerade sonderlich Mühe verursacht, so läßt sie sich doch ganz vermeiden, wenn man die Achse cylindrisch macht, so daß die Unterkante derselben bei jeder Stellung des Bockes in gleicher Höhe liegt.

Die hinteren Lager sind so eingerichtet, daß sie durch eingetriebene hölzerne Keile geschlossen werden können, um das Heben des hintern Zapfens vollständig zu verhindern. Vorläufig sind keine Keile eingesetzt, und hat sich eine Nothwendigkeit dazu bis jetzt nicht gezeigt, da die hinteren Enden der Achse durch das eigene Gewicht der Böcke und durch den Wasserdruck stets fest in das Lager hineingedrückt werden. Da sich, wie vorher erwähnt ist, die Achsen beim Aufrichten der Böcke, wenn die Rinne sich voll Kies gelegt hat, bisweilen etwas heben müssen, so würden die Keile hier geradezu nachtheilig wirken und beim Aufrichten der Böcke Verbiegungen herbeiführen und die Lager lockern, oder das Aufheben erschweren, wenn nicht ganz unmöglich machen.

Versuchsweise sind die Böcke einige Mal bei höheren Wasserständen nicht umgelegt, sondern nur die Nadeln und Laufbretter entfernt, um dieselben nicht fortreiben zu lassen. Die Construction hat sich hierbei als durchaus fest und solide bewährt, und sind selbst durch herabtreibende Nachen und Baumstämme keine Beschädigungen verursacht. Besser ist es jedoch, wenn es irgend möglich ist, die Böcke vor eintretendem Hochwasser niederzulegen, da durch den Stoß schwererer Schiffsgefäße doch leicht Zerstörungen herbeigeführt werden könnten, und da das Hochwasser eine so dichte Wand von Strauchwerk und anderen herabtreibenden Körpern vor die Wehrböcke legt, daß die Entfernung derselben weit mehr Kosten und Mühe verursacht, als das Umlegen der Böcke.

Ist ein Bock beschädigt und soll er behufs Reparatur herausgenommen werden, so geschieht dies, ohne daß die Stauung unterbrochen werden darf. Man legt in der Höhe der Laufbrücke einen Holm vor die beiden Felder, welche neben dem zu entfernenden Bock liegen. Darauf werden die Nadeln dieser beiden Felder herausgenommen und in der Art wieder eingesetzt, daß sich ihr oberes Ende gegen den hölzernen Holm legt. Sodann werden die Laufbrücken entfernt, und nachdem der Lehrhaken übergelegt ist, auch die vorderen Winkelschienen abgehoben. Die Achse wird nun aus dem hinteren Lager gehoben, und der ganze Bock in der Richtung stromabwärts bewegt, bis auch der vordere Zapfen das Lager verlassen hat, und sodann auf die Laufbrücke gehoben und nach dem Ufer geschafft. Bei ungünstigen Wasserstands- und Witterungsverhältnissen kann man eine Rüstung über die Laufbrücke legen, von der aus diese Arbeit ausgeführt wird. Einfacher ist es jedoch, wenn einige Arbeiter auf den Wehrrücken, der gewöhnlich nur einige Zoll hoch mit Wasser bedeckt ist, herabgehen, und von hier aus den Bock herausnehmen. Das Einsetzen der Böcke geschieht in entgegengesetzter Weise. Die an dem vorderen Anker angenietete Gabel dient zur Führung, wenn der Bock von der Laufbrücke aus eingesetzt werden muß.

Die Rinne, welche in die Hinterkante der zweiten Quaderschicht des Vorbodens eingearbeitet ist, soll bei Reparaturen, die etwa an den Wehrböcken selbst auszuführen sind, den Wänden oder Fangedämmen, in deren Schutz der betreffende Theil trocken gelegt wird, einen sicheren Halt gewähren und ein Verschieben derselben verhindern.

Bildet sich Eis auf dem Fluß, und soll die Schifffahrt trotzdem aufrecht erhalten werden, so müssen die im Oberwasser schwimmenden Eisschollen von der Laufbrücke aus zerkleinert und einzelnen Oeffnungen, die in der Nadelwand durch fehlende Nadeln gebildet sind, zugeführt werden. Hierbei ist darauf zu achten, daß nicht einzeln stehende Nadeln von größeren Eisschollen getroffen werden, da dieselben sonst leicht zerbrochen werden.

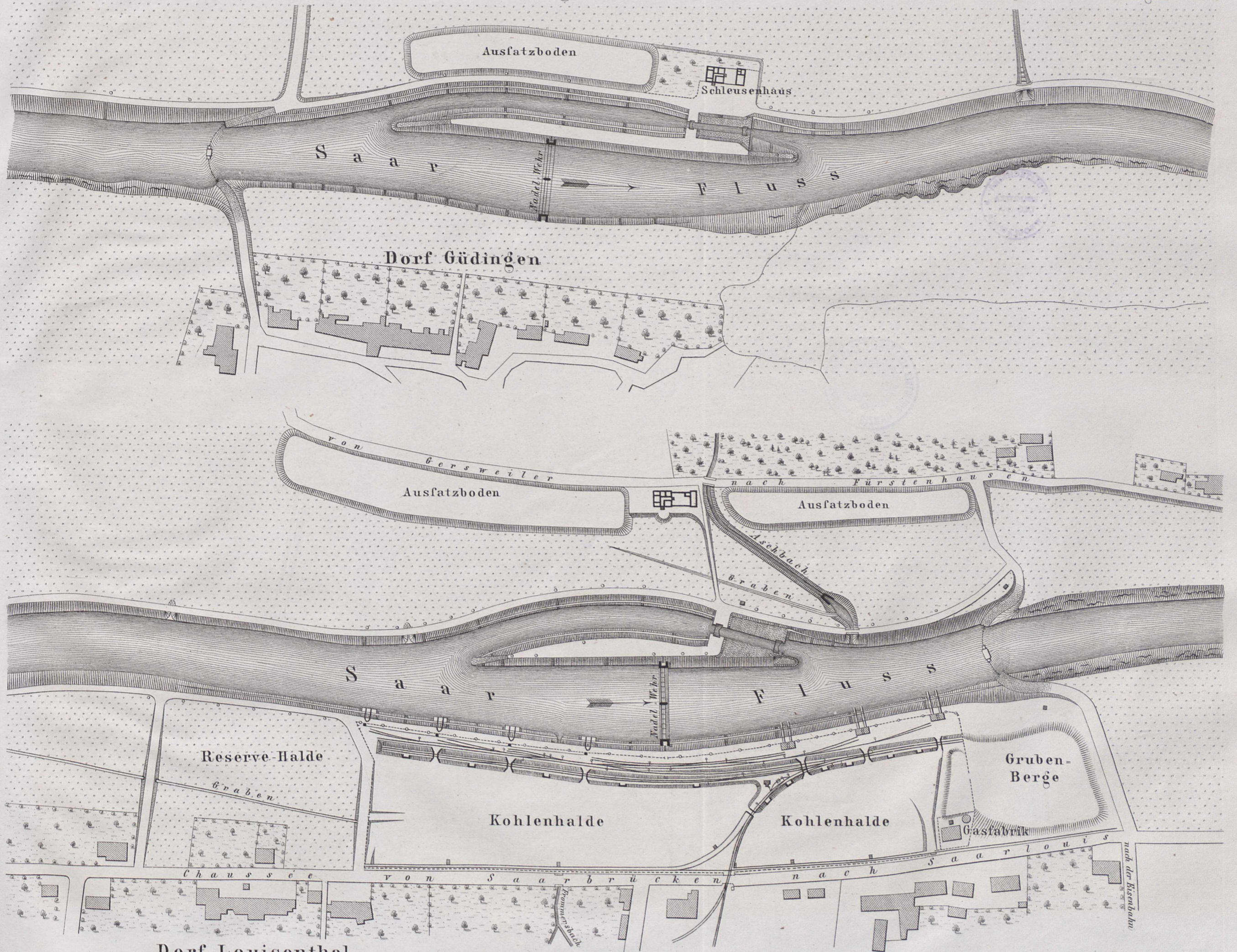
Um einen constanten Oberwasserspiegel zu erhalten, müssen je nach dem stattfindenden Zufluß mehr oder weniger Nadeln herausgenommen werden. Damit der Abfallboden nicht einem zu starken Angriff durch das Wasser ausgesetzt wird, ist es zweckmäßig, die erforderlichen Oeffnungen über die ganze Länge des Wehres zu vertheilen.

Nach den Instructionen, die den hiesigen Schleusenwärtern ertheilt sind, darf der Oberwasserstand nicht mehr als 3 Zoll von der normalen Stauhöhe abweichen. Bei einiger Aufmerksamkeit und Uebung der Wärter kann dieser gestattete Spielraum noch bedeutend ermäßigt werden, ohne Unmögliches zu verlangen. Bei den hiesigen Verhältnissen ist aber ein fast ununterbrochenes Reguliren des Wehres erforderlich, um den Wasserstand in der vorschrittmäßigen gleichen Höhe zu erhalten. Allerdings wird diese Arbeit gerade hier, zumal bei geringen Wasserzuflüssen, durch den Betrieb der bei Saargebüden, Welferdingen und Blittersdorf liegenden Mühlen ganz besonders erschwert. Bei niedrigen Wasserständen ist der Zufluß der Saar so gering, daß die Mühlen nur mit großen Unterbrechungen arbeiten können. Ist das Oberwasser bis zu einem gewissen Stand gesunken, so schliessen die Müller ihre Schütze, bis das Oberwasser so weit gestiegen ist, daß sie wieder für einige Stunden genügendes Wasser zum Mahlen haben. Jedesmal, wenn die Mühlen in oder außer Thätigkeit gesetzt werden, müssen an den Wehren schleunigst eine größere Anzahl Nadeln herausgenommen oder eingesetzt werden, um das Oberwasser in der vorschrittmäßigen Höhe zu erhalten.

Bei höheren Wasserständen, bei denen die Mühlen ohne Unterbrechung arbeiten können, sind die Wehre mit weniger Mühe zu reguliren.

Stand das Oberwasser in normaler Höhe, so mußte stets auch bei dem allergeringsten Zufluß, der im Sommer 1865 häufig nur 200 Cubikfuß per Secunde betrug, eine gewisse Anzahl Nadeln in der Nadelwand fehlen, da die Fugen zwischen den dichtgesetzten Nadeln für den Abfluß dieser Wassermasse nicht genügten. Um den unvermeidlichen Verlust, der durch das Wehr stattfand, zu bestimmen, wurden bei Saarbrücken die Nadeln so dicht versetzt, wie es sich aus freier Hand machen liefs, und wurden die 1 Zoll weiten Fugen vor jedem Bock durch übergesetzte Nadeln gedeckt. Die zur Erhaltung des normalen Stauwasserstandes erforderlichen Oeffnungen wurden durch Herausnehmen einzelner Nadeln gebildet, so daß die einzelnen Oeffnungen wenig breiter als  $2\frac{1}{2}$  Zoll waren. Es wurde sodann 70 Ruthen unterhalb des Wehres, wo die Flußstrecke regelmäfsig war und das Wasser schon wieder ruhig floß, mittelst des Woltman'schen Flügels die in einer Secunde abfließende Wassermenge gemessen. Während der Beobachtung, die etwa eine Stunde dauerte, wurde an dem Wehre keine Aenderung vorgenommen.

# Canalisirung der oberen Saar.



Dorf Louisenthal

Maasstab 1: 2500.

10 5 0 10 20 30 40 50 Ruthen.

Verlag von Ernst & Korn in Berlin.

Lith. Anst. v. W. Loeillot in Berlin.

# Canalisirung der oberen Saar.

## SAARBRÜCKEN

## St. JOHANN

267,38 Trierer Pegel

### Längenprofil der Verbindungs-Eisenbahn.

## Hafen, Halde- und Eisenbahn-Anlage bei Saarbrücken.

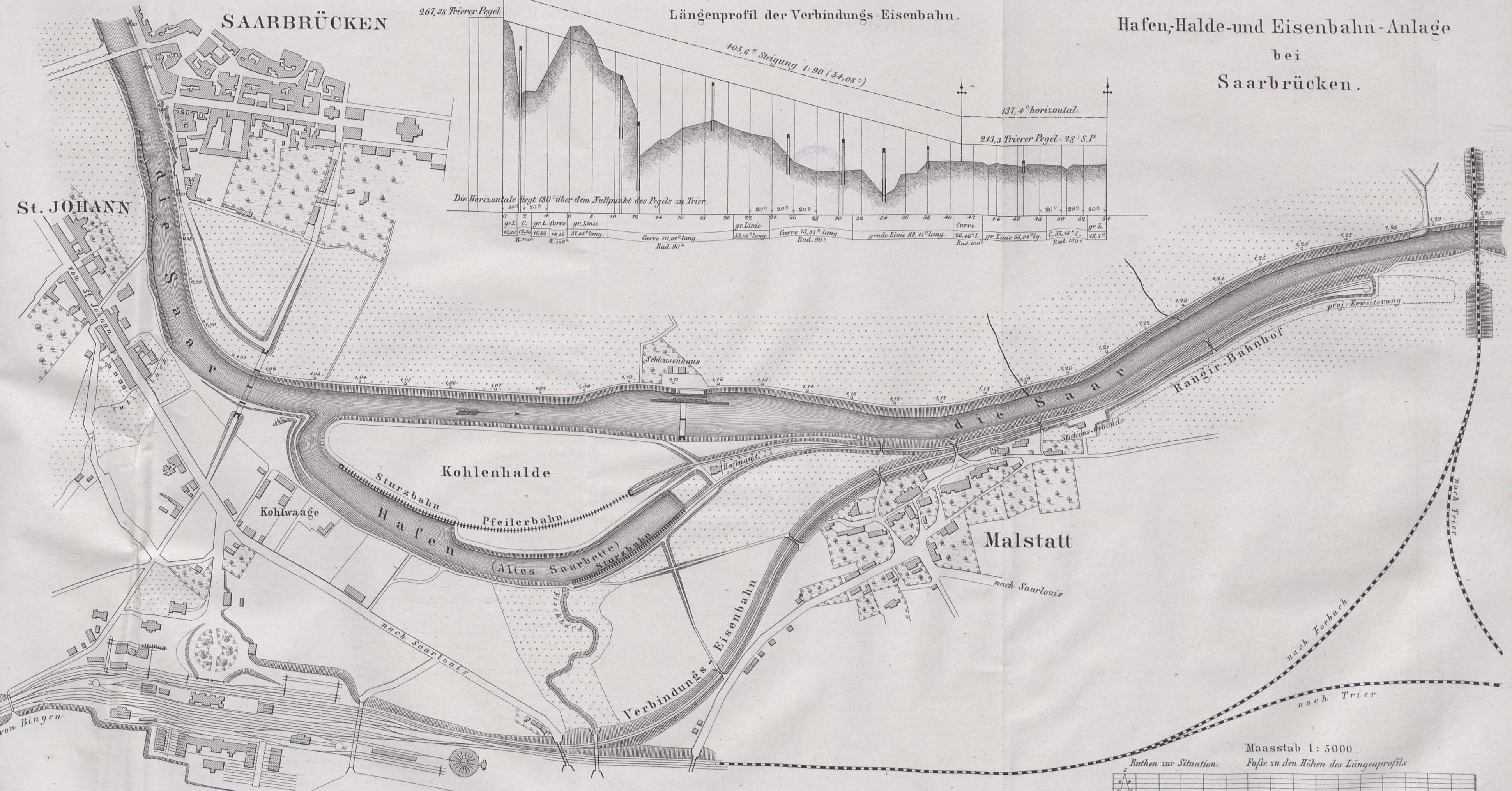
Die Horizontale liegt 180' über dem Nullpunkt des Pegels zu Trier.

0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54																																
gr.L. C. 19,36										gr.Linie 33,06' lang.										Curve 73,37' lang. Rad. 90°										grade Linie 89,47' lang.										Curve 26,46' l. Rad. 100°										gr. Linie 58,84' l. C. 37,15' l. Rad. 130°									

405,6' Steigung 1:90 (54,08')

137,4' horizontal.

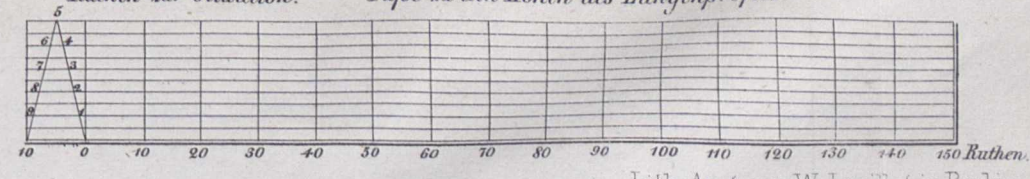
213,3 Trierer Pegel - 28' S.P.



## Bahnhof

Verlag v. Ernst & Korn in Berlin.

Maasstab 1:5000.  
Ruthen zur Situation.  
Fuße zu den Höhen des Längenprofils.



Lith. Anst. von W. Loeillot in Berlin.

Bei verschiedenen Zuflüssen, die zwischen 200 und 700 Cubikfuß betragen, wurden diese Messungen wiederholt angestellt, und aus den hiernach gebildeten Gleichungen, in denen die durch eine Nadelöffnung und die zwischen zwei dichtgesetzten Nadeln hindurch fließende Wassermenge als zwei unbekannte Größen eingeführt waren, der wahrscheinlichste Werth derselben bestimmt. Die Rechnung ergab, daß der durchschnittliche Verlust, der in jeder Fuge zwischen zwei dichtgesetzten Nadeln stattfand, nahezu ein hundertel Cubikfuß betrug. An einem Wehr bei Oeynhausen, welches in der Werre genau nach dem hiesigen Muster gebaut ist, soll es gelungen sein, durch vorgeschüttete Kohlenasche die Fugen so zu dichten, daß dort fast gar kein Wasserverlust stattfindet. Wenn die Nadeln beim Einsetzen recht trocken sind, so werden die Fugen durch das Quellen des Holzes auch fast vollständig gedichtet.

Die Erhaltung des Oberwassers in der normalen Höhe wird wesentlich erleichtert, wenn das Nadelwehr mit einem Ueberfallwehr von angemessener Länge in Verbindung gesetzt wird, wie dies bei der Canalisirung der Maas in Lüttich geschehen ist. Hier ist das Wehr nicht in gerader Linie quer über den Fluß geführt, sondern die eine Hälfte liegt etwa 30 Ruthen oberhalb der andern, und sind die mitten in dem Strom liegenden Pfeiler jeder Wehrhälfte durch ein massives Ueberfallwehr verbunden, dessen Oberkante 2 bis 3 Zoll unter der normalen Stauhöhe liegt. Eine Laufbrücke, die auf eisernen umzulegenden Böcken in der Höhe von 4 Fuß über der Krone des Ueberfallwehrs angeordnet ist, vermittelt die Passage von einer Wehrhälfte zur andern. Steigt das Oberwasser, so fließt es, wenn die Anschwellung nicht zu bedeutend ist, über den langen massiven Wehrrücken frei ab, ohne daß der Wasserspiegel sich bedeutend hebt und ohne daß es nöthig ist, in der Nadelwand Oeffnungen für den Abfluß zu bilden. Da das Ueberfallwehr dem Stromstrich parallel liegt, so wird der Abfluß des Hochwassers durch dasselbe in keiner Weise behindert.

Abgesehen von der großen Kostspieligkeit dieser Anlage, konnte eine ähnliche Anordnung hier wegen der geringen Breite der Saar nicht wohl zur Anwendung kommen, da es äußerst schwierig sein würde, das Ufer, welches von dem überstürzenden Wasser normal getroffen wäre, zumal bei etwas höheren Wasserständen gegen den Angriff desselben zu sichern.

Um die Regulirung des Wasserstandes einigermaßen zu erleichtern, sind an dem Saarbrücker Wehr versuchsweise einige Felder nicht mit vertikal stehenden Nadeln, sondern mit horizontalen Bohlen geschlossen, die mittelst aufgenagelter Leisten von der Laufbrücke aus heruntergeschoben werden und sich an beiden Enden gegen stärkere Nadeln legen. Die Oberkante der obersten Bohle liegt einige Zoll unter der normalen Stauhöhe, so daß hier stets ein Wasserabfluß stattfindet. Diese Einrichtung, durch welche die Bedienung des Wehrs wesentlich erleichtert ist, hat erst zu kurze Zeit bestanden, als daß sich jetzt schon bestimmte vergleichende Resultate darüber mittheilen ließen.

Die Wehrböcke haben eine solche Höhe, daß das Wasser, wie früher erwähnt ist, erforderlichen Falls 6 Zoll über die normale Stauhöhe angespannt werden kann. Zweckmäßiger dürfte es sein, bei ähnlichen Anlagen die Böcke mindestens noch 6 Zoll höher zu construiren, damit die Laufbrücke bei Anschwellungen des Flusses nicht sofort überströmt wird.

Wächst das Wasser sehr schnell, was bei Gebirgsflüssen häufig der Fall ist, so muß das ganze Wehr in der Zeit umgelegt werden, in der das Wasser um höchstens 8 Zoll steigt,

da die Laufbrücke bei einem Wasserstande von mehr, als 8 Zoll über der normalen Höhe, überströmt und unzugänglich wird, und die Bretter, wenn sie nicht künstlich auf den Böcken befestigt sind, fortreiben.

Das Niederlegen der Wehrböcke wird jedenfalls weniger leicht gestört oder unmöglich gemacht, wenn die Laufbrücke höher liegt. Die Handhabung der Nadeln dürfte, auch wenn dieselben 6 Zoll länger werden, keine wesentliche Schwierigkeit verursachen. Bei den Lütticher Wehren haben die Nadeln eine Länge von 10 Fuß.

Ebenso wie zur Erleichterung der Räumungsarbeiten im Flußbette durch möglichst schnelles Versetzen der Wehre der Wasserspiegel unterhalb derselben künstlich gesenkt werden konnte, so war auch die Möglichkeit geboten, wenigstens so lange die canalisirte Saar dem Verkehr noch nicht officiell übergeben war, durch schnelles Oeffnen der Wehre künstliche Fluthwellen zu erzeugen, und dadurch der Schifffahrt auf der unteren Saar und selbst auf der Mosel wesentlich zu Hülfe zu kommen. Im Sommer und Herbst 1865 ist dies vier Mal geschehen. Die drei Haltungen waren bis zur normalen Stauhöhe gefüllt, und wurde zunächst das Louisenenthaler Wehr, eine halbe Stunde später das Wehr bei Saarbrücken und wieder nach einer halben Stunde das Güdinger Wehr möglichst schnell geöffnet. Da genügende Arbeitskräfte vorhanden waren, so waren in circa 15 Minuten sämmtliche Nadeln aus einem Wehr entfernt. Die durch die drei Wehre zurückgehaltene und durch das Oeffnen derselben abgelassene Wassermasse betrug circa 25 Millionen Cubikfuß.

Während des Durchganges der Fluthwelle wurden an den verschiedensten Stellen der Saar und Mosel genaue Pegelbeobachtungen angestellt, so daß der Verlauf der Fluthwelle sicher verfolgt werden konnte. In der nachstehenden Tabelle sind die hauptsächlichsten Resultate dieser Beobachtungen zusammengestellt.

	Entfernung von Louisenenthal	Höchste Erhebung des Wassers über den vorhergegangenen Wasserstand	Eintritt derselben nach Oeffnung des Louisenenthaler Wehrs in Stunden
	Meilen		Stunden
Louisenenthal . . . . . (Unterpegel der Schleuse)	0	4'	—
Saarlouis . . . . .	2,75	2' 7"	7
Merzig . . . . .	5,7	1' 1"	13
Mettlach . . . . .	7,9	1' 1"	18
Saarburg . . . . .	10,45	9"	24
Conzerbrück . . . . .	12,7	8"	30
Trier . . . . .	13,7	5"	35
Neumagen . . . . .	16,5	6"	42
Cues . . . . .	22	5"	48

Zur Controle wurden zu gleicher Zeit bei Wasserbillig an der Mosel,  $\frac{3}{4}$  Meilen oberhalb der Einmündung der Saar in die Mosel, Pegelbeobachtungen angestellt, um sicher zu sein, daß die Erhebungen des Unterwasserstandes nicht etwa von zufälligen Anschwellungen der obern Mosel herrührten. Die Beobachtungen ergaben, daß dies nicht der Fall war und daß der Wasserstand bei Trier, Neumagen und Cues nur durch das durchlaufende Wasser der Saar gehoben wurde. Selbst bei Moselweiß, dicht oberhalb Coblenz, ist noch ein Steigen der Mosel um 2 Zoll beobachtet worden.

(Schluß folgt.)

L. Hagen.

## Schloß Rheden.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 36 und 37 im Atlas.)

Bei dem kleinen Städtchen Rheden, 2½ Meilen östlich von Graudenz, liegt die prächtige und großartige Ruine des alten Ordenschlosses Rheden, das in seinen Trümmern noch Kunde giebt von der Pracht und Größe der deutschen Ordensburgen.

Ueber die Geschichte des Schlosses, welches im Anfang dieses Jahrhunderts noch ziemlich erhalten und theilweise bewohnt gewesen sein soll, ist nur Weniges aufbewahrt worden, und es fehlt sogar eine richtige Angabe über die Zeit der Erbauung desselben. Die jetzt vorhandenen Ueberreste können unmöglich noch Theile der im Jahre 1234 gegründeten Burg sein, deren Erbauung unter steten Kämpfen des Ordens gegen die Preußen, und zum Schutz gegen die Einfälle der Letzteren geschah, da wohl anzunehmen ist, daß den Rittern in dieser Zeit keine Muße blieb, bei diesem Bau einen solchen Reichthum und architektonische Schönheit zu entwickeln, überhaupt einen Bau herzustellen, in dem, aufser für Schutz, noch für ein behagliches Leben gesorgt war. Die architektonischen Details, besonders die Gewölberippen zeigen, daß der Bau wohl nicht früher als gegen die Mitte des 14. Jahrhunderts ausgeführt sein kann, obgleich keinerlei Nachrichten hierüber vorhanden sind; es ist aber wohl möglich, daß durch den Bau des Marienburger Schlosses 1274 die Erbauung der kleineren Schlösser mehr in den Hintergrund getreten und unbeachtet geblieben ist.

Die Gründung der Burg fand im Jahre 1234 unter Benutzung einer alten heidnischen Burg und unter dem Schutze des Kreuzheeres durch den Landmeister Hermann Balk statt.

Dusburg p. III. c. 12 giebt den Zweck der Erbauung der Burg an, indem er sagt:

Aedificavit castrum de Redino ante solitudinem quae fuit inter terram Pomesaniae et Colmensem, in illo loco, ubi continuus insultus fuerat Pruthenorum et introitus at terram Colmensem.

Unter dem Schutze der Burg siedelten sich sehr bald eine Anzahl Bewohner an, denen der Landmeister zur Gründung einer Stadt 100 Morgen Landes schenkte und in einem Privilegium städtische Ordnung und Verfassung gab, ihnen auch eine Kirche erbaute, die jetzt noch theilweise vorhanden ist.

Schon 30 Jahre nach der Gründung, am 2. März 1285, erneuerte Conrad von Thierberg die verloren gegangene Urkunde. Im Eingange dieses zweiten Privilegiums heißt es:

Fideles nostri Scultetus, Consules et cives plures at nostram accesserunt presenciam humiliter supplicantes, ut privilegium sibi super fundacione Civitatis Radino a fratre Hermanno, dicto Balk, Magistro Prussie quondam indultum sibi per negligenciam perditum, innavare misericorditer dignaremur.

1242 hatte die Burg eine Belagerung der Preußen in Verbindung mit dem Herzog Suantepole von Pommerellen, dessen Sitz in Sartowitz bei Schwetz war, auszuhalten.

1268 wurde Rheden durch die Preußen zweimal erstürmt und der größte Theil der Einwohner getödtet.

1271 wird ein Ritter Hartung als Komthur angeführt.

1285 erhielt Rheden die obengedachte Handfeste.

1395 war Rudolf von Kyberg Komthur in Rheden.

1410 nach der Schlacht von Tannenberg hielt sich die Burg lange gegen die Polen, fiel aber zuletzt nach einem fünfständigen Gefecht in die Hände des Königs von Polen.

1411 fiel die Burg an den Orden zurück. Der Komthur

Georg von Wirsberg liefs sich in demselben Jahr in eine Verschwörung des kulmischen Adels gegen den Orden ein und wurde zu ewigem Gefängniß verurtheilt.

1420 u. 1422 wurde Rheden durch die Polen belagert, fiel 1454 dem kulmischen Adel (Eidexsenbund) in die Hände, der das Schloß an den König von Polen übergab.

1457 verkauften die Hauptleute der Soldtruppen des Ordens Rheden und das Land an den König von Polen, und wurde das ganze Land polnisch.

Nach den mündlichen Ueberlieferungen soll die Burg nach der Besitznahme durch die Polen manche Umänderungen erfahren haben.

Am Anfang dieses Jahrhunderts hat das Schloß noch zur Wohnung des Domänenpächters gedient, ist aber später zur Gewinnung der Baumaterialien zum Bau der Stallungen abgebrochen worden.

Wie der Situationsplan zeigt, liegt vor dem mit einem über 3 Ruthen breiten Hofe umzogenen Schlosse und von diesem durch einen Graben getrennt, die Vorburg, deren Umfassungsmauern noch zum größten Theil erhalten sind; an der Rückwand dieses Raumes sind an den Mauern noch die Ansätze von Kreuzgewölben sichtbar und sind die Stallungen vor 50 Jahren zum Theil noch erhalten gewesen. Der Eingang zur Burg muß bei A gewesen sein, was aus dem noch vorhandenen Mauerwerk zu erkennen ist; von einer anderen Seite war ein Zugang wegen der umgebenden Sümpfe nicht möglich.

Der breite theilweise noch vorhandene Graben, von einer 6 Fufs starken jetzt noch vorhandenen Futtermauer begrenzt, hat sich wahrscheinlich über den Vorhof hinaus (über B fort) noch ungefähr 20 Ruthen weit bis zum jetzigen Kirchhofe fortgesetzt, wo eine Schanze zur Deckung des Schlosses gewesen sein soll. — Der Vorhof war durch eine Brücke mit dem Schlosse verbunden und der Weg bis zum Eingange des Schlosses durch Mauern geschützt, von denen Ueberreste noch vorhanden sind.

Das Schloß selbst, welches in dem unteren Theile der Umfassungsmauern noch vorhanden ist, bildet ein Quadrat von 167 Fufs Seitenlänge und von vier zierlichen und schlanken Thürmen auf den Ecken flankirt. Die beiden noch vorhandenen quadratischen Thürme der Eingangsseite haben eine Seitenlänge von 16 Fufs 10 Zoll und eine Höhe mit Zinnen von 91 Fufs, und sind ganz mit einem rautenförmigen Schmucke verziert, in dem in großen Vierecken, wie ein Netz, schwarze Ziegel auf rothem Grunde stehen, eine Verzierung, die sich an fast allen Schlössern des Ordens wiederfindet. Dieselbe Verzierung findet sich an der Hauptfaçade, beginnt hier jedoch erst an den Widerlagern der Rempfenster. — Der Eingang wird durch einen 7 Fufs 10 Zoll breiten, bis zur Spitze 10 Fufs hohen gedrückten Spitzbogen aus großen Werkstücken von Granit gebildet, vor demselben, so daß der Eingang 3 Fufs zurückliegt, erhebt sich eine hoch aufsteigende, mit einem Spitzbogen geschlossene Nische, eine Eigenthümlichkeit, die sich an mehreren Ordenschlössern vorfindet. Die Kreuzgewölbe, mit denen der Eingangsthor überdeckt ist, sind noch vollständig erhalten, ebenso die Gemächer, welche sich über diesem Thor befinden.

Rechts vom Eingange, in den Keller eingebaut, hat sich wahrscheinlich die Wachtstube befunden; der Schlitz, in welchen das Thor des Einganges beim Oeffnen geschoben wurde, ist noch vollständig erhalten. Nach dem Hofe zu ist der Flur

mit einem ähnlichen gedrückten Spitzbogen geschlossen, wie der Eingang.

Tritt man in den Hof, so sieht man zu beiden Seiten des Einganges zwei Nischen, in denen die Einsätze der Treppenstufen noch deutlich zu erkennen sind; die hier vorhanden gewesenen Treppen haben zu dem ersten Stock des gewölbten Umganges geführt. Der innere nahezu quadratische Hof war mit einer Gallerie in zwei Stockwerken von ungleicher Breite umgeben, welche auf massiven Pfeilern ruhte, deren Fundamente noch vorhanden sind und deren Gewölbansätze noch deutlich erkannt werden können. Von dem Erdgeschoße dieser Gallerie führten Thüren nach dem Erdgeschoße resp. Kellern des Gebäudes; diese von einfachen Kreuzgewölben überspannten Räume sind sämmtlich zerstört, während die Keller, eben so überwölbt, noch größtentheils erhalten sind und die Kellerräume *G* und *E* noch jetzt als Kartoffelkeller benutzt werden. Die in diesen beiden Kellern befindlichen Granitsäulen sind auf Blatt 37 mitgetheilt. Diese Keller, sowie die hierüber befindlichen Räume des Erdgeschosses erhalten ihr Licht durch schmale Fenster, welche nach dem Hofe und nach dem äußeren Umgange führen. Unter dem Rempter sind noch Reste einer Feuerungsanlage, doch läßt sich ohne Nachgrabung nicht ermitteln, ob diese zur Küche oder zur Heizung gedient haben.

Von dem ersten Stock des hier ebenfalls gewölbten Umganges gelangt man rechts zu einem Portal, welches zur Capelle führt; dieses Portal (Fig. 9), reich profilirt, ist aus Schichten von abwechselnd gelb und grün glasernten Ziegeln gebildet; ein ähnliches, aber weniger reich profilirtes Portal (a Fig. 8) führt zum Capitelsaal; die Wände dieses Umganges waren, wie noch deutlich zu erkennen, ebenfalls mit glasernten Ziegeln in abwechselnden grünen und gelben Schichten bekleidet; die östliche Seite dieses Umganges hat eine Breite von 13 Fuß, während die übrigen Seiten nur 8 Fuß breit sind. Ob diese Seite eine größere Breite erhalten hat, um dieselbe, als zu den Haupträumen führend, auszuzeichnen, oder ob die Länge der Capelle hierfür maßgebend gewesen ist, wage ich nicht zu entscheiden, jedenfalls ist dieselbe Veranlassung gewesen, daß der Eingang des Gebäudes nicht mit der Mittellinie der Hauptfront übereinstimmt.

Die Capelle, welche die Hälfte des vorderen Flügels einnimmt, ist gegen Osten zweiseitig geschlossen; der auf der linken Seite entstandene Winkel ist mit Mauerwerk ausgefüllt, während der Raum in der rechten Ecke mit dem Innern des Thurmes zu einer Capelle verwandt worden ist. Im Osten befinden sich zwei schmale hohe Fenster, im Süden drei größere Fenster, im Norden, den Fenstern entsprechend Fensternischen, die jedoch erst über dem Portal beginnen. Die Gewölbe, von denen Reste noch vorhanden sind, waren hohe und zierliche Steingewölbe, die Gurte standen auf Diensten, welche wieder von Consolen getragen wurden. Diese Dienste, welche mit verschiedenen geraden Capitälern geschmückt waren, sind profilirt, und setzen sich diese Profile auch in den Consolen fort; die Zahl der Profile ist übereinstimmend mit der Zahl der Gewölbrippen (Fig. 11, 12, 13). Die Profile der Gewölbrippen stimmen mit den Profilen der Gewölbrippen in den Schlössern Marienburg, Heilsberg, Gollup überein. Die Gurte und Gurträger sind aus Putz gezogen und besteht derselbe

aus einem Gemenge von Kalk und Asche, welches das Ansehen von Portland-Cement hat; die Profile haben sich an vielen Stellen gut und scharf erhalten. Auf den Wänden befinden sich noch vielfach Spuren von Malerei, besonders in dem oberen Theile der Nische in der vordern Ecke am Eingange, die Darstellung ist jedoch nicht mehr zu erkennen, weil zwei Bilder über einander gemalt und von jedem einige Theile sichtbar waren.

Eigenthümlich ist die Verbindung des oberen Theiles des Thurmes mit den Räumen über dem Capitelsaal hergestellt. Die Gewölbe der Capelle reichten bis in das Dach und konnte über diese hinweg eine Verbindung nur in großer Höhe stattfinden; es ist deshalb diese Verbindung hinter den Gewölben des zweiseitigen Abschlusses angebracht worden, und zwar so, daß dieser Gang die inneren Fenster dieses Abschlusses in der Höhe der Widerlager durchschneidet, wo der Fußboden durch eine flache, im Innern der Kirche sichtbare Kappe gebildet wird; von außen ist dieser Gang nicht sichtbar, weil hier die äußeren Fenster niedriger angeordnet sind. (Siehe Zeichnung Fig. 3 und 4.)

Der Capelle schließt sich im Norden der Capitelsaal an, der von dem Umgange aus durch ein geschmücktes Portal (Fig. 8) zugänglich ist. Die Mauern zeigen, wie die in der Capelle, noch Reste der Wölbung, aus denen die Form der Gewölbe ergänzt werden konnte. Hinter diesem Saale haben mehrere kleinere Zimmer gelegen, die mit einfachen Kreuzgewölben überdeckt waren und wahrscheinlich als Wohnräume gedient haben.

Links vom Haupteingange und die zweite Hälfte der Südseite einnehmend, liegt ein großer Raum, der wahrscheinlich als Rempter (Refectorium) gedient hat; die hier noch theilweise sichtbaren Gewölbanfänge deuten an, daß dieser Raum mit einfachen, spitzbogigen Kreuzgewölben überdeckt gewesen ist. In dem südwestlichen Eckthurme, der mit dem Rempter in Verbindung steht, befindet sich ein gewölbtes Gemach mit einer Oeffnung in der nordwestlich vorspringenden Ecke. Im oberen Theile des Thurmes ist die Treppen-Anlage noch deutlich erkennbar.

Die nordwestliche Ecke der ganzen Anlage ist mit Schutt angefüllt, es scheint jedoch, daß die unteren Kellerräume, wenn auch nicht mehr zugänglich, noch erhalten sind.

Die Anordnung der Thürme in ihrem oberen Theil geht aus dem Durchschnitt Fig. 3 hervor.

Der südliche Hauptflügel war nach Osten und Westen durch Giebel abgeschlossen, an welche sich die Dächer des westlichen und östlichen Flügels anlehnten.

In der östlichen Mauer des westlichen Grabens sind in einem noch erhaltenen Stück Mauerwerk (Fig. 1) vier große Granit-Consolen sichtbar, die mit stark überhöhten Spitzbogen, wie am Mauerwerk noch erkennbar ist, überwölbt waren. Zwischen diesem Mauerwerk und dem Schlosse hat in der Höhe des ersten Stockes eine Verbindung stattgefunden; der Zweck dieser Anlage ist nicht erkennbar.

Nach der Huldigung des Königs Friedrich Wilhelm IV. in Königsberg hat das Schloß eine kleine Restauration erfahren; es sind die beiden vorderen Thürme ausgebessert und das Portal der Capelle im oberen Theile erneuert worden.

Römer.



## Allgemeine Theorie der Turbinen

mit specieller Anwendung auf die Kreiselräder und Kreiselpumpen.

Die folgende Arbeit soll eine analytische Darstellung der bei den Turbinen maafsgebenden Gesetze und Beziehungen, sowie deren Anwendung auf die Untersuchung gegebener Turbinen, und endlich ihre Benutzung für die Bestimmung der Constructionsverhältnisse zu entwerfender Turbinen enthalten. Den ersten Theil geben wir zunächst, indem wir uns vorbehalten, die beiden andern Theile folgen zu lassen.

### A. Darstellung der bei den Turbinen im Allgemeinen maafsgebenden Gesetze und Beziehungen.

#### I. Definitionen und Dispositionen.

##### §. 1.

Definition der Turbinen. Getriebene (negative) und treibende (positive) Turbinen. Vorläufige Voraussetzung.

Unter einer Turbine (Kreiselrad) verstehen wir ein System von Flächen, die, unter einander fest verbunden, um eine gemeinschaftliche Axe drehbar sind, und über welche ein flüssiger Körper (Wasser, Luft) gleitend sich fortbewegt in der Art, dafs zwischen diesem Körper und dem drehbaren System eine Uebertragung mechanischer Arbeit stattfindet.

Hierbei sind zwei Fälle möglich. Entweder wird dem flüssigen Körper mechanische Arbeit entzogen und diese wird dann von der Turbine aufgenommen, oder umgekehrt, dem flüssigen Körper wird von der Turbine Arbeit ertheilt. Im ersten Falle wird die Turbine von der Flüssigkeit getrieben, im andern Falle wird die Flüssigkeit von der Turbine getrieben. Wir können dies auch so ausdrücken, dafs wir sagen, im ersten Falle ist der Zuwachs an mechanischer Leistung, den die Flüssigkeit bei ihrem Durchgange durch die Turbine erleidet, negativ, im andern Falle positiv. Hiernach unterscheiden wir:

Getriebene Turbinen.

Treibende Turbinen.

Die getriebenen Turbinen nennen wir auch: Turbinen, in denen die mechanische Arbeit, die die Flüssigkeit erlangt, negativ ist; sie heifsen kurz negative Turbinen, auch wohl vorzugsweise Kreiselräder.

Die treibenden Turbinen nennen wir auch: Turbinen, in denen die mechanische Arbeit, die das Wasser erlangt, positiv ist, kurz positive Turbinen, auch Kreiselpumpen (Ventilatoren).

Wir bezeichnen diese beiden Arten mit  $-$  und mit  $+$ . Damit zwischen den Flächen des drehbaren Systems und der Flüssigkeit eine Uebertragung mechanischer Arbeit erfolgen könne, mufs zwischen diesen Flächen und der Flüssigkeit nothwendigerweise ein Druck stattfinden. Dies bedingt, dafs die Elemente der Flüssigkeit die Flächen des drehbaren Systems entweder unmittelbar oder mittelbar berühren. Unter einer mittelbaren Berührung verstehen wir einen solchen Zusammenhang zwischen den Elementen der Flüssigkeit und den Flächen des drehbaren Systems, dafs zwischen beiden ein continuirliches Medium (etwa andre Flüssigkeits-Elemente) sich befindet, welches die Uebertragung des Drucks vermittelt. Dafs ein solcher Zusammenhang zwischen den Elementen der Flüssigkeit und den Flächen des drehbaren Systems stattfindet, ist zwar zum Wesen der Turbine nach unsrer Definition durchaus nothwendig, indessen versteht sich derselbe nicht für jede Form der Flächen und

unter allen Umständen von selbst, er ist vielmehr an gewisse Bedingungen geknüpft, und es ist in jedem Falle nachzuweisen, dafs diese Bedingungen erfüllt werden, wenn man ein System als Turbine behandeln will. (Vergl. §. 17.)

Indem wir uns für specielle Fälle diesen Nachweis zu führen vorbehalten, setzen wir hier vorläufig voraus, dafs eine solche Berührung (mittelbare oder unmittelbare) zwischen den Flächen des drehbaren Systems und den Elementen der Flüssigkeit wirklich stetig stattfindet; dann sind die Elemente der Flüssigkeit gezwungen, sich längs dieser Flächen durch das drehbare System hindurch zu bewegen und die Wege, welche die Elemente auf dem drehbaren System beschreiben, liegen dann in jenen Flächen, sind also Schnitte derselben. Die so gebildeten relativen Wege der Elemente auf dem drehbaren System nennen wir kurz die Schaufeln der Turbine.

##### §. 2.

Axial-, Radial-, Normal-Geschwindigkeit.

Bezeichnungsart: Turbinen A. B. C.

Wenn sich ein Element der Flüssigkeit in irgend einem Punkt seiner relativen Bahn (Schaufel) befindet, so läfst sich seine Geschwindigkeit im Allgemeinen immer zerlegen nach drei zu einander normalen Richtungen. Diese Richtungen können wir so wählen, dafs die eine mit der Richtung der Drehaxe zusammenfällt, die zweite mit der Richtung des normal zur Drehaxe gezogenen Radius-Vector zusammenfällt, und die dritte normal zum Radius-Vector in der Drehungsebene liegt, also mit der Richtung der Drehung im gegebenen Augenblick zusammenfällt. Wir nennen die Componente der Geschwindigkeit nach der Richtung der Drehaxe die axiale Geschwindigkeit und bezeichnen Alles, was sich auf diese Richtung bezieht, mit dem Zeiger „ $\cdot$ “. Ferner nennen wir die Componente nach der Richtung des Radius-Vector die Radialgeschwindigkeit und bezeichnen Alles, was sich auf diese Richtung bezieht, mit dem Zeiger „ $\cdot$ “, und schliesslich nennen wir die dritte Componente die Normalgeschwindigkeit und bezeichnen Alles, was sich auf dieselbe bezieht, mit dem Zeiger „ $\cdot$ “. Ist z. B.  $v$  die relative Geschwindigkeit längs der Schaufel, so sind deren Componenten  $v_{\cdot}$  (relative Axialgeschwindigkeit),  $v_{\cdot}$  (relative Radialgeschwindigkeit),  $v_{\cdot}$  (relative Normalgeschwindigkeit) u. s. f. Es kann entweder  $v_{\cdot} = 0$  oder auch  $v_{\cdot} = 0$  sein, oder es können auch beide Componenten reelle Werthe haben. Die bei der Betrachtung der Turbinen vorkommenden Fälle sind vorzugsweise:

A. Turbinen ohne Axialgeschwindigkeit.

B. Turbinen ohne Radialgeschwindigkeit.

C. Turbinen, welche Radial- und Axialgeschwindigkeit zugleich haben.

Wir bezeichnen diese drei Anordnungen mit  $A$ ,  $B$ ,  $C$ , und verstehen unter

$+A$  eine treibende Turbine (Kreiselpumpe) ohne Axialgeschwindigkeit; unter

$-B$  eine getriebene Turbine (Kreiselrad) ohne Radialgeschwindigkeit u. s. f.

##### §. 3.

Absolute — relative Geschwindigkeit. Bahn und Schaufel. — Bezeichnungen für den Radius-Vector, den Polarwinkel, den Eintritt. Turbinen I. II. III. und Turbinen 1. 2.

Ein Element, welches sich auf der Schaufel mit der re-

lativen Geschwindigkeit  $v$  bewegt, hat, wenn es stetig auf der Schaufel bleiben soll, zugleich mit dieser eine Umdrehungsgeschwindigkeit um die Axe des drehbaren Systems. Die Resultirende aus diesen beiden gleichzeitig stattfindenden Geschwindigkeiten nennen wir die absolute Geschwindigkeit und bezeichnen dieselbe stets mit  $c$ . Die Richtung und Gröfse der absoluten Geschwindigkeit ist in jedem Augenblick von der Richtung und Gröfse der relativen Geschwindigkeit  $v$ , der Umdrehungsgeschwindigkeit und von dem Winkel, den beide einschließen, abhängig. Die stetige Folge der Wegelemente, welche das Flüssigkeitselement vermöge der absoluten Geschwindigkeit in den stetig folgenden Zeitelementen durchläuft, bildet den absoluten Weg des Elements durch die Turbine. Diesen bezeichnen wir künftig kurz mit dem Ausdruck „Bahn“. Es sind also die Bezeichnungen „Bahn“ und „Schaufel“ hier gleichbedeutend mit „absoluter“ und „relativer Weg.“

Die Bahn und die Schaufel bestimmen wir durch Polar-Coordinationen; wir nehmen für beide die Drehungsaxe der Turbine als Polaraxe an; ferner zählen wir für beide die Polarwinkel von demselben festen Radius. Die Polarwinkel der Bahn bezeichnen wir mit  $\varphi$ ; diejenigen, welche durch Drehung des festen Systems durchlaufen werden, mit  $\varphi_1$ , und die Polarwinkel der Schaufel mit  $\varphi_2$ . Dem entsprechend sind  $w$ ,  $w_1$ ,  $w_2$  die Winkelgeschwindigkeiten.

Den veränderlichen Radius-Vector (kürzesten Abstand eines Punktes der Bahn oder der Schaufel von der Drehaxe) bezeichnen wir mit  $r$ , den kleinsten vorkommenden Werth von  $r$  mit  $r_0$ , den größten mit  $r_1$ . Ebenso bezeichnen  $z$ ,  $z_0$ ,  $z_1$  die entsprechenden Ordinaten auf der Drehaxe gemessen.

Die Flüssigkeit muß in irgend einem Punkte in die Turbine eintreten, in einem andern austreten. Alles, was sich auf den Eintrittspunkt bezieht, bezeichnen wir mit dem Zeiger  $e$ , und Alles, was sich auf den Austrittspunkt bezieht, mit dem Zeiger  $a$ . Hiernach ist z. B.  $r_e$ ,  $v_e$ ,  $c_e$ ,  $v_a$ ,  $c_a$  zu verstehen; es sind die bestimmten Werthe, welche der Radius-Vector, die relative, die absolute Geschwindigkeit, die relative Radialgeschwindigkeit, die absolute Normalgeschwindigkeit (s. oben) u. s. w. in dem Eintrittspunkte der Flüssigkeit haben.

Die Anordnungen der Turbinen sind darin verschieden, daß der Eintritt entweder im kleinsten, oder im größten Radius erfolgt, und der Austritt im entgegengesetzten größten resp. kleinsten Radius. Endlich kann auch der Eintritts- und Austrittsradius denselben Werth haben. Hiernach unterscheiden wir:

I. Turbinen mit Eintritt im kleinsten Radius.

$$(r_e = r_0; r_a = r_1).$$

II. Turbinen mit Eintritt im größten Radius.

$$(r_e = r_1; r_a = r_0).$$

III. Turbinen, deren Eintritts- und Austrittsradius gleich groß sind.

Wir bezeichnen diese Fälle durch die römischen Zahlen I, II, III. Die Bezeichnungen  $+A_I$ ,  $-B_{III}$  u. s. w. sind hiernach verständlich, nämlich  $+A_I$  ist eine Kreiselpumpe ohne Axialgeschwindigkeit mit Eintritt im kleinsten Radius;  $-B_{III}$  ein Kreisrad ohne Radialgeschwindigkeit, in welchem der Eintritt und der Austritt in demselben Abstand von der Drehaxe stattfindet, u. s. w.

Die Bahn, also auch die Richtung der absoluten Geschwindigkeit kann im Eintrittspunkt mit der Richtung der Drehung entweder einen spitzen oder einen rechten Win-

kel bilden. Im ersten Falle ist die Richtung der Bahn im Eintrittspunkt gegen die Richtung des Radius-Vector oder gegen die Axe geneigt, oder gegen beide geneigt; im andern Falle fällt die Eintrittsrichtung der Bahn mit dem Radius-Vector oder mit der Axenrichtung zusammen. Wir unterscheiden hiernach:

1. Turbinen mit geneigtem Eintritt.

2. Turbinen mit radialem oder mit axialem Eintritt.

Die Ziffer 1 oder 2 der Turbinenbezeichnung hinzugefügt, bedeutet die Art des Eintritts. Z. B.  $-A_I$ , Kreisrad ohne Axialgeschwindigkeit mit radialem Eintritt im kleinsten Radius (z. B. Schottische Turbine).

#### §. 4.

Schaufelflächen; Zellen. Strahl turbine, Voll turbine (Turbine  $\alpha$  und  $\beta$ ). Zellenwinkel.

Die Flächen des drehbaren Systems, in welchen die relativen Wege der einzelnen Flüssigkeitselemente liegen, nennen wir die Schaufelflächen; den Raum zwischen zwei benachbarten Schaufelflächen nennen wir eine Zelle. Die Flüssigkeit, welche durch die Turbine geht, kann durch gewisse Bedingungen gezwungen sein, diese Zellen stets vollständig auszufüllen, so daß diese gewissermaßen gefüllte Röhren darstellen, durch welche die Flüssigkeit gedrückt wird, wobei die beiden Schaufelflächen, welche die Zelle einschließen, zugleich von Einfluß auf die Bewegung der Flüssigkeit sind, indem sie das Durchflußprofil für dieselbe begrenzen. (Vergl. §. 30.) Wir nennen solche Turbinen, bei denen diese Bedingungen stattfinden, „vollständig gefüllte Turbinen“ oder kurz „Vollturbinen“. Daß eine Turbine Voll turbine sei, muß also jedesmal nachgewiesen werden. Finden jene Bedingungen nicht statt, und ist gleichwohl nachzuweisen, daß die Flüssigkeit stets auf der Schaufelfläche bleibt (s. §. 1.), so gleitet die Flüssigkeit in Form eines Strahles längs der Schaufelfläche hin, ohne von der benachbarten Schaufelfläche der Zelle irgendwie beeinflusst zu werden. Wir nennen die Turbinen, bei denen dieser Zustand eintritt „Strahl turbinen“ und unterscheiden hiernach:

$\alpha$  Strahl turbinen.

$\beta$  Voll turbinen.

Die Buchstaben  $\alpha$  und  $\beta$  der Turbinenbezeichnung hinzugefügt, deuten an, ob eine Turbine Voll turbine oder Strahl turbine sei. Z. B.  $-A_{I\alpha}$  „Kreisrad ohne Axialgeschwindigkeit mit geneigtem Eintritt im kleinsten Radius, in welchem die Flüssigkeit als Strahl längs der Schaufelfläche hingleitet“.

Den Polarwinkel, welchen zwei benachbarte Schaufeln, die eine Zelle bilden, in dem Abstände  $r$  einschließen, nennen wir den Zellenwinkel und bezeichnen ihn überall mit  $\psi$ .

#### §. 5.

Absoluter — relativer Druck und deren Componenten. Element der übertragenen mechanischen Leistung.

Wenn die Flüssigkeit sich in ihrer absoluten Bahn mit einer veränderlichen Geschwindigkeit bewegt, so muß in jedem Augenblick auf dieselbe ein gewisser Druck (beschleunigend oder verzögernd) einwirken, durch welchen diese Geschwindigkeitsänderung bedingt wird. Diesen Druck, oder vielmehr die Resultante aus allen gleichzeitig auf ein Element der Flüssigkeit einwirkenden Drucken, nennen wir den absoluten Druck. Die Componenten dieses Drucks sind nach der Bezeichnung §. 2.  $P_r$ ,  $P_t$ ,  $P_n$ .

Den Druck, welcher zwischen der Flüssigkeit und der

Schaufel stattfindet (§. 1.), nennen wir den relativen Druck und bezeichnen ihn stets mit  $Q$ ; seine Componenten sind  $Q_r, Q_t, Q_n$ . Der relative Druck bedingt die Aenderung der relativen Geschwindigkeit und umgekehrt. Kennen wir den relativen Druck der Richtung und GröÙe nach in jedem Augenblick, so ist dadurch die relative Bahn zu finden, und umgekehrt, ist die relative Bahn gegeben und die relative Geschwindigkeit, so läÙt sich der relative Druck bestimmen.

Denken wir auf ein Element der Flüssigkeit in jedem Augenblick den wirklich stattfindenden absoluten Druck angebracht, so entsteht die absolute Bahn und wir können diese Bahn unter Betrachtung des absoluten Druckes bestimmen, ohne unmittelbar die Schaufelform und die Drehungsgeschwindigkeit zu betrachten.

Wenn wir dagegen in jedem Augenblick anstatt des absoluten Druckes den eben stattfindenden relativen Druck auf das Element wirkend betrachten, so entsteht die relative Bahn, und wir können daher diese finden, ohne unmittelbar die absolute Bahn und die Drehungsgeschwindigkeit zu betrachten. Wir können also die Untersuchung auch stets so leiten, daß wir uns die Schaufel ruhend denken und nun auf das Element wirkend die relativen Drucke betrachten; dann wird die Schaufel diejenige Bahn sein, die unter Einwirkung der relativen Drucke durchlaufen wird.

Die Componente des absoluten Druckes nach der Richtung der Drehung der Turbine  $P_n$  multiplicirt mit dem Wegelement, welches diese Druckcomponente nach der genannten Richtung durch Drehung wirklich durchläuft ( $w, r, dt$ ), bildet das Arbeitselement, welches in dem betrachteten Augenblick zwischen der Turbine und der Flüssigkeit (§. 1.) übertragen wird. (Vergl. §. 18.)

Wenn der absolute Normaldruck  $P_n$  und das von demselben durchlaufene Wegelement gleichgerichtet sind, so ist das Leistungselement positiv und das Flüssigkeitselement hat von der Turbine in diesem Augenblick Arbeit empfangen; die Turbine wirkt also treibend. Hierbei drückt die Turbinenschaufel gegen das Flüssigkeitselement und es findet eine Ablenkung des Elements von seiner ursprünglichen absoluten Richtung nach der Richtung der Drehung statt. Wenn dagegen die Richtung des absoluten Normaldruckes und die Richtung des von demselben nach der Richtung der Drehung durchlaufenen Weges entgegengesetzt sind, so ist das Leistungselement negativ, das Flüssigkeitselement giebt in diesem Augenblick an die Turbine Arbeit ab, die Turbine wird in diesem Augenblick getrieben. Hierbei übt das Flüssigkeitselement einen Druck gegen die Turbinenschaufel aus, und es findet eine Ablenkung des Flüssigkeitselements von seiner ursprünglichen Richtung in einem der Drehungsrichtung entgegengesetzten Sinne statt. Die Summe aller auf die angedeutete Weise gebildeten Leistungselemente bildet die Gesamtleistung, welche zwischen der Turbine und der Flüssigkeit während des Durchgangs der letzteren durch die erstere zwischen beiden übertragen worden ist. Ist diese Summe negativ, so haben wir eine negative Turbine (Kreiselrad); ist sie positiv, so haben wir eine positive Turbine (Kreiselpumpe) nach der Definition des §. 1. Es hängt dies also wesentlich von der Richtung des absoluten Normaldruckes  $P_n$  gegen die Richtung der Drehung ab.

§. 6.

Vorwärtsbahn. Rückwärtsbahn. Turbine  $V$  und  $R$ . Bestimmung der Drehungsrichtung.

Wir sind zuweilen veranlaßt, die Richtung der ab-

soluten Normalgeschwindigkeit (Componente  $c_n$ ) mit der Richtung der Drehung zu vergleichen. Wenn die Richtung von  $c_n$  mit der Richtung der Drehung gleichsinnig ist, so sagen wir, die absolute Normalgeschwindigkeit sei vorwärts gerichtet, und wenn beide Richtungen entgegengesetzt sind, so sagen wir, die absolute Normalgeschwindigkeit sei rückwärts gerichtet. Findet das eine oder andere Verhältniß während des ganzen Verlaufs der Bahn statt, so nennen wir eine solche Bahn „eine Bahn mit vorwärts resp. rückwärts gerichteter absoluter Normalgeschwindigkeit“. Kürzer bezeichnen wir diese Eigenthümlichkeiten der Bahn als

„Vorwärtsbahn“

oder „Rückwärtsbahn“,

und unterscheiden hiernach die Turbinen, bei welchen das eine oder das andere Verhältniß stattfindet, als

Vorwärtsturbinen ( $V$ )

Rückwärtsturbinen ( $R$ ).

Wir deuten dies in der Bezeichnung der Turbinen an durch  $V$  oder  $R$ , die wir der frühern Bezeichnung hinzufügen. Z. B. —  $A, \beta, V$ . dient zur Bezeichnung eines Kreisrades (—) ohne Axialgeschwindigkeit ( $A$ ), mit geneigtem Eintritt ( $\beta$ ) im kleinsten Radius ( $r$ ) mit voller Füllung ( $\beta$ ) und einer absoluten Bahn, welche so beschaffen ist, daß die Componente der absoluten Geschwindigkeit nach der Richtung der Drehung mit dieser gleichgerichtet ist ( $V$ ) u. s. w. Ob die Bahn in einem Punkte vorwärts oder rückwärts gerichtet ist, hängt von der Lage der Schaufel ab. Es sei  $pq$  die Richtung

$c$  der absoluten Bahn;  $ps$  und  $pt$  sind die Richtungen der Normalgeschwindigkeit und der Radialgeschwindigkeit. Fällt  $ps$  mit der Richtung der Drehung zusammen, d. h. dreht sich die Turbine von  $p$  gegen  $s$ , so nennen wir die Bahn vorwärts gerichtet, und wenn sich die Turbine von  $s$  gegen  $p$  dreht, rückwärts gerichtet.

Um nun zu bestimmen, nach welcher Richtung die Drehung erfolgt, erinnern wir uns, daß nach §. 3. die Geschwindigkeit  $c$  die Resultirende aus der relativen Geschwindigkeit  $v$  und der Drehungsgeschwindigkeit ist; es muß also  $c$  immer zwischen  $v$  und der Drehungsgeschwindigkeit liegen, also auch letztere immer auf der Seite von  $c$ , welche derjenigen entgegengesetzt ist, auf welcher  $v$  liegt. Liegt also das Schaufelelement ( $v$ ) in diesem Augenblick auf derjenigen Seite von  $pq$ , auf welcher auch der Radius-Vector  $pt$  liegt, z. B.  $pv$ , so fällt die Drehungsrichtung auf die andre Seite, also dreht sich die Turbine von  $p$  gegen  $s$ . Wenn aber jetzt das Schaufelelement im Winkel  $qps$  läge, z. B.  $pm$  wäre, so dreht sich die Turbine entgegengesetzt, also ist die Geschwindigkeit  $c_n$  gegen die Drehung d. i. rückwärts gerichtet. Man hat also die einfache Regel:

Wenn das Schaufelelement und der Radius-Vector auf entgegengesetzten Seiten der Bahn liegen, so haben wir eine Rückwärtsbahn, und wenn beide auf derselben Seite der Bahn liegen, eine Vorwärtsbahn.

§. 7.

Winkelbezeichnung und Winkelzählung.

Den Winkel, den zwei Richtungen mit einander bilden, bezeichnen wir dadurch, daß wir die beiden Richtungen neben einander schreiben und in Klammer schließeln, z. B. ( $cr$ ) ist der Winkel, den die absolute Geschwindigkeit, also auch die

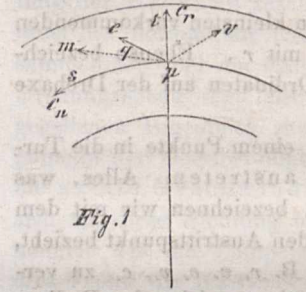


Fig. 1

Bahn mit dem Radius-Vector in irgend einem Punkte bildet;  $(v_n)$  ist der Winkel, den die Richtung der relativen Geschwindigkeit  $v$ , also auch die Richtung der Schaufel mit der Richtung der Drehung und zwar im kleinsten Radius-Vector bildet;  $(Pv_a)$  ist der Winkel, welchen die Richtung des absoluten Druckes  $P$  mit der Richtung der Schaufel im Austrittspunkt bildet, u. s. w.

Um die Winkel zu zählen, ist Folgendes zu bemerken: Die Richtung der Drehung ( $\cdot$ ) gilt immer als positiv. Die Winkel mit dem Radius-Vector werden von dem Radius-Vector nach der Drehungsrichtung gezählt, so daß immer der Quadrant zwischen der positiven Drehungsrichtung und dem Radius-Vector als erster Quadrant gilt. Auf diese Weise entstehen oft Winkel im zweiten, dritten und vierten Quadranten, und es sind dann die Vorzeichen der Winkelfunctionen jedesmal wohl zu beachten. Es ist dann oft bequem, statt der stumpfen und erhabenen Winkel die kleinsten (spitzen) Winkel zwischen zwei Richtungen einzuführen. Wenn wir diese spitzen Winkel anstatt der nach jener Vorschrift gezählten Winkel einführen, so bezeichnen wir dies jedesmal durch eine eckige Klammer  $[\ ]$ , in welche wir die Bezeichnung des Winkels einschließen. Es sei z. B.  $ab$  die Drehungsrichtung,  $ae$  die Richtung der relativen Geschwindigkeit, also die Richtung der Schaufel; der Winkel

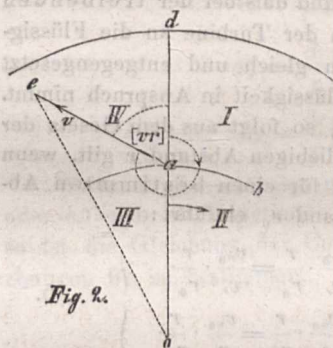


Fig. 2.

$(vr)$  liegt nach der angenommenen Zählungsweise im IV. Quadranten; wenn wir aber anstatt des erhabenen Winkels  $(vr)$  den spitzen Winkel  $\widehat{dae}$  einführen, so machen wir dies dadurch erkennbar, daß wir schreiben Winkel  $[vr]$ . Auf diese Weise wird sich ein Zweifel über das Vorzeichen der Winkelfunctionen vermeiden lassen.

Der Winkel  $\widehat{dae}$  ist der Polarwinkel für den Punkt  $e$  der relativen Bahn, und wir haben denselben nach §. 3. mit  $\varphi_{II}$  zu bezeichnen. Die Winkelzählung nach der allgemeinen Regel giebt auch hier den Winkel im IV. Quadranten; meinen wir aber den spitzen Winkel  $\widehat{dae}$ , so schreiben wir  $[\varphi_{II}]$ .

Ist entweder nur die Bahn oder nur die Schaufel zu betrachten, so daß die Richtung der Drehung unbestimmt bleibt, so ist es gleichgültig, wie wir die Winkel zählen, nur müssen natürlich bei derselben Betrachtung alle Winkel in demselben Sinne gezählt werden.

§. 8.

Bestimmung der Bahn und der Schaufel durch die Ebenen I. II. III. Projection. Axialschnitt. Abwicklung.

Nach der im §. 3. gegebenen Disposition zur Bestimmung der Bahn und der Schaufel durch Polar-Coordinationen sind für jeden Punkt der Curve folgende drei Ebenen von Bedeutung:

1) Eine Ebene normal zur Drehaxe, in welcher die Polarwinkel gezählt werden, und in der die Richtungen  $R$  (Radius-Vector) und  $N$  (Normale zum Radius-Vector) liegen. Wir nennen diese Ebene die Drehungsebene, auch die  $R$ - $N$ -Ebene oder die Ebene I. Diese Ebene ist als festliegend zu betrachten, und die Projection der Curve auf diese Ebene nennen wir vorzugsweise die Projection der Curve.

2) Eine Ebene durch die Richtung  $N$  und parallel mit

der Axe  $Z$ ; wir nennen sie die  $Z$ - $N$ -Ebene. Die Lage dieser Ebene ist im Allgemeinen für jeden Punkt der Curve eine andre, immer aber normal zur Drehungsebene. Wir nennen diese Ebene auch die Ebene II.

3) Eine Ebene durch die Richtung  $R$  und durch die Axe  $Z$ , welche wir die  $R$ - $Z$ -Ebene oder die Ebene III nennen. Diese Ebene ist also so zu denken, daß sie um die Axe  $Z$  drehbar ist und folglich für jeden Punkt der Curve in eine andre dem Polarwinkel entsprechende Lage kommt. Bei dieser Drehung der Ebene III schneidet die Curve die Ebene im Allgemeinen in immer andern Punkten und die stetige Folge dieser Durchschnittspunkte giebt in der Ebene III

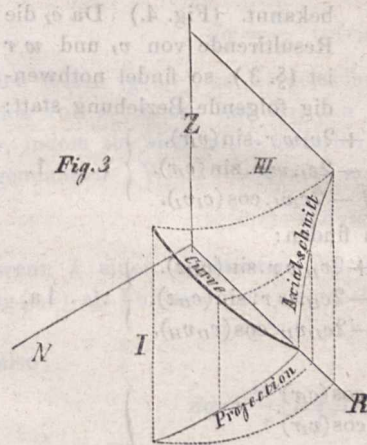


Fig. 3.

wiederum eine Curve. Diese entstehende Curve nennen wir den Axialschnitt der Bahn oder Schaufel. Denken wir uns mit dem Axialschnitt einen Umdrehungskörper beschrieben, so muß die betrachtete Curve (Bahn oder Schaufel) in der Oberfläche dieses Umdrehungskörpers liegen, denn bei der Drehung des Axialschnittes muß er in jeder Lage die betrachtete Curve schneiden.

Durch die Projection und den Axialschnitt ist die Curve vollkommen bestimmt, wenn nicht der Axialschnitt eine gerade Linie wird, welche parallel mit der Axe ist. In diesem Falle ist der Umdrehungskörper, in dessen Oberfläche die Curve liegt, ein Cylinder, die Projection der Curve ein Kreisbogen, und dann wendet man besser zur Bestimmung der Curve die Ebene II an. Diese ist nun in allen Lagen, die sie annimmt, Berührungsebene des Cylinders; sie erscheint also als eine Ebene, die sich, indem man sie durch die stetig folgenden Punkte der Curve legt, allmählig auf den Cylinder aufwickelt. Die Mantelfläche selbst stellt dann die aufgewickelte Ebene dar, und wickelt man die Mantelfläche des Cylinders mit der in derselben liegenden Curve ab, so hat man eine ebene Curve, welche wir die Abwicklung der Bahn oder der Schaufel nennen.

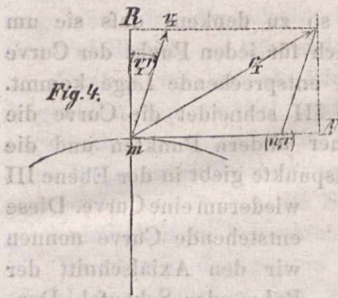
Die in den genannten Ebenen liegenden Richtungen, wenn wir sie ausschließlich in diesen Ebenen betrachten, bezeichnen wir mit den römischen Ziffern I. II. III. als Zeiger; so ist  $c_I$  die Componente von  $c$  in der Ebene I;  $v_{II}$  die Componente von  $v$  in der Ebene II u. s. w. In der Ebene I liegen die Componenten  $c, c_n, v, v_n$ ; bei den Turbinen A (§. 2.) fällt die Ebene II. und III. fort, und da hier kein Zweifel sein kann, in welcher Ebene die Geschwindigkeiten  $c$  und  $v$  liegen, so fallen auch die Zeiger  $c_I$  und  $v_I$  u. s. w. fort. In der Ebene II. liegen die Componenten  $c_n$  und  $c_a$  und  $v_n$  und  $v_a$ . Bei den Turbinen B fallen die Ebenen I. und III. fort und also auch die entsprechenden Zeiger bei  $c$  und  $v$ . In der Ebene III. liegen die Componenten  $c, c_n, v, v_n$ . Diese Ebene wird nur bei den Turbinen C (§. 2.) gebraucht.

Die Resultirende der Componenten  $c, c_n$  ist  $c_I$ ; die Resultirende von  $c_n$  und  $c_a$  ist  $c_{II}$ ; endlich die Resultirende von  $c, c_n$  ist  $c_{III}$ . Ebenso für die Componenten  $v, v_n, v_a$  entstehen die Resultirenden  $v_I, v_{II}, v_{III}$ .

**II. Allgemeine Beziehungen zwischen der Bahn und der Schaufel.**

§. 9.

Zerlegung und Zusammensetzung der Geschwindigkeiten.  
Gesetz der Tangenten.



In einem Punkte der Bahn seien für die Ebene I (§. 8.) die Richtung der Bahn und die absolute Geschwindigkeit, die Richtung der Schaufel und die Richtung der Drehungsgeschwindigkeit bekannt. (Fig. 4.) Da  $c_I$  die Resultierende von  $v_I$  und  $w$  ist (§. 3.), so findet nothwendig folgende Beziehung statt:

$$\left. \begin{aligned} c_I^2 &= v_I^2 + w^2 r^2 + 2v_I w r \sin(v_I r) \\ v_I^2 &= c_I^2 + w^2 r^2 - 2c_I w r \sin(c_I r) \\ w^2 r^2 &= c_I^2 + v_I^2 - 2c_I v_I \cos(c_I r) \end{aligned} \right\} \dots 1.$$

In ähnlicher Weise läßt sich finden:

$$\left. \begin{aligned} c_{II}^2 &= v_{II}^2 + w^2 r^2 + 2v_{II} w r \sin(v_{II} z) \\ v_{II}^2 &= c_{II}^2 + w^2 r^2 - 2c_{II} w r \sin(c_{II} z) \\ w^2 r^2 &= c_{II}^2 + v_{II}^2 - 2c_{II} v_{II} \cos(c_{II} z) \end{aligned} \right\} \dots 1a.$$

Auch ergibt sich:

$$\left. \begin{aligned} \frac{v_I}{c_I} &= \frac{\sin(c_I r)}{\sin(v_I r)} = \frac{\cos(c_I r)}{\cos(v_I r)} \\ \frac{v_{II}}{c_{II}} &= \frac{\sin(c_{II} z)}{\sin(v_{II} z)} = \frac{\cos(c_{II} z)}{\cos(v_{II} z)} \\ \frac{w r}{c_I} &= \frac{\sin(c_I v_I)}{\sin[(c_I r) - (v_I r)]} \\ \frac{w r}{c_{II}} &= \frac{\sin(c_{II} v_{II})}{\sin[(c_{II} z) - (v_{II} z)]} \end{aligned} \right\} \dots 1b.$$

und in ähnlicher Weise läßt sich für die zweite Ebene finden:

$$\left. \begin{aligned} \frac{v_{II}}{c_{II}} &= \frac{\sin(c_{II} z)}{\sin(v_{II} z)} = \frac{\cos(c_{II} z)}{\cos(v_{II} z)} \\ \frac{v_{II}}{w r} &= \frac{\sin(c_{II} v_{II})}{\sin[(c_{II} z) - (v_{II} z)]} \\ \frac{c_{II}}{w r} &= \frac{\sin(v_{II} z)}{\sin[(c_{II} z) - (v_{II} z)]} \end{aligned} \right\} \dots 1c.$$

Man kann nun diese drei Geschwindigkeiten ( $c, v, w, r$ ) nach den Richtungen  $N, R$  und  $Z$  zerlegen (§. 2), wobei die Componenten der Resultirenden  $c$  gleich der Summe der Componenten der beiden Seitengeschwindigkeiten sein müssen. Es entsteht also:

$$\left. \begin{aligned} c_r &= v_r \\ c_n &= v_n \\ c_z &= v_n + w r \end{aligned} \right\} \dots 2.$$

Ferner hat man:

$$\left. \begin{aligned} c_n &= c_r \cdot \text{tg}(c_I r) = c_n \cdot \text{tg}(c_{II} z) = c_I \cdot \sin(c_I r) = c_{II} \cdot \sin(c_{II} z) \\ v_n &= v_r \cdot \text{tg}(v_I r) = v_n \cdot \text{tg}(v_{II} z) = v_I \cdot \sin(v_I r) = v_{II} \cdot \sin(v_{II} z) \\ c_r &= c_I \cdot \cos(c_I r) \\ v_r &= v_I \cdot \cos(v_I r) \\ c_n &= c_{II} \cdot \cos(c_{II} z) \\ v_n &= v_{II} \cdot \cos(v_{II} z) \text{ u. s. w.} \end{aligned} \right\} \dots 3.$$

Setzen wir die Werthe von  $c_n$  und  $v_n$  in die letzte Gleichung 2 ein, und berücksichtigen wir, daß  $c_r = v_r$ ,  $c_n = v_n$  (nach Gleichung 2), so folgt:

$$\left. \begin{aligned} \frac{w r}{c_r} &= \frac{w r}{v_r} = \text{tg}(c_I r) - \text{tg}(v_I r) \\ \frac{w r}{c_n} &= \frac{w r}{v_n} = \text{tg}(c_{II} z) - \text{tg}(v_{II} z) \end{aligned} \right\} \dots 4.$$

Das in der Gleichung 4 enthaltene wichtige Gesetz nennen wir das Gesetz der Tangenten; es lautet: Die Differenz der Tangenten der Winkel, welche die absolute Bahn und die relative Bahn mit dem Ra-

dus-Vector (der Drehaxe) in irgend einem Punkte der Bahn bilden, ist gleich dem Verhältniß der Umfangsgeschwindigkeit des drehbaren Systems zur Radialgeschwindigkeit (resp. der Axialgeschwindigkeit) in demselben Punkte.

Das Gesetz der Tangenten ist für die Betrachtung der Turbinen ein sehr fruchtbares; unter Andern ergibt sich aus demselben sofort die Winkelgeschwindigkeit

$$\left. \begin{aligned} \omega &= \frac{c_r}{r} [\text{tg}(c_I r) - \text{tg}(v_I r)] \\ \omega &= \frac{c_n}{r} [\text{tg}(c_{II} z) - \text{tg}(v_{II} z)] \end{aligned} \right\} \dots 4a.$$

§. 10.

Voraussetzung, daß die Winkelgeschwindigkeit constant sei. — Beziehungen zwischen den Richtungen des absoluten und des relativen Weges.

Für die folgenden Untersuchungen gilt überall die Voraussetzung,

daß die Winkelgeschwindigkeit des drehbaren Systems constant geworden sei.

Diese Voraussetzung bedingt, daß bei den getriebenen Turbinen die an die Turbine abgegebene Arbeit den Arbeiten der Kräfte, welche der Drehung der Turbine widerstreben, gleich und entgegengesetzt sei, und daß bei der treibenden Turbine die Arbeit, welche von der Turbine an die Flüssigkeit abgegeben wird, derjenigen gleich und entgegengesetzt sei, welche die Bewegung der Flüssigkeit in Anspruch nimmt.

Wenn nun  $\omega$  constant ist, so folgt aus dem Gesetz der Tangenten, welches für jeden beliebigen Abstand  $r$  gilt, wenn man zusammengehörige Werthe für einen bestimmten Abstand, z. B. den kleinsten Abstand  $r_0$  einführt:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\text{tg}(c_I r) - \text{tg}(v_I r)}{\text{tg}(c_I r_0) - \text{tg}(v_I r_0)} &= \frac{c_{r_0} \cdot r}{c_r \cdot r_0} = \frac{v_{r_0} \cdot r}{v_r \cdot r_0} \\ \frac{\text{tg}(c_{II} z) - \text{tg}(v_{II} z)}{\text{tg}(c_{II} z_0) - \text{tg}(v_{II} z_0)} &= \frac{c_n \cdot r}{c_n \cdot r_0} = \frac{v_n \cdot r}{v_n \cdot r_0} \end{aligned} \right\} \dots 5.$$

Man kann natürlich statt  $r_0$  jeden beliebigen Abstand z. B.  $r', r_a, r_e$  u. s. w. einführen.

Diese Gleichungen zeigen, wie man die Richtung des absoluten oder des relativen Weges in irgend einem Abstand  $r$  findet, wenn eine von beiden in diesem Abstand, ferner beide Richtungen in einem andern bestimmten Abstände und die absoluten oder die ihr gleichen relativen (Gl. 2) Radial-Geschwindigkeiten gegeben sind. Zwischen dem Ein- und Austrittspunkt ergibt sich z. B. die Beziehung (§. 3):

$$\left. \begin{aligned} \frac{\text{tg}(c_I r_a) - \text{tg}(v_I r_a)}{\text{tg}(v_I r_e) - \text{tg}(v_I r_e)} &= \frac{c_{r_a} \cdot r_a}{c_{r_e} \cdot r_e} \\ \frac{\text{tg}(c_{II} z_a) - \text{tg}(v_{II} z_a)}{\text{tg}(c_{II} z_e) - \text{tg}(v_{II} z_e)} &= \frac{c_{n_a} \cdot r_a}{c_{n_e} \cdot r_e} \end{aligned} \right\} \dots 5a.$$

§. 11.

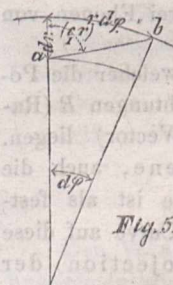
Differentialgleichungen der Bahn und der Schaufel.

Es sei  $ab$  (Fig. 5) die Richtung der Projection eines Curvelementes, also auch der Geschwindigkeiten  $c_I$  oder  $v_I$ . Es folgt unmittelbar aus der Figur:

$$\text{tg}(c_I r) = \frac{r \cdot d\varphi}{dr}$$

Aehnliches läßt sich für die zweite Ebene nachweisen und es entsteht:

$$\text{tg}(c_{II} z) = \frac{r \cdot d\varphi}{dz}$$



Stellen wir die entsprechenden Werthe zusammen, so folgt:

$$\left. \begin{aligned} \operatorname{tg}(c_I r) &= r \cdot \frac{d\varphi}{dr}; d\varphi = dr \cdot \frac{\operatorname{tg}(c_I r)}{r} \\ \operatorname{tg}(c_{II} z) &= r \cdot \frac{d\varphi}{dz}; d\varphi = dz \cdot \frac{\operatorname{tg}(c_{II} z)}{r} \\ \operatorname{tg}(v_I r) &= r \cdot \frac{d\varphi_{II}}{dr}; d\varphi_{II} = dr \cdot \frac{\operatorname{tg}(v_I r)}{r} \\ \operatorname{tg}(v_{II} z) &= r \cdot \frac{d\varphi_{II}}{dz}; d\varphi_{II} = dz \cdot \frac{\operatorname{tg}(v_{II} z)}{r} \end{aligned} \right\} \dots 6.$$

Ist nun  $\operatorname{tg}(c r)$  als Function von  $r$  bekannt, so kann man vermöge der Gleichungen 6 durch Integration die Gleichung der betreffenden Curve finden.

Da nun  $\operatorname{tg}(c_I r) = \frac{\sqrt{1 - \cos^2(c_I r)}}{\cos(c_I r)}$  ist, so folgt, wenn wir  $\cos(c_I r) = \frac{c_r}{c_I}$  (Gl. 3) einsetzen:

$$\operatorname{tg}(c_I r) = \frac{\sqrt{c_I^2 - c_r^2}}{c_r} = \sqrt{\left(\frac{c_I}{c_r}\right)^2 - 1}.$$

Setzt man diesen Werth ein, und verfährt analog für die andern Winkel, so entsteht:

$$\left. \begin{aligned} d\varphi &= \frac{dr}{r} \sqrt{\left(\frac{c_I}{c_r}\right)^2 - 1} \\ d\varphi &= \frac{dz}{r} \sqrt{\left(\frac{c_{II}}{c_r}\right)^2 - 1} \\ d\varphi_{II} &= \frac{dr}{r} \sqrt{\left(\frac{v_I}{c_r}\right)^2 - 1} \\ d\varphi_{II} &= \frac{dz}{r} \sqrt{\left(\frac{v_{II}}{c_r}\right)^2 - 1} \end{aligned} \right\} \dots 6a.$$

Wenn  $c_I$  oder  $c_{II}$  resp.  $v_I$  oder  $v_{II}$  (und zugleich auch  $c_r$  oder  $c_r$ ) sich als Functionen von  $r$  oder  $z$  darstellen lassen, so ist die Gleichung der Curve durch Integration der Gleichungen 6a zu bestimmen.

§. 12.

Zusammenhang zwischen den Gleichungen der absoluten Bahn und der Schaufel.

Wir setzen die Werthe der Tangenten der Winkel aus Gl. 6 in die Gl. 4. Es ergibt sich:

$$\left. \begin{aligned} d\varphi - d\varphi_{II} &= \frac{w \cdot dr}{c_r} = \frac{w \cdot dr}{v_r} \\ d\varphi - d\varphi_{II} &= \frac{w \cdot dz}{c_r} = \frac{w \cdot dz}{v_r} \end{aligned} \right\} \dots 7.$$

Wenn wir auf beiden Seiten integrieren, das Integral zwischen den Grenzen nehmen, welche einem bestimmten Abstände, z. B.  $r_0$ ,  $r_c$  u. s. w. und dem betrachteten Abstände entsprechen, und beide Winkel  $\varphi$  und  $\varphi_{II}$  von demselben festen Radius zählen und zwar so, daß in dem bestimmten Abstände  $r_0$ ,  $r_c$  u. s. w. beide Winkel 0 werden, so entsteht:

$$\left. \begin{aligned} \varphi - \varphi_{II} &= w \int_{r_0}^r \frac{dr}{c_r} \\ \varphi - \varphi_{II} &= w \int_{r_0}^r \frac{dz}{c_r} \end{aligned} \right\} \dots 7a.$$

Setzen wir noch für  $w_I$  den aus Gl. 4a zu entnehmenden Werth, so folgt:

$$\left. \begin{aligned} \varphi - \varphi_{II} &= [\operatorname{tg}(c_I r_0) - \operatorname{tg}(v_I r_0)] \frac{c_{r_0}}{r_0} \int_{r_0}^r \frac{dr}{c_r} \\ \varphi - \varphi_{II} &= [\operatorname{tg}(c_{II} z_0) - \operatorname{tg}(v_{II} z_0)] \frac{c_{r_0}}{r_0} \int_{r_0}^r \frac{dz}{c_r} \end{aligned} \right\} \dots 7b.$$

Diese Gleichungen geben den Zusammenhang der absoluten Bahn und der Schaufel, wenn  $c_r$  resp.  $c_r$  als Functionen von  $r$  oder  $z$  bekannt sind. Man findet dann durch diese Gleichungen das Mittel, die Schaufel zu construiren, wenn die Bahn gegeben ist, und umgekehrt.

Es ist klar, daß man obige Gleichungen auch so umschreiben kann, daß Alles auf  $r_c$ ,  $r_0$  oder auf  $r$ , oder auf irgend einen andern bestimmten Abstand bezogen ist.

§. 13.

Erstes Gesetz der Analogie zwischen den Bahn- und den Schaufelcurven (absolutem und relativem Wege).

Betrachten wir in Gl. 6,

$$d\varphi = \frac{dr}{r} \cdot \operatorname{tg}(c_I r) \text{ u. s. w.}$$

den Werth  $\operatorname{tg}(c_I r)$ , so ist derselbe im Allgemeinen eine Function von  $r$ . Diese hat für den augenblicklichen Werth von  $r$ , indem sie sich mit  $r$  änderte, einen gewissen Werth angenommen. Wir können also auch schreiben:

$$\operatorname{tg}(c_I r) = \int d \cdot \operatorname{tg}(c_I r) + k,$$

wenn  $k$  einen constanten Werth bedeutet; und wenn wir  $\operatorname{tg}(c_I r)$  als Function von  $r$  betrachten, so läßt sich schreiben:

$$d \cdot \operatorname{tg}(c_I r) = p \cdot f(r) \cdot dr,$$

also:

$$d\varphi = \frac{dr}{r} [p \int f(r) \cdot dr + k].$$

Aus Gl. 7 folgt:

$$d\varphi_{II} = d\varphi - \frac{w \cdot dr}{c_r} = d\varphi - \frac{w \cdot r}{c_r} \cdot \frac{dr}{r}$$

und wenn wir den eben gefundenen Ausdruck für  $d\varphi$  einsetzen,

$$d\varphi_{II} = \frac{dr}{r} \left[ p \int f(r) \cdot dr + k - \frac{w \cdot r}{c_r} \right].$$

Aber auch  $\frac{w \cdot r}{c_r}$  wird sich in analoger Weise wie  $\operatorname{tg}(c_I r)$  darstellen lassen:

$$\frac{w \cdot r}{c_r} = \int d \left( \frac{w \cdot r}{c_r} \right) + k = p \int F(r) dr + k,$$

indem wir

$$d \left( \frac{w \cdot r}{c_r} \right) = p \cdot F(r) dr$$

setzen. Diesen Ausdruck in die obige Gleichung eingesetzt, ergibt:

$$d\varphi_{II} = \frac{dr}{r} [p \int f(r) dr - p \int F(r) \cdot dr + k - k].$$

Im Allgemeinen sind  $f(r)$  und  $F(r)$  verschiedene Functionen von  $r$ , denn man kann sowohl die Bahn, also die Aenderung von  $\operatorname{tg}(c_I r)$ , als auch das Verhältniß  $\frac{w \cdot r}{c_r}$  vorläufig beliebig annehmen. Für den Fall jedoch, daß  $f(r) = F(r)$  wäre, ginge die Gleichung für  $d\varphi_{II}$  über in

$$d\varphi_{II} = \frac{dr}{r} [(p - p) \int f(r) dr + k - k]$$

und da oben gefunden wurde

$$d\varphi = \frac{dr}{r} [p \int f(r) dr + k],$$

so folgt, daß unter der Voraussetzung  $f(r) = F(r)$  die Differentiale von  $\varphi$  und  $\varphi_{II}$  durchaus analoge Formen haben und sich nur in den constanten Werthen  $p$  resp.  $p - p$ , und  $k$  resp.  $k - k$ , unterscheiden. Es müssen also die absolute und die relative Bahn unter der Voraussetzung  $f(r) = F(r)$  Curven werden, deren Polargleichungen dieselbe Form haben,

d. h. dieselben Functionen von  $r$  enthalten und sich nur in den Constanten unterscheiden. Wir nennen solche Curven analoge Curven.

Da aber  $f(r) = \frac{d \cdot \text{tg}(c_{1r})}{p \cdot dr}$ ,

so bedingt die Voraussetzung  $f(r) = F(r)$ , das

$$d \cdot \frac{\text{tg}(c_{1r})}{d \cdot \frac{w \cdot r}{c_r}} = \frac{p}{p'} = \text{constant},$$

und für eine constante Winkelgeschwindigkeit  $w$ , auch

$$\frac{d \cdot \text{tg}(c_{1r})}{d \left( \frac{r}{c_r} \right)} = \text{constant sei.}$$

Führen wir die Rechnung auch mit den Winkeln  $(v_{1r})$ ,  $(c_{11z})$ ,  $(v_{11z})$  durch, so ergibt sich als Gesetz: das die Bahn und die Schaufel analoge Curven sind, wenn eine der folgenden Bedingungsgleichungen erfüllt wird:

$$\left. \begin{aligned} \frac{d \cdot \text{tg}(c_{1r})}{d \left( \frac{r}{c_r} \right)} &= \text{Const.} \\ \frac{d \cdot \text{tg}(v_{1r})}{d \left( \frac{r}{c_r} \right)} &= \text{Const.} \\ \frac{d \cdot \text{tg}(c_{11z})}{d \left( \frac{r}{c_r} \right)} &= \text{Const.} \\ \frac{d \cdot \text{tg}(v_{11z})}{d \left( \frac{r}{c_r} \right)} &= \text{Const.} \end{aligned} \right\} \dots 8.$$

Wir nennen dies Gesetz das erste Gesetz der Analogie zwischen der Bahn- und Schaufelcurve.

§. 14.

Zweites Gesetz der Analogie zwischen der Bahn und der Schaufelcurve.

Die beiden im vorigen Paragraphen für  $d\varphi$  und  $d\varphi_{11}$  gefundenen Ausdrücke waren:

$$d\varphi = \frac{dr}{r} [p \int f(r) \cdot dr + k]$$

$$d\varphi_{11} = \frac{dr}{r} [p \int f(r) \cdot dr - p \int F(r) \cdot dr + k - k_1]$$

und indem wir ähnliche Betrachtungen für die Geschwindigkeit in der Ebene II anstellen, ergibt sich auch:

$$d\varphi = \frac{dz}{r} [p \int f(z) \cdot dz + k]$$

$$d\varphi_{11} = \frac{dz}{r} [p \int f(z) \cdot dz - p \int F(z) \cdot dz + k - k_1],$$

worin nach der Entwicklung des vorigen Paragraphen

$$F(r) = d \left( \frac{w \cdot r}{c_r} \right);$$

$$F(z) = d \left( \frac{w \cdot r}{c_r} \right)$$

waren. Man sieht, das die Ausdrücke für  $d\varphi$  und  $d\varphi_{11}$  nicht nur für den im vorigen Paragraphen behandelten Fall übereinstimmend werden, sondern auch, wenn die Bedingung erfüllt würde:

$$\text{resp. } F(r) = 0 \text{ resp. } F(z) = 0.$$

Denn nun würde entstehen:

$$d\varphi = \frac{dr}{r} [p \int f(r) \cdot dr + k]$$

$$d\varphi_{11} = \frac{dr}{r} [p \int f(r) \cdot dr + k - k_1]$$

respective

$$d\varphi = \frac{dz}{r} [p \int f(z) \cdot dz + k]$$

$$d\varphi_{11} = \frac{dz}{r} [p \int f(z) \cdot dz + k - k_1].$$

Also auch, wenn  $F(r) = 0$  resp.  $F(z) = 0$  sind, unterscheiden sich die Ausdrücke für  $d\varphi$  und  $d\varphi_{11}$  nur in den Constanten ( $k - k_1$  anstatt  $k$ ). Es müssen also unter Erfüllung dieser Bedingung die Bahn und die Schaufel analoge Curven werden (§. 13). Die Bedingung  $F(r) = 0$  resp.  $F(z) = 0$  kann aber nur erfüllt werden, wenn die Zähler = 0 sind, d. h. wenn

$$d \left( \frac{w \cdot r}{c_r} \right) = 0$$

$$d \left( \frac{w \cdot r}{c_r} \right) = 0$$

sind, d. h. wenn

$$\left. \begin{aligned} \frac{w \cdot r}{c_r} &= \text{Const.} \\ \frac{w \cdot r}{c_r} &= \text{Const.} \end{aligned} \right\} \dots 9.$$

Bahn und Schaufel sind also auch analoge Curven, wenn eine der Gleichungen 9 erfüllt wird.

Das hierin liegende Gesetz nennen wir das zweite Gesetz der Analogie zwischen der Bahn- und der Schaufelcurve.

Vergleichen wir aber Gl. 9 mit Gl. 4, so folgt, das wenn Bahn und Schaufel nach dem zweiten Gesetz der Analogie analoge Curven sind, die Differenzen der Tangenten der Winkel  $(c_{1r})$  und  $(v_{1r})$  resp.  $(c_{11z})$  und  $(v_{11z})$  constant sind. Es ist also für diesen Fall:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\text{tg}(c_{1r}) - \text{tg}(v_{1r})}{\text{tg}(c_{1r_0}) - \text{tg}(v_{1r_0})} &= 1 \\ \frac{\text{tg}(c_{11z}) - \text{tg}(v_{11z})}{\text{tg}(c_{11z_0}) - \text{tg}(v_{11z_0})} &= 1. \end{aligned} \right\} \dots 9a.$$

Auch folgt umgekehrt, das, wenn die Gleichungen 9a stattfinden, Bahn und Schaufel analoge Curven sind.

III. Allgemeine Beziehungen zwischen den absoluten und den relativen Drucken.

§. 15.

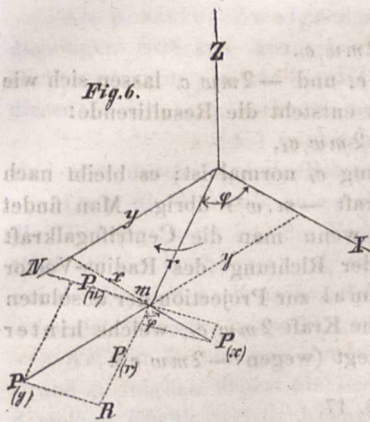
Zerlegung der absoluten Kraft nach den Richtungen  $R$ ,  $N$  und  $Z$ . Componenten und Leistungselemente derselben.

Bezeichnen wir die Resultirende aus allen Drucken, welche auf ein Flüssigkeitselement in irgend einem Augenblick wirken (§. 5), mit  $P$ , wobei es vorläufig ganz gleichgültig ist, wodurch diese Drucke erzeugt werden. Denken wir uns drei feste rechtwinklige Axen (zunächst nicht Polarcordinaten); die  $Z$ -Axe mit der Drehaxe zusammenfallend, also die  $X$ - und die  $Y$ -Axe in der Drehungsebene liegend. Die Componenten von  $P$  nach den Richtungen der drei Axen sind:

$$P_x = m \cdot \frac{d^2 x}{dt^2}$$

$$P_y = m \cdot \frac{d^2 y}{dt^2}$$

$$P_z = m \cdot \frac{d^2 z}{dt^2}$$



Denken wir die X-Axe als den festen Radius, von welchem die Winkel gezählt werden, und das betrachtete Element befinde sich eben in m, so dass es den Radius-Vector r und den Polarwinkel phi erreicht hat. Zerlegen wir jetzt die Kraft P und ihre Componenten nach der Richtung Z, R und N (§. 3), so entsteht:

$$\begin{aligned} P_r &= P_x \cos \varphi + P_y \sin \varphi = P \cos(P_r) \\ P_n &= P_y \cos \varphi - P_x \sin \varphi = P \cos(P_y) \\ P_z &= P_z = P \cos(P_z). \end{aligned}$$

Ferner ist

$$\begin{aligned} x &= r \cos \varphi \\ y &= r \sin \varphi; \end{aligned}$$

folglich:

$$\begin{aligned} dx &= -r \sin \varphi \cdot d\varphi + \cos \varphi \cdot dr \\ dy &= r \cos \varphi \cdot d\varphi + \sin \varphi \cdot dr \\ d'x &= -r(\sin \varphi d''\varphi + \cos \varphi d\varphi^2) - \sin \varphi \cdot d\varphi \cdot dr + \\ &\quad + \cos \varphi d'r - \sin \varphi \cdot d\varphi \cdot dr \\ d'y &= r(\cos \varphi d''\varphi - \sin \varphi d\varphi^2) + \cos \varphi \cdot d\varphi \cdot dr + \sin \varphi d'r + \\ &\quad + \cos \varphi \cdot d\varphi \cdot dr. \end{aligned}$$

Setzen wir diese Werthe in die Werthe für  $P_x$ ,  $P_y$  und dann die entstehenden Ausdrücke in die Werthe für  $P_r$  und  $P_n$  ein, so ergibt sich:

$$\begin{aligned} P_r &= P \cos(P_r) = m \left[ \frac{d'r}{dt^2} - r \cdot \left( \frac{d\varphi}{dt} \right)^2 \right] \\ P_n &= P \cos(P_n) = m \left[ 2 \cdot \frac{d\varphi}{dt} \cdot \frac{dr}{dt} + r \frac{d''\varphi}{dt^2} \right] \\ &= m \cdot \frac{d \left( r^2 \frac{d\varphi}{dt} \right)}{r \cdot dt} \end{aligned} \quad . . . 10.$$

$$P_z = P \cos(P_z) = m \cdot \frac{d'z}{dt^2}$$

Der letzte Werth für  $P_n$  ergibt sich, wenn man den vorletzten Werth im Zähler und Nenner mit  $r$  multiplicirt; man hat dann nämlich:

$$\frac{m}{r \cdot dt} \left[ 2r \cdot dr \cdot d\varphi + r^2 \cdot d''\varphi \right] = m \frac{d \left( r^2 \frac{d\varphi}{dt} \right)}{r \cdot dt}$$

Nun ist aber:

$$\begin{aligned} \frac{d'r}{dt^2} &= \frac{dc_r}{dt} \\ c_n &= \frac{r \cdot d\varphi}{dt} \\ c_r &= \frac{dr}{dt} \\ dt &= \frac{dr}{c_r} = \frac{r \cdot d\varphi}{c_n} = \frac{dz}{c_z} = \frac{dr}{v_r} = \frac{dz}{v_z} \\ c_r \cdot d\varphi &= c_n \frac{dr}{r} \end{aligned} \quad . . . 10a.$$

$$\begin{aligned} P_r &= m \left[ \frac{dc_r}{dt} - \frac{c_n^2}{r} \right] = m \left[ \frac{c_r \cdot dc_r}{dr} - \frac{c_n^2}{r} \right] \\ P_n &= m \left[ \frac{d(r \cdot c_n)}{r \cdot dt} \right] = m \left[ \frac{r \cdot dc_n + c_n \cdot dr}{r \cdot dt} \right] \\ &= m \left[ \frac{dc_n}{dt} + \frac{c_n c_r}{r} \right] = m \left[ \frac{c_n \cdot dc_n}{r \cdot d\varphi} + \frac{c_n \cdot c_r}{r} \right] \\ P_z &= m \frac{c_z \cdot dc_z}{dz} \end{aligned} \quad . . . 10b.$$

Multipliciren wir jede Componente mit dem von ihr zurückgelegten Wegelemente, so bekommen wir die Leistungselemente der Kräfte nach den drei Axen; es ist, wenn wir die Leistungen der absoluten Kräfte mit  $L$  bezeichnen:

$$\begin{aligned} dL_r &= P_r \cdot dr = m \left[ c_r \cdot dc_r - \frac{c_n^2}{r} \cdot dr \right] \\ dL_n &= P_n \cdot r \cdot d\varphi = m \left[ c_n \cdot dc_n + c_n \cdot c_r \cdot d\varphi \right] \\ &= m \left[ c_n \cdot dc_n + \frac{c_n^2}{r} dr \right] \end{aligned} \quad . . . 11.$$

(S. letzte Gl. 10a, die aus der vorletzten Gl. 10a folgt.)

$$dL_z = P_z \cdot dz = m \cdot c_z \cdot dc_z.$$

Der Werth  $m \cdot \frac{c_n^2}{r}$  ist die sogenannte Centrifugalkraft für

die Drehung um die Z-Axe; man sieht, dass durch dieselbe die Leistung nach der Richtung R um ebensoviel vermindert wird, als die Leistung nach der Richtung N vermehrt wird. Addirt man die drei Leistungen, so erhält man die Leistung der Resultirenden; der Werth  $m \cdot \frac{c_n^2}{r} dr$  hebt sich dabei fort

und es entsteht:

$$\begin{aligned} dL &= m [c_n \cdot dc_n + c_r \cdot dc_r + c_z \cdot dc_z] \\ \int_{r_0}^{r_1} dL &= L^* = \frac{m}{2} [c_{n1}^2 + c_r^2 + c_z^2 - (c_{n0}^2 + c_{r0}^2 + c_{z0}^2)] \\ L^* &= \frac{m}{2} [c_n^2 - c_r^2] \end{aligned} \quad . . . 11a$$

Die Centrifugalkraft ist also ohne Einfluss auf die Gesamtleistung aller auf das Element einwirkenden Kräfte, aber von wesentlichem Einfluss auf die Vertheilung dieser Leistung nach den beiden Richtungen N und R. Die Gleichung für  $dL$  entspricht also, wie erforderlich, dem bekannten Gesetz der lebendigen Kräfte.

§. 16.

Bestimmung der Componenten der relativen Kräfte. — Hilfskräfte Zusammensetzung und Zerlegung der Hilfskräfte.

Wenn wir die Dispositionen des §. 5. beachten, so können wir die im vorigen Paragraphen gefundenen Gleichungen ohne Weiteres umschreiben für die relativen Kräfte, wenn wir anstatt  $P$  überall  $Q$ , anstatt  $c$  überall  $v$  und anstatt  $d\varphi$  überall  $d\varphi_n$  einsetzen wollen. Es entsteht nun:

$$\begin{aligned} Q_r &= m \left[ \frac{v_r \cdot dv_r}{dr} - \frac{v_n^2}{r} \right] \\ Q_n &= m \cdot \frac{d(rv_n)}{r \cdot dt} \\ Q_z &= m \cdot \frac{v_z \cdot dv_z}{dz} = m \cdot \frac{c_z \cdot dc_z}{dz} = P. \end{aligned} \quad . . . 12.$$

Setzen wir die Werthe der Gleichung 2 hier ein, und folgern wir noch aus der Gl. 2:

$$\begin{aligned} v_n &= c_n - w \cdot r \\ dv_n &= dc_n - w \cdot dr \\ d(rv_n) &= d[rc_n - w \cdot r^2] = d(rc_n) - 2r \cdot dr \cdot w, \end{aligned}$$

so entsteht:

$$\begin{aligned} Q_r &= m \left[ \frac{c_r \cdot dc_r}{dr} - \frac{c_n^2}{r} + w \cdot (2c_n - w \cdot r) \right] \\ &= P_r + m \cdot w \cdot (c_n + v_n) \\ Q_n &= m \left[ \frac{d(rv_n)}{r \cdot dt} - 2w \cdot \frac{dr}{dt} \right] = P_n - 2m \cdot w \cdot c_r \\ &= P_n - 2m \cdot w \cdot v_r = P_n - m \cdot w \cdot (c_r + v_r) \\ Q_z &= P. \end{aligned} \quad . . . 12a.$$

Diese Gleichungen 12a zeigen, wie man aus den Kräften, welche die absolute Bahn bedingen, diejenigen Kräfte



finden kann, welche anstatt der absoluten die relative Bahn erzeugen würden, wenn sie auf das Massenelement in gleicher Weise angebracht wären, wie die absoluten Kräfte. Diese Kräfte sind zugleich diejenigen Drucke, mit welchen die Flüssigkeit auf die Schaufel oder nach Bewandnis die Schaufel auf die Flüssigkeit drückt.

Im Allgemeinen sieht man, dass den Componenten der absoluten Kräfte noch gewisse Kräfte hinzuzufügen sind, um die relativen Kräfte zu bekommen. Diese hinzuzufügenden Kräfte wollen wir die Hilfskräfte nennen. Die Hilfskräfte lassen sich in verschiedener Weise zusammensetzen und zerlegen:

a) Die Componenten der Hilfskräfte sind nach der Richtung des Radius-Vector:

$$mw, (c_n + v_n);$$

nach der Richtung normal zum Radius-Vector:

$$-m.w, (c_r + v_r) = -2m.w, v_r = -2m.w, c_r.$$

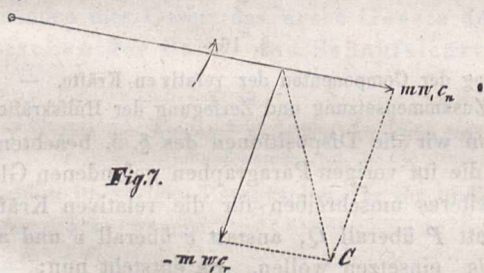
b) Die beiden Kräfte  $m.w, c_n$  und  $-m.w, c_r$  und ebenso die beiden Kräfte  $m.w, v_n$  und  $-m.w, v_r$  lassen sich zusammensetzen; ihre Resultirenden seien  $C$  und  $V$ . Da die Kräfte selbst rechtwinklig sind, so folgt:

$$C = m.w, \sqrt{c_n^2 + c_r^2} = mw, c_I; \quad V = mw, v_I$$

$$\sin(Cn) = \frac{m.w, c_n}{mw, c_I} = \frac{c_n}{c_I}; \quad \sin(Vn) = \frac{v_n}{v_I}$$

$$\cos(c_r n) = \frac{c_n}{c_I} = \sin(Cn); \quad \cos(v_r n) = \frac{v_n}{v_I} = \sin(Vn),$$

folglich steht  $C$  auf der Richtung  $c_I$  und  $V$  auf der Richtung  $v_I$  normal. Man kann also auch die Hilfskräfte finden, wenn man normal zu den augenblicklichen Projectionen von  $c_I$  und  $v_I$  in der ersten Ebene Kräfte anbringt, welche sich durch  $mw, c_I$  und  $mw, v_I$  darstellen. Die Richtung dieser Kräfte liegt hinter der Richtung der Drehung (wegen  $-m.w, c_r$ ). (S. Fig. 7.)



c) Setzen wir in Gl. 12 a:  $c_n = v_n + w, r$  (Gl. 2), so entstehen die Componenten der Hilfskräfte, nach der Richtung  $R$ :

$$2mw, v_n + mw^2 r;$$

nach der Richtung  $N$ :

$$-2mw, v_r.$$

Die Componente  $2mw, v_n$  und  $-2mw, v_r$  lassen sich wie unter b) zusammensetzen; ist ihre Resultirende  $D$ , so entsteht:

$$D = 2mw, \sqrt{v_n^2 + v_r^2} = 2mw, v_I,$$

$$\sin(Dr) = \frac{D_n}{D} = \frac{v_r}{v_I} = \cos(vr);$$

folglich steht  $D$  auf der Richtung  $v_I$  normal. Man findet also auch die Hilfskräfte, wenn man in der Richtung des Radius-Vector die Centrifugalkraft ( $mw^2 r$ ) anbringt und außerdem normal zur augenblicklichen Projection der Schaufelrichtung eine Kraft  $2mw, v_I$ . Die Richtung dieser Kraft liegt hinter der Richtung der Drehung (wegen  $-2mw, v_r$ ).

d) Die Componenten der Hilfskräfte ergeben sich durch Gleichung 12a auch in folgender Form:

nach der Richtung  $R$ :

$$2mw, c_n - mw^2 r,$$

nach der Richtung  $N$ :

$$-2mw, c_r.$$

Die Componenten  $2mw, c_n$  und  $-2mw, c_r$  lassen sich wie unter b) zusammenfassen, es entsteht die Resultirende:

$$E = 2mw, c_I,$$

welche wieder auf der Richtung  $c_I$  normal ist; es bleibt nach der Richtung  $R$  noch die Kraft  $-m.w^2 r$  übrig. Man findet also auch die Hilfskräfte, wenn man die Centrifugalkraft  $mw^2 r$  entgegengesetzt der Richtung des Radius-Vector anbringt und außerdem normal zur Projection der absoluten Bahn in der ersten Ebene eine Kraft  $2mw, c_I$ , welche hinter der Richtung der Drehung liegt (wegen  $-2mw, c_r$ ).

§. 17.

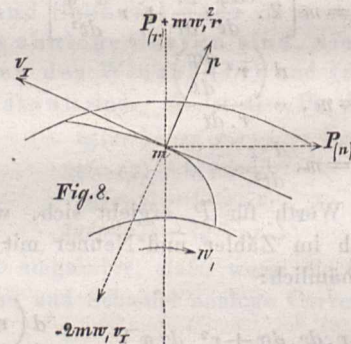
Componenten der relativen Kräfte auf die Schaufelcurve bezogen. Axen  $v, q, \rho$ . — Richtung  $p$ . — Führungsdruck für die relative Bahn.

Wir denken jetzt auf das Element die relativen Kräfte angebracht (§. 16), unter deren Einfluss das Element die relative Bahn wie eine absolute durchlaufen würde. Zunächst sind also die absoluten und dann die Hilfskräfte (§. 16) anzubringen. Wir verfahren dabei nach §. 16 unter c). Als absolute Kräfte wirken die Kräfte  $P, P_n, P_r$ , als Hilfskräfte aber sind wirksam:

in der Richtung des Radius-Vector die Centrifugalkraft  $m.w^2 r$ , so dass nach dieser Richtung im Ganzen wirksam ist  $P_r + m.w^2 r$ ;

in der Richtung normal zur Projection der Schaufel auf die erste Ebene, also normal zu  $v_I$  die Kraft  $-2m.w, v_I$  und zwar hinter der Richtung der Drehung.

Wir bezeichnen die Richtung normal zu  $v_I$  mit  $p$  und nehmen den positiven Zweig von  $p$  vor der Richtung der Drehung. (Vergl. Fig. 8.)



Wir denken jetzt im Punkte  $m$ , wo sich das Element auf der Schaufel befindet, die Osculationsebene zur Schaufel; in dieser liegt die augenblickliche Richtung der relativen Geschwindigkeit  $v$ , deren Projection  $v_I$  ist. Normal zu  $v$  und zur Osculationsebene denken wir die Richtung  $q$ , und zu den beiden Richtungen  $v$  und  $q$  normal, also auch in der Osculationsebene liegend, steht der Krümmungsradius  $\rho$  der Schaufel. Diese drei Richtungen betrachten wir als drei neue Axen, nach welchen wir die Kräfte zerlegen. Die Componenten der absoluten Kräfte sind  $P_v, P_q, P_\rho$ . Die Componenten der Hilfskräfte sind  $(mw^2 r)_v; (mw^2 r)_q; (mw^2 r)_\rho$  und  $(-2mw, v_I)_v; (-2mw, v_I)_q; (-2mw, v_I)_\rho$ . Es entstehen also für die Componenten der Kräfte der relativen Bewegung nach den Axen  $v, q, \rho$ .

$$\begin{aligned} Q_v &= P_v + [mw^2 r]_v - 2[mw, v_I]_v \\ &= P_v \cos(Pv) + mw^2 r \cos(vr) - 2mw, v_I \cos(pv), \\ Q_q &= P_q + [mw^2 r]_q - 2[mw, v_I]_q \\ &= P_q \cos(Pq) + mw^2 r \cos(rq) - 2mw, v_I \cos(pq), \\ Q_\rho &= P_\rho + [mw^2 r]_\rho - 2[mw, v_I]_\rho \\ &= P_\rho \cos(P\rho) + mw^2 r \cos(r\rho) - 2mw, v_I \cos(p\rho). \end{aligned}$$

Als positive Zweige der drei neuen Axen sind dabei diejenigen Strecken anzusehen, welche mit den positiven Richtungen von  $v, p$  und  $z$  spitze Winkel bilden. Die in diesen Gleichungen vorkommenden Winkel:

$$(pv) (pq) (rq) (r\varrho) (p\varrho)$$

sind aber durch folgende Betrachtungen zu bestimmen:

Da  $p$  die Normale zu  $v_I$  also zur Projection von  $v$  auf die Drehungsebene ist, die Projectionsebene  $vv_I$  aber normal steht auf der Drehungsebene, so steht die Richtung  $p$  normal auf der Projectionsebene  $vv_I$ , folglich auch normal zu  $v$  und daher ist Winkel  $(pv) = 90^\circ$ ;  $\cos(pv) = 0$ .

Auf der Richtung  $v$  stehen noch normal die Richtungen  $q$  und  $\varrho$ , folglich liegen die Richtungen  $p, q, \varrho$  in einer und derselben Ebene, welche Ebene normal steht zur Richtung  $v$  und deren Schnitt mit der Drehungsebene die Richtung  $p$  ist. Da nun aber in dieser Ebene  $q$  normal ist zu  $\varrho$ , so folgt:

$$\begin{aligned} \text{Winkel } (p\varrho) + (pq) &= 90^\circ, \\ \cos(pq) &= \sin(p\varrho). \end{aligned}$$

Hiernach nehmen die eben entwickelten Gleichungen für die Componenten der relativen Kräfte folgende Form an:

$$\left. \begin{aligned} Q_v &= P \cdot \cos(Pv) + m \cdot w^2 r \cdot \cos(vr) = m \cdot \frac{dv}{dt} \\ Q_q &= P \cdot \cos(Pq) + m w^2 r \cdot \cos(rq) - 2mw \cdot v_I \cdot \sin(p\varrho) \\ Q_\varrho &= P \cdot \cos(P\varrho) + m w^2 r \cdot \cos(r\varrho) - 2mw \cdot v_I \cdot \cos(p\varrho) \\ &= \frac{mv^2}{\varrho} \end{aligned} \right\} \dots 13.$$

Der relative Druck  $Q_v$  ist normal zur Osculationsebene der relativen Bahn gerichtet, wir nennen denselben den Führungsdruck für die relative Bahn. Wenn nämlich das Element sich längs der Schaufelcurve als einer vorgeschriebenen relativen Bahn bewegen soll, so muß sowohl der relative Führungsdruck durch den Widerstand der Seitenbegrenzungen, als auch der zur Schaufelcurve normale Druck (Centrifugalkraft) durch den Widerstand der Schaufel aufgehoben werden, und es bleibt nur noch der Druck  $Q_v$  längs der Schaufel bestehen, welcher auf Aenderung der relativen Geschwindigkeit längs der Schaufel wirksam bleibt. Wenn entweder der Führungsdruck oder der Druck normal zur Schaufel durch die Widerstände der Begrenzung nicht aufgehoben werden, so ist das Element nicht genöthigt, auf der Schaufel zu bleiben, die relative Bahn ist dann eine freie, das Element verläßt die Schaufelcurve und die Osculationsebene der relativen Bahn stellt sich der Bedingung gemäß, daß die relativen Führungsdrucke Null werden. Um also den in §. 1. angedeuteten Nachweis zu führen, daß das Element auf der Schaufel bleibe, ist nachzuweisen, 1) daß entweder der Führungsdruck  $Q_v$  Null ist, oder durch die Seitenbegrenzung aufgehoben ist, 2) daß die Drucke normal zur Schaufel  $Q_q$  gegen die Schaufel gerichtet sind und von dieser aufgehoben werden.

Die hier entwickelten Gesetze sind ganz allgemein.

§. 18.

Anwendung der Gesetze des §. 17 auf die Strahltriebwerke.

Bestimmung des Führungsdruckes für die Fälle  $A\alpha, B\alpha, C\alpha$ .

Hervorhebung der Anordnung  $A\alpha$ .

Wenn die Flüssigkeit als freier Strahl sich längs der Schaufel bewegen soll (§. 4), d. h. wenn die Flüssigkeit nicht durch eine nachdrückende Wassermenge gezwungen sein soll, das Zellenprofil auszufüllen, sich durch einen bestimmten Querschnitt hindurch zu drängen und so auf der Schaufel zu bleiben, so wirken, von den Reibungswiderständen und von den Einflüssen des eignen Gewichts abgesehen, keine andere absoluten Kräfte, durch welche die Bewegung der

Flüssigkeit bedingt wird, auf dieselbe ein, als allein der Normalwiderstand der Schaufel ( $P_\varrho$ ). Dies ist die Anordnung, welche wir als Strahltriebwerke ( $\alpha$ ) in §. 4 bezeichnet haben. Die Bedingungsgleichungen für Strahltriebwerke sind also:

$$\left. \begin{aligned} \cos(Pv) &= 0; P_v = 0 \\ \cos(Pq) &= 0; P_q = 0 \\ \cos(P\varrho) &= 1; P_\varrho = P = \frac{P_r}{\cos(r\varrho)} \end{aligned} \right\} \dots 14.$$

und folglich nehmen die Gleichungen 13 für Strahltriebwerke die Form an:

$$\left. \begin{aligned} Q_v &= m w^2 r \cdot \cos(vr) = m \cdot \frac{dv}{dt} \\ Q_q &= m \cdot w^2 r \cdot \cos(rq) - 2mw \cdot v_I \cdot \sin(p\varrho) \\ Q_\varrho &= \frac{P_r}{\cos(r\varrho)} + m w^2 r \cdot \cos(r\varrho) - 2mw \cdot v_I \cdot \cos(p\varrho) \\ &= \frac{mv^2}{\varrho} \end{aligned} \right\} \dots 14a.$$

wobei zu erinnern ist, daß die Richtung  $\varrho$ , gegen welche die Winkel  $(p\varrho)$  und  $(r\varrho)$  gemessen sind, die in §. 17 bestimmte positive Strecke der zur Projection der Schaufelcurve Normalen ist, welche also nach Umständen mit dem Krümmungshalbmesser  $\varrho$  zusammenfallen oder dessen Verlängerung über die Curve hinaus bilden kann.

Der relative Führungsdruck  $Q_v$  kann nun entweder von Hause aus  $= 0$  sein, oder er muß durch eine seitliche Begrenzung des Flüssigkeitsstrahles aufgehoben werden. Bei den Turbinen  $A\alpha$ , welche keine Axialgeschwindigkeit haben, liegt der Krümmungshalbmesser der Schaufel  $\varrho$  gewöhnlich in der Drehungsebene, folglich ist Winkel  $(p\varrho) = 0$ ; auch liegt zufolge der Voraussetzung, daß keine Axialgeschwindigkeit stattfinden soll,  $v$  in der Drehungsebene, und da  $q$  normal ist zur Ebene durch  $v$  und  $\varrho$ , so ist hier  $q$  normal zur Drehungsebene, also auch normal zu  $r$ , daher Winkel  $(qr) = 90^\circ$ . Für diesen Fall ist also

$$Q_v = 0,$$

d. h. bei den Turbinen  $A\alpha$  findet ein Führungsdruck normal zur relativen Bahn gar nicht statt, dieselben bedürfen also, wenn man von den Einflüssen des eignen Gewichts der Flüssigkeit abstrahirt, gar keiner seitlichen Begrenzungen der Schaufelzellen. — (Anders ist es bei den Turbinen  $B\beta$ ). Bei der Turbine  $B\alpha$  (Strahltriebwerk ohne Radialgeschwindigkeit) liegt der Krümmungshalbmesser gewöhnlich in der zweiten Ebene; es ist zufolge der Voraussetzung auch  $v$  in der zweiten Ebene, welche normal zu  $r$  ist; und da  $q$  zu derselben Ebene normal ist,  $p$  ebenfalls, weil es auf  $v$  und  $v_I$  normal steht, so fallen  $p, q$  und  $r$  zusammen und es ist Winkel  $(qr) = 0$ ;  $(p\varrho) = 0$ ;  $(r\varrho) = 90^\circ$ . Daher entsteht für diesen Fall:

$$Q_v = m w^2 r - 2mw \cdot v_I.$$

Dies ist für die Turbine  $B\alpha$  der relative Führungsdruck, welcher durch einen Widerstand normal zur Osculationsebene, also hier nach der Richtung des Radius  $r$  aufgehoben werden muß, wenn derselbe nicht an und für sich gleich Null ist. Dieser letzte Fall würde bedingen:

$$\begin{aligned} m w^2 r - 2mw \cdot v_I &= 0 \\ w \cdot r &= 2v_I. \end{aligned}$$

Da nun bei dieser Anordnung der Turbine  $v = v_{II}$  und

$$v_I = v_n = v \cdot \sin(vz), \quad (\text{S. Gl. 3.})$$

ist, so folgt, daß für die Turbine  $B\alpha$  der relative Führungsdruck  $= 0$  wird, wenn

$$\frac{w \cdot r}{2v} = \sin(vz)$$

ist. Nun ist für die Turbine  $B$  der Abstand  $r$  für ein bestimmtes Element constant, es soll auch später (§. 20) nach-

gewiesen werden, daß für die Strahlurbine  $B_\alpha$  die relative Geschwindigkeit  $v$  constant ist. Wenn also kein Führungsdruck stattfinden soll, so ergibt sich für den Neigungswinkel der Schaufel gegen die Drehaxe ein constanter Werth, d. h. es müssen die Schaufeln cylindrische Spiralen von constanter Steigung sein. Der constante Winkel ( $vz$ ) ist aber durch folgende Betrachtung zu finden:

$$w, r = 2v_I = 2v_n = 2v_n \cdot \text{tg}(v_{II}z) \quad (\text{Gl. 3.})$$

$$= v_n [\text{tg}(c_{II}z) - \text{tg}(v_{II}z)] \quad (\text{Gl. 4.}),$$

also:

$$\text{tg}(v_{II}z) = \frac{1}{3} \text{tg}(c_{II}z),$$

oder da  $v_{II}$  und  $c_{II}$  mit  $v$  und  $c$  zusammenfallen:

$$\text{tg}(vz) = \frac{1}{3} \text{tg}(cz).$$

Wenn nun diese Beziehungen nicht stattfinden, so bleibt ein relativer Führungsdruck auch bei den Turbinen  $B_\alpha$  bestehen, welcher durch den Widerstand des Mantels der Turbine aufgehoben werden muß und zwar entweder unmittelbar, wenn das Element längs des Mantels sich bewegt, oder mittelbar durch andere Flüssigkeitselemente, welche den Druck bis zu dem Mantel hin übertragen. Dies wird indessen nur dann einigermaßen vollkommen geschehen, wenn der Strahl ringsum abgeschlossen ist, so daß ein seitliches Ausweichen der Flüssigkeitselemente nicht stattfinden kann. Im entgegengesetzten Fall bildet sich eine ganz andere relative Bahn als die vorausgesetzte; die Elemente nehmen Radialgeschwindigkeit an, sie bleiben nicht in demselben Cylindermantel, sondern häufen sich an der Peripherie an, indem sie sich auf der Schaufelfläche den Weg suchen, welcher der Bedingung  $Q_r = 0$  entspricht, wobei aber nicht mehr die Osculationsebene der relativen Bahn mit der zweiten Ebene zusammenfallen wird.

Bei den Strahlurbinen  $C_\alpha$ , welche zugleich Axial- und Radialgeschwindigkeit haben, compliciren sich die Verhältnisse noch mehr. Die Bedingungen, unter denen der Führungsdruck Null wird, sind praktisch noch schwieriger auszuführen als bei den Turbinen  $B_\alpha$  und werden daher eben so wenig wie dort eine praktische Bedeutung erlangen. Im Allgemeinen wird also auch bei diesen Turbinen ein relativer Führungsdruck bestehen bleiben, welcher normal zur Osculationsebene eine Pressung der einzelnen Flüssigkeitselemente zur Folge hat, welche Pressung schließlich auf den Mantel der Turbine übertragen, und durch den Widerstand desselben aufgehoben wird. Wenn ein Ausweichen der einzelnen Elemente mit einiger Sicherheit vermieden werden soll, so muß der Strahl ringsum begrenzt sein.

Diese Untersuchungen führen zu dem Resultat, daß die Construction von Strahlurbinen nur für die Anordnung  $A_\alpha$  von praktischem Werth sein kann, für die Anordnung  $B_\alpha$  und  $C_\alpha$  aber wegen der Unsicherheit, die in der Aufhebung des relativen Führungsdruckes bestehen bleibt, beziehlich in der Schwierigkeit, den Strahl richtig zu begrenzen, kaum praktisch brauchbare Erfolge erzielt werden dürften. Wir werden daher später von allen Strahlurbinen vorzugsweise nur die Turbinen  $A_\alpha$  in genauern Betracht ziehen.

#### IV. Allgemeine Bestimmungen der Geschwindigkeiten und der Arbeiten.

##### §. 19.

Bestimmung der relativen Geschwindigkeit längs der Schaufel im Allgemeinen.

In den folgenden Untersuchungen nehmen wir an, daß die Flüssigkeit gezwungen sei, auf der Schaufel zu bleiben, daß also entweder das Zellenprofil durch den Druck einer nachdrängenden Wassermenge ausgefüllt werde (Vollurbine),

oder daß der Führungsdruck, sei es von Hause aus gleich Null (Turbine  $A_\alpha$  §. 18), sei es durch den Widerstand des Mantels und vermöge einer Umschließung des Strahls, aufgehoben werde.

Wir wollen zunächst die relative Geschwindigkeit längs der Schaufel bestimmen, und hierzu bietet sich die erste Gleichung 13 dar:

$$Q_r = P \cdot \cos(Pv) + mw^2 r \cdot \cos(vr) = m \cdot \frac{dv}{dt}$$

Multipliciren wir mit  $v \cdot dt$ , so entsteht:

$$P \cdot \cos(Pv) \cdot v \cdot dt + mw^2 r \cdot \cos(vr) \cdot v \cdot dt = m \cdot v \cdot dv$$

und wenn wir mit  $ds = v \cdot dt$  das Wegelement, welches vermöge der relativen Geschwindigkeit längs der Schaufel zurückgelegt wird, bezeichnen, so entsteht:

$$\frac{P \cdot \cos(Pv) ds}{m} + w^2 r \cdot \cos(vr) \cdot ds = v \cdot dv$$

Nun fällt die Richtung des Weges  $s$  und die Richtung  $v$  zusammen; es ist also Winkel ( $vr$ ) auch gleich Winkel ( $sr$ ),  $ds \cdot \cos(sr)$  ist aber die Projection von  $ds$  auf  $r$ , also das gleichzeitige Wegelement in der Richtung  $r$ , das ist  $dr$ , und da noch  $P \cdot \cos(Pv) = P_r$  war, folgt:

$$\frac{P_r}{m} \cdot ds + w^2 r \cdot dr = v \cdot dv$$

Wenn wir auf beiden Seiten integriren und das Integral zwischen den Eintrittswerthen und dem betrachteten Abstand  $r$  nehmen, so folgt:

$$\int v \cdot dv = \int w^2 r \cdot dr + \int \frac{P_r}{m} ds$$

das ist:

$$\left. \begin{aligned} v^2 - v_e^2 &= w^2 (r^2 - r_e^2) + 2 \int \frac{P_r}{m} ds \\ v^2 &= w^2 r^2 - w_e^2 r_e^2 + v_e^2 + 2 \int \frac{P_r}{m} ds \end{aligned} \right\} \dots 15.$$

Diese wichtige Gleichung  $r$  giebt also ein Mittel, die relative Geschwindigkeit längs der Schaufel zu bestimmen, wenn wir nur das Integral

$$\int \frac{P_r}{m} ds$$

ermitteln können.

##### §. 20.

Bestimmung der relativen Geschwindigkeit längs der Schaufel bei Strahlurbinen.

Bei Strahlurbinen ist nach Gl. 14 mit Vernachlässigung der Reibungswiderstände und des Eigengewichts der Flüssigkeit

$$P_r = 0.$$

Daraus folgt, daß für alle Strahlurbinen unter der genannten Voraussetzung die Gl. 15 die Form annimmt\*):

$$\left. \begin{aligned} v^2 - v_e^2 &= w^2 r^2 - w_e^2 r_e^2 \\ v^2 &= w^2 r^2 - w_e^2 r_e^2 + v_e^2 \\ v &= \sqrt{w^2 r^2 - w_e^2 r_e^2 + v_e^2} \end{aligned} \right\} \dots 15a.$$

Aus den Gleichungen 15a folgt das interessante Gesetz: daß bei allen Strahlurbinen, wenn man die Reibungswiderstände und das eigne Gewicht der Ele-

\*) Diese Gleichungen sind auf anderm Wege und nur für den Fall  $A_\alpha$  zuerst (so viel mir bekannt) von einem meiner früheren Schüler, Herrn Ingenieur Max Westphal aus Culm gefunden und in einem mir übergebenen Aufsätze über einen speciellen Fall der Strahlurbine  $A_\alpha$  entwickelt worden. Sie gelten aber, wie man sieht, allgemein für alle Strahlurbine.

mente vernachlässigt, die relative Geschwindigkeit längs der Schaufel ganz unabhängig von der Form der Schaufel ist, und nur bedingt wird durch die Winkelgeschwindigkeit, durch den Abstand von der Drehaxe und durch die Eintrittsgeschwindigkeit.

Berücksichtigt man noch die Reibung längs der Schaufel, so fällt diese in die Richtung  $v$ , ist aber als Reibungswiderstand immer dieser Richtung entgegengesetzt. Wir bezeichnen sie mit  $F$  und setzen für diesen Fall (vergl. §. 24):

$$P = -F,$$

folglich entsteht mit Berücksichtigung der Reibung:

$$\left. \begin{aligned} v^2 &= w^2 r^2 - w^2 r_c^2 - 2 \int_{rc}^r \frac{F}{m} ds + v_c^2 \\ v &= \sqrt{w^2 r^2 - w^2 r_c^2 + v_c^2 - 2 \int_{rc}^r \frac{F}{m} ds} \end{aligned} \right\} \dots 15b.$$

Wenn wir noch das Gewicht des Elements berücksichtigen, so ist

$$P = mg$$

$$P \cdot \cos(Pv) = P_c = mg \cdot \cos(hs),$$

wenn wir unter  $h$  die Richtung der Schwere verstehen.

Es ist aber  $ds \cdot \cos(hs)$  die Projection des Wegelements  $ds$  auf die Richtung der Schwere  $h$ , folglich

$$mg \cdot \cos(hs) \cdot ds = mg \cdot dh,$$

und es entsteht nun für:

$$\int_{rc}^r \frac{P_c \cdot ds}{m} = \int_{rc}^r \frac{mg}{m} \cdot dh = g \int_{rc}^r dh = g(h - h_c),$$

wenn unter  $h_c$  die Höhe beim Eintritt, unter  $h$  die Höhe in dem betrachteten Augenblick, beide unter einem bestimmten Horizont gemessen, verstanden ist. Man hat also mit Berücksichtigung der Schwere:

$$\left. \begin{aligned} v^2 &= w^2 r^2 - w^2 r_c^2 + v_c^2 + 2g(h - h_c) \\ v &= \sqrt{w^2 r^2 - w^2 r_c^2 + v_c^2 + 2g(h - h_c)} \end{aligned} \right\} \dots 15c.$$

Wenn wir schliesslich Reibungswiderstände und Schwere berücksichtigen, so entsteht:

$$\left. \begin{aligned} v^2 &= w^2 r^2 - w^2 r_c^2 + v_c^2 - 2 \int_{rc}^r \frac{F}{m} ds + 2g(h - h_c) \\ v &= \sqrt{w^2 r^2 - w^2 r_c^2 + v_c^2 - 2 \int_{rc}^r \frac{F}{m} ds + 2g(h - h_c)} \end{aligned} \right\} \dots 15d.$$

Es sei noch hervorgehoben, daß wenn  $r$  constant ist, wie bei den Turbinen  $B$ , mit Vernachlässigung der Schwere und der Reibungswiderstände, sich ergibt aus Gl. 15a:

$$v = v_c, \dots 15e.$$

d. h. bei den Turbinen  $B_\alpha$  ist unter den erwähnten Voraussetzungen die relative Geschwindigkeit längs der Schaufel constant. (Vergl. §. 18.)

§. 21.

Strahlprofil ( $\alpha$ ). Zellenprofil ( $\epsilon$ ). Bedingungen, unter denen eine Turbine Strahlmaschine ( $\alpha$ ) Grenzmaschine ( $\alpha_0$ ) oder Vollmaschine ( $\beta$ ) ist.

Wenn wir uns einen Flüssigkeitsstrahl anstatt eines Flüssigkeitselementes bewegt denken längs der Schaufelcurve, und wir schneiden denselben durch eine Ebene, die normal zur Schaufelcurve ist, so nennen wir den Querschnitt das Normalprofil des Strahls, oder kürzer das Strahlprofil. Dies Normalprofil enthält unendlich viel Flüssigkeitselemente, deren relative Geschwindigkeiten aber alle gleich gerichtet sind, da sowohl der Normaldruck zur Schaufel als auch der Führungsdruck für alle diese Elemente

gleich gerichtet sind und nach der Voraussetzung aufgehoben werden (§. 17 und 18). Die Geschwindigkeiten dieser einzelnen Elemente sind aber im Allgemeinen nicht gleich groß, da die verschiedenen Elemente verschiedenen Abstand von der Drehaxe haben, auch die Eintrittsgeschwindigkeiten verschieden sein konnten (§. 20). Verstehen wir unter  $v$  die mittlere Geschwindigkeit des Normalprofils, unter  $\alpha$  den Flächeninhalt desselben, unter  $\mathfrak{B}_0$  die durch das Profil gehende Wassermenge, so ist

$$\mathfrak{B}_0 = \alpha v,$$

Da aber in derselben Zeit durch jedes Normalprofil eine gleich große Flüssigkeitsmenge gehen muß, wenn wir annehmen, daß die Flüssigkeit weder compressibel noch expansibel ist, so ist auch:

$$\mathfrak{B}_0 = \alpha_c v_c,$$

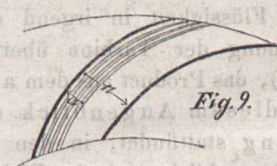
also:

$$\left. \begin{aligned} \alpha_c v_c &= \alpha v = \mathfrak{B}_0 \\ \alpha &= \frac{\alpha_c v_c}{v}; v = \frac{\alpha_c}{\alpha} v_c \\ \frac{\alpha}{\alpha_c} &= \frac{v_c}{v} \end{aligned} \right\} \dots 16.$$

Hieraus läßt sich das Normalprofil bestimmen, wenn die mittlere Geschwindigkeit  $v$  und außerdem das Normalprofil und die relative Geschwindigkeit im Eintrittspunkte (oder auch in irgend einem andern Punkte) bekannt sind.

Von dem Normalprofil des Strahls unterscheiden wir das Normalprofil der Zelle und nennen dasselbe der Kürze wegen das Zellenprofil; wir bezeichnen dasselbe mit  $\epsilon$  und verstehen darunter das Profil, welches zwischen zwei benachbarten Schaufelflächen eingeschlossen ist, wenn man in demjenigen Punkte des Strahlprofils, in welchem die mittlere Geschwindigkeit stattfindet, eine Ebene normal zur Richtung des Strahles (Richtung der mittleren Geschwindigkeit  $v$ ) legt. Dies Zellenprofil  $\epsilon$  kann im Vergleich zum Strahlprofil  $\alpha$  in Wirklichkeit entweder größer, gleich oder kleiner sein.

Ist während des ganzen Verlaufs der Zelle das Zellenprofil größer als das Strahlprofil, so wird die benachbarte Schaufel den Strahl in keiner Weise beengen oder in seiner freien Entwicklung hindern; in diesem Falle haben wir eine Strahlmaschine  $\alpha$  (§. 4). (Vergl. Fig. 9.)



Wenn in jedem Punkte des Verlaufes der Zelle das Zellenprofil genau gleich dem Strahlprofil ist, so wird immer noch der Strahl sich frei entwickeln können, die Turbine ist immer noch eine Strahlmaschine, der Strahl aber ist in diesem Falle ringsum begrenzt. Diese Anordnung nennen wir eine Strahlmaschine mit begrenztem Strahl, kurz eine Grenzmaschine, und bezeichnen sie mit  $\alpha_0$ .

Für den Fall endlich, daß das Zellenprofil in Wirklichkeit kleiner ist als das in Gl. 16 berechnete Strahlprofil, ist der Strahl nicht mehr im Stande, sich frei zu entwickeln; es kann nicht mehr die in die Zelle eintretende Wassermenge  $\mathfrak{B}_0$  mit der aus der Bedingung der Strahlmaschine berechneten Geschwindigkeit durch dies Profil durch. Nun geht entweder weniger Wasser durch oder es muß eine größere Geschwindigkeit erzeugt werden, um die Wassermenge durch das zu enge Zellenprofil hindurch zu treiben. Es entsteht zunächst vor diesem Profil eine Anhäufung des

Wassers, dasselbe füllt allmähig die Zelle vor der Verengung an, und hindert entweder den Eintritt neuen Wassers in die Zelle, oder es entsteht ein Druck der nachfolgenden Wassermenge auf das Wasser in der Zelle und dadurch die erforderliche Zunahme der Geschwindigkeit. In beiden Fällen finden nun nicht mehr die Voraussetzungen der Strahl-turbine (§. 18) statt; durch ein bloßes Anstauen des Wassers entsteht eine Störung, welche sich zum großen Theil der Berechnung entzieht. Wenn aber auf die anstauende und die Zelle ausfüllende Wassermenge ein Druck durch die nachfolgende Wassermenge ausgeübt wird, so entstehen die Voraussetzungen der Vollturbinen (§. 4).

Die Bedingung für eine reine Strahl-turbine ( $\alpha$ ) ist also:

$$c > a,$$

für eine Strahl-turbine mit vollständig begrenztem Strahl (Grenzturbine;  $\alpha_0$ )

$$c = a,$$

für eine Vollturbine  $\beta$

$$c < a,$$

wenn unter  $c$  das Zellenprofil, unter  $a$  das aus den Gesetzen der Strahl-turbine berechnete Strahlprofil verstanden ist.

Für die Strahl-turbinen ist die mittlere Geschwindigkeit  $v$  aus den Gesetzen des §. 20 zu berechnen, und dann findet sich das Strahlprofil nach Gl. 16. — Bei den Voll-turbinen dagegen ist das Zellenprofil  $c$  gegeben und es findet sich die mittlere Geschwindigkeit aus der Bedingung:

$$\left. \begin{aligned} \mathfrak{B}_0 &= vc = v \cdot c_e \\ c &= \frac{v_e}{v} \cdot c_e \\ v &= \frac{c_e}{c} \cdot v_e \\ \frac{c}{c_e} &= \frac{v_e}{v} \end{aligned} \right\} \dots 16a.$$

§. 22.

Allgemeine Bestimmung der übertragenen Arbeit (Turbinenarbeit).  
Modulus der Turbinen.

Die betrachtete Turbine mag Strahl-turbine oder Voll-turbine sein, immer ist die Arbeit, welche zwischen der Turbine und der Flüssigkeit in irgend einem Augenblick während der Drehung der Turbine übertragen wird (das Arbeitselement), das Product aus dem absoluten Druck  $P_n$ , welcher in diesem Augenblick nach der Richtung der Drehung stattfindet, in den Weg, den dieser Druck in diesem Augenblick nach der Richtung der Drehung durchläuft ( $w, r, dt$ ). Wir nennen diese Arbeit die Turbinenarbeit und bezeichnen sie mit  $L_t$ . Es ist also:

$$dL_t = P_n w, r, dt$$

und wenn wir für  $P_n$  den Werth der Gl. 10b setzen:

$$P_n = m \cdot \frac{d(r \cdot c_n)}{r \cdot dt},$$

so entsteht:

$$dL_t = m \cdot w, d(r \cdot c_n),$$

also ist die während des Durchgangs der Flüssigkeit durch die Turbine zwischen beiden übertragene Arbeit:

$$\int dL_t = m w, \int d(r c_n),$$

das ist:

$$L_t = m w, [(r c_n)_a - (r \cdot c_n)_e] = m \cdot w, [r_a \cdot c_{na} - r_e \cdot c_{ne}]. \dots 17.$$

Nun ist nach Gl. 3:

$$c_n = c_r \cdot \text{tg}(c_r) = c_z \cdot \text{tg}(c_z),$$

also:

$$\left. \begin{aligned} L_t &= m w, [r_a c_{ra} \cdot \text{tg}(c_r) - r_e \cdot c_{re} \cdot \text{tg}(c_r)] \\ \text{oder:} &= m w, [r_a c_{za} \cdot \text{tg}(c_z) - r_e \cdot c_{ze} \cdot \text{tg}(c_z)] \\ \text{und auch nach Gl. 2:} & \\ L_t &= m w, [r_a v_a \cdot \text{tg}(c_r) - r_e \cdot v_e \cdot \text{tg}(c_r)] \\ \text{oder:} &= m w, [r_a v_a \cdot \text{tg}(c_z) - r_e \cdot v_e \cdot \text{tg}(c_z)] \end{aligned} \right\} \dots 17a.$$

Dafür können wir auch schreiben:

$$\left. \begin{aligned} L_t &= m w, r_a v_a \left[ \text{tg}(c_r) - \frac{r_e \cdot v_{re}}{r_a \cdot v_{ra}} \text{tg}(c_r) \right] \\ \text{oder:} &= m w, r_a v_a \left[ \text{tg}(c_z) - \frac{r_e \cdot v_{ze}}{r_a \cdot v_{za}} \text{tg}(c_z) \right]. \end{aligned} \right\}$$

Nun ist das Gesetz der Tangenten anzuwenden (Gl. 4), und es entsteht:

$$\left. \begin{aligned} L_t &= m v_a^2 [\text{tg}(c_r) - \text{tg}(v_r)] \left[ \text{tg}(c_r) - \frac{r_e \cdot v_{re}}{r_a \cdot v_{ra}} \text{tg}(c_r) \right] \\ &= m c_{ra}^2 [\text{tg}(c_r) - \text{tg}(v_r)] \left[ \text{tg}(c_r) - \frac{r_e \cdot v_{re}}{r_a \cdot v_{ra}} \text{tg}(c_r) \right] \\ \text{oder auch:} & \\ L_t &= m v_a^2 [\text{tg}(c_z) - \text{tg}(v_z)] \left[ \text{tg}(c_z) - \frac{r_e \cdot v_{ze}}{r_a \cdot v_{za}} \text{tg}(c_z) \right] \\ &= m c_{za}^2 [\text{tg}(c_z) - \text{tg}(v_z)] \left[ \text{tg}(c_z) - \frac{r_e \cdot v_{ze}}{r_a \cdot v_{za}} \text{tg}(c_z) \right] \end{aligned} \right\} \dots 17b.$$

Auch können wir setzen:

$$\left. \begin{aligned} c_r &= c \cdot \cos(cr); \quad c_z = c \cdot \cos(cz) \\ v_r &= v \cdot \cos(vr); \quad v_z = v \cdot \cos(vz) \end{aligned} \right\}$$

und es entsteht:

$$\left. \begin{aligned} L_t &= m v_a^2 \cos^2(vr) [\text{tg}(c_r) - \text{tg}(v_r)] \times \\ &\quad \times \left[ \text{tg}(c_r) - \frac{r_e \cdot v_{re}}{r_a \cdot v_{ra}} \text{tg}(c_r) \right] \\ &= m c_{ra}^2 \cos^2(cr) [\text{tg}(c_r) - \text{tg}(v_r)] \times \\ &\quad \times \left[ \text{tg}(c_r) - \frac{r_e \cdot c_{re}}{r_a \cdot c_{ra}} \text{tg}(c_r) \right] \\ \text{oder auch:} & \\ L_t &= m v_a^2 \cos^2(vz) [\text{tg}(c_z) - \text{tg}(v_z)] \times \\ &\quad \times \left[ \text{tg}(c_z) - \frac{r_e \cdot v_{ze}}{r_a \cdot v_{za}} \text{tg}(c_z) \right] \\ &= m c_{za}^2 \cos^2(cz) [\text{tg}(c_z) - \text{tg}(v_z)] \times \\ &\quad \times \left[ \text{tg}(c_z) - \frac{r_e \cdot c_{ze}}{r_a \cdot c_{za}} \text{tg}(c_z) \right] \end{aligned} \right\} \dots 17c.$$

Hiernach ist die Turbinenarbeit proportional dem Quadrat der absoluten resp. relativen Austrittsgeschwindigkeit und einem Werth, welcher abhängig ist von den Winkelfunctionen des Eintritts- und Austrittswinkels der absoluten Bahn und des Austrittswinkels der relativen Bahn, und endlich von dem Verhältniß der Eintritts- und Austrittsradien und den Eintritts- und Austritts-Radial- resp. Axialgeschwindigkeiten. Diesen Werth bezeichnen wir künftig mit  $\mathfrak{D}$ , wenn er sich auf die absolute Geschwindigkeit bezieht, und nennen ihn den Modulus der Turbine. Wir schreiben also:

$$L_t = m c_a^2 \cdot \mathfrak{D}. \dots 18.$$

Es ist:

$$\left. \begin{aligned} \mathfrak{D} &= \cos^2(cr) [\text{tg}(c_r) - \text{tg}(v_r)] \left[ \text{tg}(c_r) - \frac{r_e \cdot c_{re}}{r_a \cdot c_{ra}} \text{tg}(c_r) \right] \\ &= \cos^2(cr) [\text{tg}(c_r) - \text{tg}(v_r)] \left[ \text{tg}(c_r) - \frac{r_e \cdot v_{re}}{r_a \cdot v_{ra}} \text{tg}(c_r) \right] \end{aligned} \right\} \dots 18a.$$

oder auch:

$$\vartheta = \cos^2(cz_a) [\text{tg } c_{II}z_a - \text{tg}(v_{II}z_a)] \left[ \text{tg}(c_{II}z_a) - \frac{r_c}{r_a} \cdot \frac{c_{ac}}{c_{aa}} \text{tg}(c_{II}z_c) \right] \quad \dots 18a.$$

$$= \cos^2(cz_a) [\text{tg}(c_{II}z_a) - \text{tg}(v_{II}z_a)] \left[ \text{tg}(c_{II}z_a) - \frac{r_c}{r_a} \cdot \frac{v_{ac}}{v_{aa}} \text{tg}(c_{II}z_c) \right]$$

Wenn der Modulus der Turbine positiv ist, so ist  $L_i$  positiv, d. h. die Flüssigkeit hat Arbeit von der Turbine empfangen, d. h. wir haben eine treibende (positive) Turbine (vergl. §. 1). Wenn dagegen der Modulus negativ ist, so hat die Flüssigkeit Arbeit an die Turbine abgegeben, wir haben eine getriebene (negative) Turbine. Das Vorzeichen des Modulus entscheidet also über die Art der Turbine in Bezug auf den Sinn der Arbeitsübertragung.

Bei Bestimmung des Modulus sind die Vorzeichen der Winkelfunctionen genau zu beachten und dabei die Disposition in §. 7 zu berücksichtigen.

Die Gleichungen mit  $c_{II}$  und  $v_{II}$  brauchen wir nur, wenn wir überhaupt die zweite Ebene brauchen (§. 8).

§. 23.

Bestimmung des Turbinenmodulus und einiger andern Werthe für Strahlurbinen  $A_a$ . — Proberechnung.

Die Summe der Arbeiten aller absoluten Kräfte, welche während des Durchgangs der Flüssigkeit durch die Turbine auf die Flüssigkeit einwirken, ist nach dem bekannten Princip der lebendigen Kräfte gleich der halben Differenz der Quadrate der Geschwindigkeiten beim Austritt und beim Eintritt in die Turbine, multiplicirt mit der Masse. Wenn wir nun eine Strahlurbinen haben und in derselben das Eigengewicht der Elemente sowie die Reibungswiderstände vernachlässigen, so wirken keine andern Arbeiten auf die Flüssigkeit während ihres Durchganges durch die Turbine, als ganz allein die Turbinenarbeit; es ist also unter den gemachten Voraussetzungen:

$$L_i = \frac{1}{2} m (c_a^2 - c_c^2),$$

und da auch nach dem vorigen Paragraphen

$$L_i = m c_a^2 \cdot \vartheta$$

sein muß, so folgt für den betrachteten Fall:

$$\left. \begin{aligned} m c_a^2 \vartheta &= \frac{1}{2} m (c_a^2 - c_c^2) \\ c_c^2 &= (1 - 2\vartheta) c_a^2 \\ \frac{c_c^2}{c_a^2} &= (1 - 2\vartheta) \end{aligned} \right\} \dots 18b.$$

Wenn wir überall richtig gerechnet haben, so muß bei allen Strahlurbinen diese Gleichung durch Einsetzung der entsprechenden Werthe immer herauskommen. Um dies zu untersuchen, wollen wir die Rechnung als Proberechnung für Strahlurbinen ohne Axialgeschwindigkeit ( $A_a$ ) durchführen, indem wir zuerst  $(1 - 2\vartheta)$  nach §. 22 berechnen und sodann  $\frac{c_c^2}{c_a^2}$  nach dem Gesetz der Strahlurbinen bestimmen. Beide Rechnungen müssen identische Werthe liefern.

Für den Fall  $A_a$  liegt  $v$  und  $c$  in der ersten Ebene, sie sind also mit  $v_I$  und  $c_I$  identisch, und der Werth  $\vartheta$  nach Gl. 18 ist also zu schreiben:

$$\vartheta = \cos^2(cr_a) [\text{tg}(cr_a) - \text{tg}(vr_a)] \left[ \text{tg}(cr_a) - \frac{r_c}{r_a} \cdot \frac{v_{rc}}{v_{ra}} \cdot \text{tg}(cr_c) \right].$$

Nun ist nach Gl. 15a:

$$v = \sqrt{w^2 r^2 - w_c^2 r_c^2 + v_c^2}.$$

Für unsern Fall  $A_a$  nimmt Gl. 1 die Form an:

$$v_c^2 = c_c^2 + w^2 r_c^2 - 2 c_c w r_c \sin(cr_c),$$

also:

$$\left. \begin{aligned} v_c &= \sqrt{w^2 r_c^2 + c_c^2 - 2 c_c w r_c \sin(cr_c)} \\ v &= w \sqrt{r^2 + r_c^2 \cdot \frac{c_c^2}{w^2 r_c^2} \left[ 1 - \frac{2 w r_c}{c_c} \sin(cr_c) \right]} \end{aligned} \right\}$$

Bezeichnen wir den Werth, mit welchem  $r_c^2$  multiplicirt ist, mit  $\alpha$ , so ist:

$$\alpha = \frac{c_c^2}{w^2 r_c^2} \left[ 1 - \frac{2 w r_c}{c_c} \sin(cr_c) \right]$$

$$= \frac{c_{rc}^2}{\cos^2(cr_c) \cdot w^2 r_c^2} \left[ 1 - \frac{2 w r_c \cos(cr_c) \sin(cr_c)}{c_{rc}} \right]$$

und nach dem Gesetz der Tangenten, Gl. 4, ist:

$$\left. \begin{aligned} \alpha &= \frac{1 - 2 \sin(cr_c) \cos(cr_c) [\text{tg}(cr_c) - \text{tg}(vr_c)]}{\cos^2(cr_c) [\text{tg}(cr_c) - \text{tg}(vr_c)]^2} \\ v &= w \sqrt{r^2 + r_c^2 \alpha} = w r \sqrt{1 + \frac{r_c^2}{r^2} \alpha} \end{aligned} \right\} \dots 19.$$

in welchen Gleichungen  $\alpha$  eine Constante ist, deren Werth nur von den Eintrittswinkeln der Bahn und der Schaufel abhängig ist. Uebrigens läßt sich der Werth für  $\alpha$  in Gl. 19 noch umformen, indem wir schreiben:

$$\left. \begin{aligned} \alpha &= \frac{1 - 2 \sin^2(cr_c) + 2 \sin(cr_c) \cos(cr_c) \text{tg}(vr_c)}{\cos^2(cr_c) [\text{tg}(cr_c) - \text{tg}(vr_c)]^2} \\ &= \frac{1 - \text{tg}^2(cr_c) + 2 \text{tg}(cr_c) \cdot \text{tg}(vr_c) + \text{tg}^2(vr_c) - \text{tg}^2(vr_c)}{[\text{tg}(cr_c) - \text{tg}(vr_c)]^2} \\ &= \frac{1 + \text{tg}^2(vr_c) - [\text{tg}(cr_c) - \text{tg}(vr_c)]^2}{[\text{tg}(cr_c) - \text{tg}(vr_c)]^2} \\ \alpha &= \frac{1 - \cos^2(vr_c) [\text{tg}(cr_c) - \text{tg}(vr_c)]^2}{\cos^2(vr_c) [\text{tg}(cr_c) - \text{tg}(vr_c)]^2} \\ \alpha &= \frac{1}{\cos^2(vr_c) [\text{tg}(cr_c) - \text{tg}(vr_c)]^2} - 1 \\ \alpha &= \frac{\cos^2(cr_c)}{\sin^2[(cr_c) - (vr_c)]} - 1 = \frac{\cos^2(cr_c)}{\sin^2(vr_c)} - 1 \\ \alpha &= \frac{1 + \text{tg}^2(vr_c)}{[\text{tg}(cr_c) - \text{tg}(vr_c)]^2} - 1 \end{aligned} \right\} \dots 19a.$$

Nun ist:

$$v_r = v \cdot \cos(vr),$$

also:

$$\left. \begin{aligned} \frac{v_{rc}}{v_{ra}} &= \frac{v_c \cdot \cos(vr_c)}{v_a \cdot \cos(vr_a)} = \frac{\cos(vr_c) r_c \sqrt{1 + \alpha}}{\cos(vr_a) r_a \sqrt{1 + \frac{r_c^2}{r_a^2} \alpha}} \end{aligned} \right\} \dots 19b.$$

ferner nach dem Gesetz der Tangenten (Gl. 4):

$$\left. \begin{aligned} \text{tg}(cr_a) - \text{tg}(vr_a) &= \frac{w r_a}{v_{ra}} = \frac{w r_a}{v_a \cos(vr_a)} \\ &= \frac{1}{\cos(vr_a) \sqrt{1 + \left(\frac{r_c}{r_a}\right)^2 \alpha}} \end{aligned} \right\} \dots 19c.$$

daher:

$$\left. \begin{aligned} \text{tg}(cr_a) &= \frac{1}{\cos(vr_a) \sqrt{1 + \left(\frac{r_c}{r_a}\right)^2 \alpha}} + \text{tg}(vr_a) \\ &= \frac{1}{\cos(vr_a) \left( \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{r_c}{r_a}\right)^2 \alpha}} + \sin(vr_a) \right)} \end{aligned} \right\} \dots 19d.$$

$$\left. \begin{aligned} \cos^2(cr_a) &= \frac{1}{1 + \text{tg}^2(cr_a)} \\ &= \frac{\cos^2(vr_a)}{\cos^2(vr_a) + \left( \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{r_c}{r_a}\right)^2 \alpha}} + \sin^2(vr_a) \right)^2} \\ &= \frac{\cos^2(vr_a) \left[ 1 + \left(\frac{r_c}{r_a}\right)^2 \alpha \right]}{2 + \left(\frac{r_c}{r_a}\right)^2 \alpha + 2 \sin(vr_a) \sqrt{1 + \left(\frac{r_c}{r_a}\right)^2 \alpha}} \end{aligned} \right\} \dots 19e.$$

Setzen wir die oben gefundenen Werthe in den obigen Ausdruck für  $\vartheta$  und zwar der Reihenfolge nach in 19e, 19c, 19d, 19b ein, so entsteht für die Strahlurbinen  $A_\alpha$ :

$$\vartheta = \frac{\cos^2(vr_a) \left[ 1 + \left(\frac{r_c}{r_a}\right)^2 \alpha \right]}{2 + \left(\frac{r_c}{r_a}\right)^2 \alpha + 2 \sin(vr_a) \sqrt{1 + \left(\frac{r_c}{r_a}\right)^2 \alpha}} \times \frac{1}{\cos(vr_a) \sqrt{1 + \left(\frac{r_c}{r_a}\right)^2 \alpha}} \left( \frac{1}{\cos(vr_a) \sqrt{1 + \left(\frac{r_c}{r_a}\right)^2 \alpha}} + \frac{1}{\cos(vr_a) \sqrt{1 + \left(\frac{r_c}{r_a}\right)^2 \alpha}} + \frac{1}{\cos(vr_a) \sqrt{1 + \left(\frac{r_c}{r_a}\right)^2 \alpha}} + \frac{1}{\cos(vr_a) \sqrt{1 + \left(\frac{r_c}{r_a}\right)^2 \alpha}} + \frac{1}{\cos(vr_a) \sqrt{1 + \left(\frac{r_c}{r_a}\right)^2 \alpha}} + \frac{1}{\cos(vr_a) \sqrt{1 + \left(\frac{r_c}{r_a}\right)^2 \alpha}} + \frac{1}{\cos(vr_a) \sqrt{1 + \left(\frac{r_c}{r_a}\right)^2 \alpha}} + \frac{1}{\cos(vr_a) \sqrt{1 + \left(\frac{r_c}{r_a}\right)^2 \alpha}} + \frac{1}{\cos(vr_a) \sqrt{1 + \left(\frac{r_c}{r_a}\right)^2 \alpha}} + \frac{1}{\cos(vr_a) \sqrt{1 + \left(\frac{r_c}{r_a}\right)^2 \alpha}} \right)$$

und daraus entsteht nach gehöriger Reduction:

$$\vartheta = \frac{1 + \sin(vr_a) \sqrt{1 + \left(\frac{r_c}{r_a}\right)^2 \alpha} - \left(\frac{r_c}{r_a}\right)^2 \frac{\cos(vr_a)}{\cos^2(vr_a)} \sqrt{1 + \alpha}}{2 + \left(\frac{r_c}{r_a}\right)^2 \alpha + 2 \sin(vr_a) \sqrt{1 + \left(\frac{r_c}{r_a}\right)^2 \alpha}}$$

oder mit Anwendung der 2. Gl. 19a:

$$\vartheta = \frac{1 + \sin(vr_a) \sqrt{1 + \left(\frac{r_c}{r_a}\right)^2 \alpha} - \left(\frac{r_c}{r_a}\right)^2 \frac{\cos(vr_a)}{\cos^2(vr_a)} \frac{\operatorname{tg}(cr_a)}{\operatorname{tg}(cr_a) - \operatorname{tg}(vr_a)}}{2 + \left(\frac{r_c}{r_a}\right)^2 \alpha + 2 \sin(vr_a) \sqrt{1 + \left(\frac{r_c}{r_a}\right)^2 \alpha}} \quad 19f.$$

Aus den so ermittelten Werthen findet man nach einiger Reduction:

$$1 - 2\vartheta = \left(\frac{r_c}{r_a}\right)^2 \frac{\alpha + 2 \operatorname{tg}(cr_a) \cdot \cos(vr_a) \sqrt{1 + \alpha}}{2 + \left(\frac{r_c}{r_a}\right)^2 \alpha + 2 \sin(vr_a) \sqrt{1 + \left(\frac{r_c}{r_a}\right)^2 \alpha}}$$

Dieser Werth ist also aus §. 22 nach dem Princip der übertragenen Arbeit berechnet. Andererseits berechnen wir den Werth  $\frac{c_c^2}{c_a^2}$  aus dem Gesetz der Geschwindigkeiten, und beide Ausdrücke müssen identisch werden.

Es ist

$$c = \frac{c_r}{\cos(cr)} = \frac{v_r}{\cos(vr)} = \frac{v_r \cdot \cos(vr)}{\cos^2(cr)}$$

also:

$$\frac{c_c}{c_a} = \frac{v_c \cdot \cos(vr_c) \cdot \cos(cr_c)}{v_a \cdot \cos(vr_a) \cdot \cos(cr_a)} = \frac{r_c \cdot \cos(cr_c) \cdot \cos(vr_c)}{r_a \cdot \cos(cr_a) \cdot \cos(vr_a)} \frac{\sqrt{1 + \alpha}}{\sqrt{1 + \left(\frac{r_c}{r_a}\right)^2 \alpha}} \quad (\text{Gl. 19b.})$$

$$\frac{c_c^2}{c_a^2} = \left(\frac{r_c}{r_a}\right)^2 \frac{\cos^2(vr_c) (1 + \alpha)}{\left[ 2 + \left(\frac{r_c}{r_a}\right)^2 \alpha + 2 \sin(vr_a) \sqrt{1 + \left(\frac{r_c}{r_a}\right)^2 \alpha} \right] \cos^2(cr_c)} \quad (\text{Gl. 19e.}) \quad 19g.$$

Die beiden Werthe  $(1 - 2\vartheta)$  und  $\frac{c_c^2}{c_a^2}$  würden also identisch sein, wenn nachgewiesen werden könnte, daß

$$\frac{\cos^2(vr_c) [1 + \alpha]}{\cos^2(cr_c)} = \alpha + 2 \operatorname{tg}(cr_c) \cdot \cos(vr_c) \sqrt{1 + \alpha}.$$

Setzen wir links den aus der zweiten Gl. 19a für  $(1 + \alpha)$  folgenden Werth, so entsteht links:

$$\frac{1}{\cos^2(cr_c) [\operatorname{tg}(cr_c) - \operatorname{tg}(vr_c)]^2} = \frac{1 + \operatorname{tg}^2(cr_c)}{[\operatorname{tg}(cr_c) - \operatorname{tg}(vr_c)]^2}$$

und setzen wir rechts für  $\sqrt{1 + \alpha}$  den entsprechenden Werth, so entsteht:

$$\alpha + \frac{2 \operatorname{tg}(cr_c)}{[\operatorname{tg}(cr_c) - \operatorname{tg}(vr_c)]}$$

und für  $\alpha$  den Werth aus der ersten Gl. 19a gesetzt, giebt:

$$\frac{1 - \cos^2(vr_c) [\operatorname{tg}(cr_c) - \operatorname{tg}(vr_c)]^2 + 2 \cos^2(vr_c) \operatorname{tg}(cr_c) [\operatorname{tg}(cr_c) - \operatorname{tg}(vr_c)]}{\cos^2(vr_c) [\operatorname{tg}(cr_c) - \operatorname{tg}(vr_c)]^2} = \frac{1 + \operatorname{tg}^2(vr_c) - [\operatorname{tg}(cr_c) - \operatorname{tg}(vr_c)]^2 + 2 \operatorname{tg}(cr_c) [\operatorname{tg}(cr_c) - \operatorname{tg}(vr_c)]}{[\operatorname{tg}(cr_c) - \operatorname{tg}(vr_c)]^2}$$

Indem man im Zähler alle Klammern fortschafft, entsteht:

$$\frac{1 + \operatorname{tg}^2(cr_c)}{[\operatorname{tg}(cr_c) - \operatorname{tg}(vr_c)]^2}$$

und dies ist identisch mit dem aus der linken Seite berechneten Werthe.

Man sieht also, daß die Berechnung der übertragenen Arbeit aus dem Princip der lebendigen Kräfte und die auf einem ganz andern Wege bewirkte Bestimmung, nämlich aus dem Normaldruck und der Drehungsgeschwindigkeit, wie es sein muß, zu identischen Resultaten führt. Die hier durchgeführte Rechnung kann als Probe der Richtigkeit der letztgedachten Bestimmung gelten.

§. 24.

Ueber die Arbeit der Reibung während des Durchgangs der Flüssigkeit durch die Turbine. — Bedeutung des Coefficienten  $\lambda$ .

Die genaue Bestimmung der durch die Reibungswiderstände und durch die Krümmungen der Schaufel verbrauchten Arbeit ist mit wesentlichen Schwierigkeiten verbunden. Sowohl der Führungsdruck als der zur Schaufelcurve normale Druck  $Q_r$  und  $Q_\ell$  (Gl. 13) erzeugen Reibung, da sie durch den Widerstand des Mantels und der Begrenzung aufgehoben werden müssen. Der Werth dieser Reibung würde sich mit Hülfe der Reibungscoefficienten  $\mu$ , und  $\mu_r$ , ausdrücken lassen durch:

$$\mu, Q_r \text{ und } \mu_r, Q_\ell.$$

Nennen wir die durch die Reibung consumirte Arbeit  $L_f$  und beachten wir, daß in jedem Augenblick von der Reibung das Schaufelelement  $ds$  zurückgelegt wird, so ergibt sich:

$$dL_f = [\mu, Q_r + \mu_r, Q_\ell] \cdot ds$$

und wenn wir wie in §. 20 den gesammten Reibungswerth mit  $F$  bezeichnen, so würde sein:

$$F = [\mu, Q_r + \mu_r, Q_\ell] \int ds$$

und hieraus müßte durch Integration die Arbeit der Reibung bestimmt werden (§. 20). Dies führt aber meist zu sehr verwickelten Rechnungen, denn schon für die Turbinen  $A_\alpha$ , für welche  $Q_v = 0$  ist (§. 18), entsteht, wenn man

$$F = \mu_r, Q_\ell = \mu_r \cdot m \frac{v^2}{\rho} \text{ setzt:}$$

$$L_f = \int F \cdot ds = m \int \mu_r \cdot m \cdot \frac{v^2}{\rho} \cdot ds = m \int \mu_r \cdot \frac{v^2 \cdot dr}{\cos(vr) \rho} \quad \dots 20.$$

Dieser Werth müßte bei Strahlurbinen  $A_\alpha$  in die Gleichung 15b eingesetzt werden, um die relative Geschwindigkeit längs der Schaufel, nun mit Berücksichtigung der Reibungswiderstände, zu finden. Dies führt zu keinem praktisch brauchbaren Resultat, wenn es überhaupt gelingt, das Integral zu berechnen.

Es bleibt also nur übrig, den Einfluß der Reibung zu schätzen. Wir wollen in Folgendem für die von der Reibung verbrauchte Arbeit einen aliquoten Theil derjenigen Arbeit rechnen, welche zwischen der Flüssigkeit und dem Rade übertragen wird. Diesen Theil bezeichnen wir mit  $\lambda$ , so daß wir schreiben:

$$L_f = \lambda L_t = \lambda m c_a^2 \cdot \vartheta \quad (\text{Gl. 18.}) \quad \dots 20a.$$

Diese Arbeit wirkt immer auf Geschwindigkeitsverminderung. Wenn der Flüssigkeit durch die Turbine Arbeit ertheilt werden soll (positive Turbinen), so ist  $L_f$  von der Turbine zu überwinden, und es ist folglich  $L_f$  gegen  $L_t$

negativ, so dass wir die Summe beider Arbeiten zu schreiben haben:

$$L_1 + L_2 = m c_a^2 \vartheta - \lambda m c_a^2 \vartheta = m c_a^2 \vartheta (1 - \lambda).$$

Wenn dagegen die Turbine der Flüssigkeit Arbeit entzieht, (negative Turbinen), so wirkt  $L_2$  im Sinne der Turbinenarbeit und hat mit dieser dasselbe Vorzeichen. Es würde also für negative Turbinen zu schreiben sein:

$$L_1 + L_2 = m c_a^2 \vartheta + \lambda m c_a^2 \vartheta = m c_a^2 \vartheta (1 + \lambda).$$

Um aber für beide Fälle denselben Ausdruck brauchen zu können, wollen wir auch für den Fall der negativen Turbinen schreiben  $(1 - \lambda)$ , dabei aber  $\lambda$  nicht mehr absolut nehmen, sondern mit dem negativen Vorzeichen behaftet denken, so dass, wenn wir nun für  $\lambda$  den Werth  $(-\lambda)$  einsetzen, wieder der richtige Werth erscheint. Wir schreiben also allgemein:

$$L_1 + L_2 = m c_a^2 \vartheta (1 - \lambda) \quad . \quad . \quad 20b,$$

wobei wir uns merken, dass  $\lambda$  für positive Turbinen positiv, für negative Turbinen negativ zu nehmen ist. Wenn wir also die allgemeine Gleichung in der eben dargestellten Form (20b) schreiben, so haben wir  $\lambda$  mit dem Vorzeichen von  $\vartheta$ , d. i. dem Vorzeichen der Turbine behaftet zu denken.

Der Werth von  $\lambda$  dürfte erfahrungsgemäß in den meisten Fällen zwischen 0,05 und 0,10 liegen; er ist um so größer, je länger der auf der Schaufel zurückgelegte Weg ist, je schärfer die Schaufel gekrümmt ist und je größer die Eintrittsgeschwindigkeit ( $v$ ) ist.

§. 25.

Betrachtung der absoluten Geschwindigkeit ( $c'$ ), mit welcher die Flüssigkeit die Zuführung verlässt in Beziehung zu derjenigen, mit welcher dieselbe ihren Lauf in der Turbine beginnt ( $c$ ). — Bedingungen des Eintritts ohne Stofs. — Stofsfreie Umdrehungsgeschwindigkeit ( $w, r$ )'. — Werth  $\varepsilon$ .

Wir betrachten jetzt den Eintritt des Flüssigkeitselements in die Schaufel. Indem das Flüssigkeitselement die Zuführung (Directionsapparat) in der durch den Winkel mit der Axe bestimmten Richtung verlässt, mag es die Geschwindigkeit  $c'$  besitzen. Indem es in dieser Richtung die Schaufel, welche sich mit der constanten Winkelgeschwindigkeit  $w$ , bewegt, trifft, hat es die absolute Geschwindigkeit ( $c_e$ ).

Wenn in dem Augenblicke des Zusammentreffens

$$c'_e = c_e$$

ist, so hat keine plötzliche Geschwindigkeitsänderung stattgefunden, es ist also auch kein Stofs erfolgt; wenn aber im Augenblicke des Zusammentreffens

$$c'_e > c_e$$

ist, so hat die Flüssigkeit plötzlich Geschwindigkeit verloren, sie hat gegen die Schaufel einen Stofs ausgeübt, und wenn

$$c'_e < c_e$$

ist, so hat die Flüssigkeit plötzlich Geschwindigkeit gewonnen, also hat die Schaufel einen Stofs auf die Flüssigkeit ausgeübt.

Wir denken in dem von der Flüssigkeit zuerst getroffenen Punkt die Osculationsebene und nehmen die drei Axen  $v$ ,  $\rho$  und  $q$  (§. 17) an. Die sämtlichen zu betrachtenden Geschwindigkeiten zerlegen wir nach diesen drei Axen. Die absolute Geschwindigkeit unmittelbar vor dem Zusammentreffen mit der Schaufel hat die Componenten (wenn wir vorläufig der Kürze der Bezeichnung wegen die Marken  $\cdot$  fortlassen):

$$c'_v = c' \cdot \cos(c'v)$$

$$c'_\rho = c' \cdot \cos(c'\rho)$$

$$c'_q = c' \cdot \cos(c'q)$$

und die absolute Geschwindigkeit nach dem Zusammentreffen hat die Componenten  $c_e$ ,  $c_{\rho e}$ ,  $c_{q e}$ . Wenn aber das Element auf der Schaufel sich befinden soll, so muss  $c$  die Resultirende von  $v$  und  $w, r$  sein (§. 3 und 9), daher müssen die Componenten von  $c$  gleich den Componentensummen von  $w, r$  und  $v$  nach den drei Richtungen sein. Es ist also:

$$c_v = c \cdot \cos(cv) = w, r \cdot \cos(vn) + v$$

$$c_\rho = c \cdot \cos(c\rho) = w, r \cdot \cos(\rho n)$$

$$c_q = c \cdot \cos(cq) = w, r \cdot \cos(qn).$$

Unmittelbar nach dem Zusammentreffen ist also der Geschwindigkeitsverlust:

$$c'_v - c_v = c' \cdot \cos(c'v) - [w, r \cdot \cos(vn) + v]$$

$$c'_\rho - c_\rho = c' \cdot \cos(c'\rho) - w, r \cdot \cos(\rho n)$$

$$c'_q - c_q = c' \cdot \cos(c'q) - w, r \cdot \cos(qn).$$

Da nach der Richtung  $v$  die Flüssigkeit mit der erlangten Geschwindigkeit weiter fließen kann und sich hier kein Hindernis befindet, welches diese Componente aufhebt, so findet nach dieser Richtung ein plötzlicher Geschwindigkeitsverlust nicht statt; es ist also:

$$c'_v - c_v = 0,$$

woraus mittelst der obigen Gleichung folgt:

$$v = c' \cdot \cos(c'v) - w, r \cdot \cos(vn) \quad . \quad . \quad 21.$$

Dagegen wird nach der Richtung  $\rho$  durch den Normalwiderstand der Schaufel und nach der Richtung  $q$  durch den Widerstand der Seitenbegrenzung (Führungskraft §. 17) die Geschwindigkeit plötzlich vernichtet; und wenn wir diese verlorene Geschwindigkeit  $u$ , ihre Componenten  $u_v$ ,  $u_\rho$ ,  $u_q$  nennen, so ist:

$$u_v = 0$$

$$u_\rho = c' \cdot \cos(c'\rho) - w, r \cdot \cos(\rho n)$$

$$u_q = c' \cdot \cos(c'q) - w, r \cdot \cos(qn),$$

also:

$$u^2 = [c' \cdot \cos(c'\rho) - w, r \cdot \cos(\rho n)]^2 + [c' \cdot \cos(c'q) - w, r \cdot \cos(qn)]^2.$$

Wenn sowohl die Richtung der Zuführung ( $c'$ ) als die Richtung der Drehung ( $w, r$ ) — Richtung  $n$  — in der Osculationsebene des getroffenen Punktes liegen, so ist  $(c'q) = 90^\circ$  und  $(qn) = 90^\circ$  und folglich  $u_q = 0$ .

Diese Anordnung ist im Allgemeinen zu erreichen möglich dadurch, dass man den Krümmungskreis der Schaufel für den getroffenen Punkt (d. i. die Osculationsebene) in die Ebene legt, die durch  $c'$  und  $w, r$  gegeben ist, oder dadurch, dass man die Zuführung  $c'$  in die Ebene durch  $w, r$  und  $\rho$  legt. Geschieht dies nicht, so findet im Allgemeinen ein Stofs gegen die Seitenbegrenzung statt, der dann zu beachten ist. Für die folgenden Untersuchungen nehmen wir an, dass die Anordnung so gewählt sei, dass der Stofs gegen die Seitenbegrenzungen aufgehoben ist, dass also die Componente für den Eintrittspunkt

$$u_q = c' \cdot \cos(c'q) - w, r \cdot \cos(qn) = 0$$

ist. In diesem hier vorausgesetzten Falle liegen die Richtungen  $c' w, r \rho v$  in ein und derselben Ebene (Osculationsebene der Schaufel), und dann ist:

$$\cos(c'\rho) = \sin(c'v)$$

$$\cos(\rho n) = \sin(vn).$$

Nun folgt:

$$u = u_\rho = c' \cdot \sin(c'v) - w, r \cdot \sin(vn)$$

oder, da sich Alles auf den Eintrittspunkt bezieht, mit Wiedereinführung der Marken  $\cdot$ :

$$u = c'_v \cdot \cos(c'v) - w, r \cdot \sin(vn) \quad . \quad . \quad 21b.$$

Soll die durch den Stofs verlorene Geschwindigkeit, also auch der Stofsverlust Null sein, so ergibt sich aus der Bedingungsgleichung 21b:

$$w, r = \frac{\sin(c'v)}{\sin(vn)} \cdot c'_v \quad \} \quad . \quad 21c.$$



Darin liegt das Gesetz:

Wenn der Stofsverlust beim Eintritt in die Turbine Null sein soll, so muß sowohl die Zuführungsrichtung ( $c'$ ) als auch die Drehungsrichtung ( $w, r$ ) in der Osculationsebene des getroffenen Punktes liegen, und es muß sich die Geschwindigkeit des eintretenden Elementes zu der Umfangsgeschwindigkeit des getroffenen Punktes umgekehrt wie die Sinus der Winkel verhalten, die ihre Richtungen mit der Schaufel bilden.

Für den Fall, daß kein Stofs beim Eintritt stattfindet, erleidet  $c'$  nicht eine augenblickliche Aenderung seiner GröÙe und seiner Richtung; es ist also für diesen Fall auch:

$$c'_e = c_e; \angle(c'v)_e = \angle(cv)_e \text{ u. s. w.}$$

Wenn aber ein Stofsverlust eintritt, so ist die absolute Geschwindigkeit  $c_e$ , mit welcher die Flüssigkeit ihren Lauf in der Turbine beginnt, eine andere sowohl der GröÙe als der Richtung nach, als diejenige war, mit welcher dieselbe die Zuführung verlassen hat.

Denjenigen Werth von ( $w, r$ ) $_e$ , welcher der Gl. 21c entspricht, nennen wir die stofsfreie Umdrehungsgeschwindigkeit, und bezeichnen sie mit der Marke „Strich oben“, es ist also künftig zu schreiben:

$$(w, r)_e' = (c)_e \cdot \frac{\sin(c'v)_e}{\sin(vn)_e} \quad \dots 21d.$$

Die wirklich stattfindende Umdrehungsgeschwindigkeit bezeichnen wir ohne Marke wie bisher; ist dieselbe gleich der stofsfreien Umdrehungsgeschwindigkeit, so besteht die Beziehung:

$$(w, r)_e = (w, r)_e'.$$

Ist dagegen die wirklich stattfindende Umdrehungsgeschwindigkeit größer oder kleiner als die stofsfreie, so nennen wir das Verhältniß zwischen beiden  $\varepsilon$ .

$$\left. \begin{aligned} \frac{(w, r)_e}{(w, r)_e'} &= \varepsilon \\ (w, r)_e &= \varepsilon (w, r)_e' = \varepsilon \cdot c_e \cdot \frac{\sin(c'v)_e}{\sin(vn)_e} \end{aligned} \right\} \dots 21e.$$

Führen wir diesen Werth in die Gleichung 21b ein, so ergibt sich die durch den Stofs verlorene Geschwindigkeit:

$$u_e = u_e' = c_e \cdot \sin(c'v)_e \cdot [1 - \varepsilon]. \quad \dots 21f.$$

§. 26.

Bestimmung der absoluten und relativen Anfangsgeschwindigkeit ( $c_e$ ) und ( $v_e$ ) der GröÙe und Richtung nach, wenn die Turbine sich nicht „stofsfrei“ bewegt. Gegeben sind die absolute Eintrittsgeschwindigkeit vor dem Stofse der GröÙe und Richtung nach und die Lage des ersten Schaufelelements.

Wenn die Turbine sich nicht stofsfrei bewegt, das heißt, wenn die Umfangsgeschwindigkeit eine andere ist als diejenige, durch welche ein Stofsverlust vermieden wird (§. 25), so folgt zunächst aus Gl. 21 durch Einführung des Werthes 21e:

$$\left. \begin{aligned} v_e &= c_e \cdot \cos(c'v)_e - w, r_e \cdot \cos(vn)_e \\ &= c_e [\cos(c'v)_e - \varepsilon \cdot \sin(c'v)_e \cdot \frac{\cos(vn)_e}{\sin(vn)_e}] \\ v_e &= c_e \cdot \cos(c'v)_e \cdot \left[ 1 - \varepsilon \cdot \frac{\text{tg}(c'v)_e}{\text{tg}(vn)_e} \right] \end{aligned} \right\} \dots 22.$$

Nun ist:

$$(w, r)_e = \varepsilon \cdot c_e \cdot \frac{\sin(c'v)_e}{\sin(vn)_e} \text{ (Gl. 21e.)}$$

und auch:

$$(w, r)_e = [\text{tg}(c_1 r_e) - \text{tg}(v_1 r_e)] v_e \cdot \cos(vr)_e \text{ (Gl. 4.)}$$

also:

$$\text{tg}(c_1 r_e) = \frac{\varepsilon \cdot c_e \cdot \frac{\sin(c'v)_e}{\sin(vn)_e}}{c_e \cdot \cos(c'v)_e \cdot \cos(vr)_e \left[ 1 - \varepsilon \frac{\text{tg}(c'v)_e}{\text{tg}(vn)_e} \right]} + \text{tg}(v_1 r_e)$$

$$\text{tg}(c_1 r_e) = \frac{\varepsilon \cdot \text{tg}(c'v)_e}{\cos(vr)_e \cdot \sin(vn)_e \left[ 1 - \varepsilon \frac{\text{tg}(c'v)_e}{\text{tg}(vn)_e} \right]} + \text{tg}(v_1 r_e)$$

in ähnlicher Weise findet sich:

$$\text{tg}(c_{1z}_e) = \frac{\varepsilon \cdot \text{tg}(c'v)_e}{\cos(vz)_e \cdot \cos(vn)_e [\text{tg}(vn)_e - \varepsilon \text{tg}(c'v)_e]} + \text{tg}(v_{1z}_e)$$

Man sieht, daß durch den Stofs sowohl die Anfangsgeschwindigkeit längs der Schaufel  $v_e$  als auch die Richtung der Eintrittsgeschwindigkeit (Winkel  $(c_1 r)_e$  und Winkel  $(c_{1z})_e$ ) geändert wird, und daß folglich auch der Modulus der Turbine ein anderer wird (Gl. 18a), wenn die Richtung der Schaufel (Winkel  $(vn)$  und Winkel  $(vr)$ ) und die Richtung der Zuführung (Winkel  $(c'v)$ ) als gegeben angesehen werden.

Wir können auch noch die absolute Eintrittsgeschwindigkeit nach dem Stofse bestimmen ( $c_e$ ). Es ist nämlich, wenn wir nach §. 25 den Stofs gegen die Seitenbegrenzung vermeiden, indem wir  $c'_e$ , ( $w, r_e$ ) und  $v$  in dieselbe Ebene legen, auch  $c_e$  in dieser Ebene und folglich, da  $c_e$  die Resultierende aus  $v_e$  und  $w, r_e$  ist:

$$c_e^2 = (w, r_e)^2 + v_e^2 + 2 v_e \cdot w, r_e \cdot \cos(vn)_e.$$

Indem wir für ( $w, r_e$ ) den Werth der Gl. 21e und für  $v_e$  den Werth der Gl. 22 setzen, so folgt, indem wir vorläufig die Marke  $\varepsilon$  fortlassen:

$$\begin{aligned} \frac{c_e^2}{c'^2} &= \varepsilon^2 \cdot \frac{\sin^2(c'v)}{\sin^2(vn)} + \left[ \cos(c'v) - \frac{\sin(c'v) \cdot \cos(vn)}{\sin(vn)} \cdot \varepsilon \right]^2 + \\ &+ 2 \left[ \cos(c'v) - \frac{\sin(c'v) \cdot \cos(vn)}{\sin(vn)} \cdot \varepsilon \right] \frac{\sin(c'v)}{\sin(vn)} \cdot \varepsilon \cdot \cos(vn) \\ &= \varepsilon^2 \cdot \frac{\sin^2(c'v)}{\sin^2(vn)} + \left[ \cos(c'v) - \frac{\sin(c'v) \cdot \cos(vn)}{\sin(vn)} \cdot \varepsilon \right] \times \\ &\quad \times \left[ \cos(c'v) + \frac{\sin(c'v) \cdot \cos(vn)}{\sin(vn)} \cdot \varepsilon \right] \\ &= \varepsilon^2 \frac{\sin^2(c'v)}{\sin^2(vn)} + \cos^2(c'v) - \frac{\sin^2(c'v) \cdot \cos^2(vn)}{\sin^2(vn)} \varepsilon^2 \\ &= \cos^2(c'v) + \varepsilon^2 \cdot \frac{\sin^2(c'v)}{\sin^2(vn)} [1 - \cos^2(vn)] \\ &= \cos^2(c'v) + \varepsilon^2 \cdot \sin^2(c'v). \end{aligned}$$

Es folgt also mit Wiedereinführung der Bezeichnung für den Eintritt die absolute Anfangsgeschwindigkeit, mit welcher sich die Flüssigkeit nach dem Stofse bewegt:

$$c_e^2 = c'^2 [\cos^2(c'v)_e + \varepsilon^2 \sin^2(c'v)_e] \quad \dots 22b.$$

andererseits:

$$c_e^2 = c_e'^2 \cdot \frac{1}{\cos^2(c'v)_e + \varepsilon^2 \sin^2(c'v)_e} \quad \dots 22c.$$

Setzen wir nun diesen Werth in 21f, so drückt sich auch die durch den Stofs verlorene Geschwindigkeitskomponente aus durch:

$$\left. \begin{aligned} u_e^2 &= u_e'^2 = c_e'^2 (1 - \varepsilon)^2 \sin^2(c'v)_e \\ &= c_e'^2 \cdot \frac{(1 - \varepsilon)^2 \sin^2(c'v)_e}{\cos^2(c'v)_e + \varepsilon^2 \sin^2(c'v)_e} \\ &= c_e'^2 \frac{(1 - \varepsilon)^2 \cdot \sin^2(c'v)_e}{1 + \sin^2(c'v)_e \cdot [\varepsilon^2 - 1]} \end{aligned} \right\} \dots 22d.$$

§. 27.

Bestimmung der Arbeit des Stofsverlustes. — Modulus des Stofsverlustes  $\tau$  und Verhältniß der absoluten Anfangs- und Austrittsgeschwindigkeit  $\delta$ .

Die durch den Stofs beim Eintritt verlorene Arbeit bezeichnen wir als den Stofsverlust mit  $L$ ; es ist bekanntlich:

$$L_s = \frac{1}{2} m u^2$$

und mit Einführung der Werthe aus Gl. 21f und 22d:

$$L_s = \frac{1}{2} m c_e^2 (1 - \varepsilon)^2 \cdot \sin^2(c'v)_e \left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ \end{array} \right\} \dots 23.$$

$$= \frac{1}{2} m c_e^2 \frac{(1 - \varepsilon)^2 \sin^2(c'v)_e}{1 + \sin^2(c'v)_e [\varepsilon^2 - 1]}$$

Die Anfangsgeschwindigkeit steht in einer nothwendigen Beziehung zu der Austrittsgeschwindigkeit. Es ist nämlich:

$$c = \frac{c_r}{\cos(cr)} = \frac{v_r}{\cos(cr)} = \frac{v \cdot \cos(vr)}{\cos(cr)} \quad (\text{Gl. 2 und 3})$$

oder auch:

$$c = \frac{c_a}{\cos(cz)} = \frac{v_a}{\cos(vz)} = \frac{v \cdot \cos(vz)}{\cos(cz)}$$

also:

$$\frac{c_e}{c_a} = \frac{v_e \cdot \cos(vr)_e \cdot \cos(cr)_a}{v_a \cdot \cos(vr)_a \cdot \cos(cr)_e}$$

oder auch:

$$\frac{c_e}{c_a} = \frac{v_e \cdot \cos(vz)_e \cdot \cos(cz)_a}{v_a \cdot \cos(vz)_a \cdot \cos(cz)_e}$$

Das Verhältniß  $\frac{c_e^2}{c_a^2}$  bezeichnen wir mit  $\delta$ ; es ist also:

$$\delta = \frac{c_e^2}{c_a^2} = \frac{v_e^2 \cdot \cos^2(vr)_e \cdot \cos^2(cr)_a}{v_a^2 \cdot \cos^2(vr)_a \cdot \cos^2(cr)_e} \left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ \end{array} \right\} \dots 23a.$$

oder auch:

$$\delta = \frac{c_e^2}{c_a^2} = \frac{v_e^2 \cdot \cos^2(vz)_e \cdot \cos^2(cz)_a}{v_a^2 \cdot \cos^2(vz)_a \cdot \cos^2(cz)_e}$$

Für die Strahlurbinen  $A_\alpha$  ist dies Verhältniß durch Gl. 19g berechnet worden; für Vollturbinen ergibt sich durch Gl. 16a:

$$\frac{v_e}{v_a} = \frac{c_a}{c_e}$$

so daß also in allen Fällen der Werth  $\delta$  zu bestimmen ist. Es folgt nun:

$$L_s = \frac{1}{2} m \cdot c_a^2 \delta \frac{(1 - \varepsilon)^2 \cdot \sin^2(c'v)_e}{1 + \sin^2(c'v)_e [\varepsilon^2 - 1]} \left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ \end{array} \right\} \dots 23b.$$

und wenn wir den Werth:

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{\delta (1 - \varepsilon)^2 \cdot \sin^2(c'v)_e}{1 + \sin^2(c'v)_e [\varepsilon^2 - 1]} = \tau \vartheta \left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ \end{array} \right\} \dots 23c.$$

setzen, so folgt auch der Ausdruck für die durch den Stofs verlorene Arbeit:

$$L_s = m c_a^2 \tau \vartheta \dots 23d.$$

Den Werth  $\tau$  nennen wir den Modulus des Stofsverlustes. Es ist:

$$\tau = \frac{\delta}{2\vartheta} \cdot \frac{(1 - \varepsilon)^2 \cdot \sin^2(c'v)_e}{1 + \sin^2(c'v)_e [\varepsilon^2 - 1]} \left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ \end{array} \right\} \dots 23e.$$

Für eine stoffsreie Umdrehungsgeschwindigkeit ist:

$$\varepsilon = 1, \text{ also (Gl. 23c): } \tau = 0.$$

Im Vergleich zur Turbinenarbeit spielt der Stofsverlust eine analoge Rolle wie die Reibungswiderstände (§. 24). Bei positiven Turbinen vermindert derselbe die von der Turbine an die Flüssigkeit ertheilte Geschwindigkeit, und man hat zu schreiben die absolute Summe:

$$L_i + L_s = m c_a^2 \vartheta - m c_a^2 \tau \vartheta = m c_a^2 \vartheta (1 - \tau).$$

Bei negativen Turbinen entzieht die Turbine der Flüssigkeit Arbeit, und die Turbinenarbeit wirkt also auf Verminderung der Geschwindigkeit, der Stofsverlust desgleichen. Die absolute Summe wird also zu schreiben sein:

$$L_i + L_s = m c_a^2 \vartheta + m c_a^2 \tau \vartheta = m c_a^2 \vartheta (1 + \tau),$$

in welchen Gleichungen  $\tau$  und  $\vartheta$  absolut zu nehmen sind. Wenn man aber für beide Formen der Turbinen denselben

Ausdruck zu haben wünscht, so schreibe man sowohl für positive als für negative Turbinen:

$$L_i + L_s = m \cdot c_a^2 \vartheta (1 - \tau)$$

und denke dann  $\tau$  und  $\vartheta$  mit dem Vorzeichen der Turbine behaftet.

Mit Rücksicht auf Gl. 20b ist die Summe aller bisher betrachteten Arbeiten zu schreiben:

$$L_i + L_f + L_s = m c_a^2 \vartheta (1 - \lambda - \tau) \dots 23f.$$

worin  $\vartheta$ ,  $\lambda$ ,  $\tau$  mit dem Vorzeichen der Turbine behaftet zu denken sind.

§. 28.

Pressungsarbeit der Schwere  $L_g$ . — Pressungshöhe  $h_0$ . — Allgemeine Gleichung zwischen den Geschwindigkeiten, mit denen die Flüssigkeit die Zuleitung und die Turbine verläßt.

Indem die Flüssigkeit in den Vollturbinen durch die Turbine geht und die Zellen vollständig ausfüllt, erleidet sie eine Pressung (§. 4), vermöge welcher sie durch das Zellenprofil hindurchgedrückt wird. Die Kraft, welche diese Pressung ausübt, ist gewöhnlich die Schwere. Nennen wir den Theil der Arbeit der Schwere, welcher die Flüssigkeit zwingt, das Zellenprofil auszufüllen  $L_g$ , indem wir  $L_g$  als die Pressungsarbeit der Schwere bezeichnen, so läßt sich die Arbeit  $L_g$  immer in der Form darstellen:

$$L_g = m g h_0,$$

worin  $h_0$  diejenige Höhe bedeutet, von welcher ein Element vom Gewicht  $m g$  niedersinken oder bis zu welchem es aufsteigen müßte, um die Arbeit  $L_g$  zu verrichten oder zu consumiren (Pressungshöhe).

Wenn  $L_g$  im Sinne der Bewegung durch die Turbine, also beschleunigend auf das Element wirkt, so ist  $h_0$  positiv zu nehmen, und wenn  $L_g$  im entgegengesetzten Sinne wirkt, so ist  $h_0$  negativ zu nehmen. Der erste Fall findet bei negativen Vollturbinen (Kreiselrädern) statt; hier wirkt ein Theil der Arbeit der Schwere im Sinne der Bewegung der Flüssigkeit; für negative Turbinen ist also  $h_0$  positiv zu nehmen. Bei den Kreiselpumpen (positiven Turbinen) wirkt dagegen die Schwere der Richtung der Bewegung des Elements entgegen, und wir haben hier also  $h_0$  negativ zu nehmen.

Bei Strahlurbinen ist der Voraussetzung zufolge:

$$h_0 = 0.$$

Nun sind die Arbeiten sämmtlicher Kräfte bestimmt, die von dem Augenblicke an, wo die Flüssigkeit die Zuführung mit der Geschwindigkeit  $c'_e$  verläßt, bis zu dem Augenblicke hin, wo dieselbe die Turbine verläßt, auf die Flüssigkeit einwirken.

Die Summe dieser Arbeiten ist:

$$L_i + L_s + L_f + L_g = m c_a^2 \vartheta [1 - \lambda - \tau] + m g h_0,$$

worin  $\vartheta$ ,  $\lambda$ ,  $\tau$  mit dem Vorzeichen der Turbine,  $h_0$  aber mit dem entgegengesetzten Vorzeichen zu nehmen ist. Wenn nun diese Arbeiten die Aenderung der Geschwindigkeit von  $c'_e$  in  $c_a$  bedingen, so folgt nach dem Princip der lebendigen Kräfte:

$$\frac{1}{2} m [c_a^2 - c_e'^2] = m c_a^2 \vartheta [1 - \lambda - \tau] + m g h_0$$

also:

$$\left. \begin{array}{l} c_a^2 - c_e'^2 = 2 c_a^2 \vartheta [1 - \lambda - \tau] + 2 g h_0 \\ c_a^2 \cdot \{1 - 2 \vartheta [1 - \lambda - \tau]\} = 2 g h_0 + c_e'^2 \end{array} \right\} \dots 24.$$

Diese Gleichung ist als die Grundgleichung für die Berechnung der Turbinen anzusehen; es ist darin  $\vartheta$ ,  $\lambda$ ,  $\tau$  mit dem Vorzeichen der Turbine,  $h_0$  mit dem entgegengesetzten Vorzeichen behaftet zu denken.

§. 29.

Anwendung der allgemeinen Gleichung des §. 28 auf negative Turbinen. — Nutzbares Gefälle. — Druckhöhen  $h'$   $h''$  und Widerstandscoefficient  $\zeta$ .

Wenn bei negativen Turbinen  $h$  die vertikale Entfernung des Oberwasserspiegels vom Unterwasserspiegel, oder falls die Turbine nicht eingetaucht ist, die Entfernung des Oberwasserspiegels von dem Schwerpunkt der Ausflußöffnungen ist, so nennen wir  $h$  das nutzbare Gefälle der Turbine. Bei Strahl turbinen wird das ganze nutzbare Gefälle auf Erzeugung der Ausflußgeschwindigkeit aus der Zuführung und zur Ueberwindung der Leitungswiderstände verwendet; bei Vollturbinen dagegen bildet die Zuleitungsröhre resp. Ableitungsröhre und die Turbine selbst ein zusammengehöriges Ganzes, welches überall mit Wasser gefüllt ist. Ein Theil der drückenden Wassersäule  $h$  wird auf Erzeugung der Geschwindigkeit  $c'$  verwendet, denselben bezeichnen wir mit  $h'$ ; es ist:

$$h' = \frac{c'^2}{2g}$$

Ein anderer Theil von  $h$  wird zur Ueberwindung der Widerstände in der Leitung verwandt; wir bezeichnen denselben mit  $h''$ , und der übrigbleibende Theil von  $h$  erzeugt die Pressung in den Zellen zur Ausfüllung der Zellenprofile; derselbe wurde oben mit  $h_0$  bezeichnet. Es ist also:

$$\begin{aligned} h &= h' + h'' + h_0 \\ h_0 &= h - h' - h'' \\ &= h - h' - \frac{c'^2}{2g} \end{aligned}$$

Schätzen wir die Höhe  $h''$ , welche zur Ueberwindung der Widerstände in der Leitung verwandt wird, als einen bestimmten Theil des Gefälles  $h$ ; setzen wir also:

$$h'' = \zeta h,$$

so folgt die Pressungshöhe für negative Turbinen:

$$(-) \quad h_0 = h(1 - \zeta) - \frac{c'^2}{2g} \quad \dots 25.$$

Setzen wir diesen Werth in die Gl. 24 ein, so folgt für negative Turbinen (Kreiselräder) überhaupt:

$$(-) \quad c_a^2 = \frac{2gh(1 - \zeta)}{1 + 2\vartheta[1 + \lambda + \tau]} \quad \dots 25a.$$

worin die Coefficienten  $\vartheta$   $\lambda$   $\tau$  nun absolut zu nehmen sind, da die Vorzeichen bereits berücksichtigt sind. Diese Gleichung gilt sowohl für Vollturbinen als für Strahl turbinen, denn es ist für Strahl turbinen einfach  $h_0 = 0$  zu setzen und dann ergibt sich für Strahl turbinen aus Gl. 25:

$$(-\alpha) \quad c_a^2 = 2gh(1 - \zeta) \quad \dots 25b.$$

und wenn man in Gl. 24  $h_0 = 0$  und für  $c_a^2$  den Werth der Gl. 25b setzt, ergibt sich wieder 25a, so daß also der Werth für  $c_a^2$  aus Gl. 25a für negative Turbinen allgemein gilt.

§. 30.

Anwendung der allgemeinen Gleichung des §. 28 auf positive Turbinen. — Förderhöhe. — Bestimmung der Austrittsgeschwindigkeit aus der Zuleitung und aus der Turbine. — Proberechnung.

Bei der Anordnung positiver Turbinen (Kreispumpen) nennen wir den Abstand des ruhend zu denkenden Unterwasserspiegels von dem ruhend zu denkenden Oberwasserspiegel die Förderhöhe und bezeichnen dieselbe mit  $h$ . Die Arbeit, welche der Förderhöhe entspricht, ist der Flüssigkeit von der Turbine mitzutheilen, dazu kommt noch die Arbeit, welche der Ueberwindung der Widerstände der Leitung entspricht, so daß, wenn wir die diesen Wider-

ständen entsprechende Druckhöhe  $h''$  nennen, die Turbine an die Flüssigkeit die Arbeit  $mgh + mgh''$  zu übertragen hat. Nun ist diesen Arbeiten noch hinzuzufügen die Arbeit, welche der Eintrittsgeschwindigkeit entspricht, da auch die Eintrittsgeschwindigkeit  $c'$  durch die Turbinenarbeit erzeugt werden muß. Nennen wir wieder die der Geschwindigkeit  $c'$  entsprechende Arbeitshöhe  $h'$ , so würde sich im Ganzen eine zu leistende Arbeit ergeben:

$$mg(h + h' + h'') = mg \left[ h + h' + \frac{c'^2}{2g} \right]$$

Die entsprechende Druckhöhe ist:

$$h + h' + \frac{c'^2}{2g},$$

welche gegen die Richtung der Bewegung des Elements auf die Flüssigkeit in der Rohrleitung und der Turbine wirkt. Der Druck dieser Flüssigkeitssäule ist abwärts gerichtet, ihm entgegen wirkt der Druck, welcher der Austrittsgeschwindigkeit  $c_a$  entspricht, so daß also die Flüssigkeit, welche in der gefüllten Turbine und in den Rohrleitungen sich befindet, unter dem Druck:

$$h + h' + h'' - \frac{c_a^2}{2g}$$

steht. Es ergibt sich also für positive Turbinen (Kreispumpen) die Pressungshöhe:

$$h_0 = h + h' + h'' - \frac{c_a^2}{2g}$$

$$(+\beta) \quad h_0 = h(1 + \zeta) - \left( \frac{c_a^2}{2g} - \frac{c'^2}{2g} \right) \quad \dots 26.$$

Nun nimmt für positive Turbinen die erste Gl. 24 die Gestalt an:

$$c_a^2 - c'^2 = 2c_a^2 \vartheta [1 - \lambda - \tau] - 2gh_0,$$

worin  $h_0$  nun absolut zu nehmen ist; es entsteht also durch Einsetzung des Werthes in Gl. 26:

$$2c_a^2 \vartheta [1 - \lambda - \tau] - 2gh(1 + \zeta) + (c_a^2 - c'^2) = c_a^2 - c'^2,$$

also für positive Turbinen:

$$(+\gamma) \quad c_a^2 = \frac{2gh(1 + \zeta)}{2\vartheta[1 - \lambda - \tau]} \quad \dots 26a.$$

worin  $\lambda$   $\vartheta$   $\tau$  und  $h$  absolut zu nehmen sind.

Für Strahl turbinen ist  $h_0 = 0$ ; es folgt also aus Gl. 26 für positive Strahl turbinen:

$$(+\alpha) \quad c_a^2 - c'^2 = 2gh(1 + \zeta) \quad \dots 26b.$$

und wenn wir diesen Werth in die erste Gl. 24 einsetzen, wobei  $h_0 = 0$  gesetzt wird, so ergibt sich für positive Strahl turbinen wieder der Werth der Gl. 26a, so daß also für den Werth von  $c_a^2$  die Gl. 26a für positive Turbinen allgemein gilt.

Aus Gl. 26b folgt noch für positive Strahl turbinen

$$c_a^2 = 2gh(1 + \zeta) + c'^2$$

und durch Gleichsetzung mit 26a:

$$(+\alpha) \quad c_a^2 = 2gh(1 + \zeta) \left[ \frac{1}{2\vartheta[1 - \lambda - \tau]} - 1 \right] \quad \dots 26c.$$

Hieraus ergibt sich für positive Strahl turbinen durch Gl. 26a und 26c:

$$(+\alpha) \quad \frac{c_a^2}{c'^2} = 1 - 2\vartheta(1 - \lambda - \tau). \quad \dots 26d$$

Wenn kein Stoßverlust stattfindet, ist  $\tau = 0$  und  $c_a^2 = c'^2$  und wenn man die Reibungswiderstände in der Turbine vernachlässigt, ist  $\lambda = 0$ ; es entsteht also für diesen Fall:

$$\frac{c_a^2}{c'^2} = 1 - 2\vartheta,$$

wie dies auch schon in Gl. 18b auf anderm Wege gefunden wurde, so daß diese Untersuchung hier als Proberechnung gelten kann. In gleicher Weise ergibt sich für negative

Strahlturbinen aus Gl. 25a und 25b, wenn man  $\tau$  und  $\lambda=0$  setzt:

$$\frac{c_r^2}{c_a^2} = 1 + 2\vartheta,$$

worin  $\vartheta$  absolut genommen ist; nimmt man  $\vartheta$  mit dem Vorzeichen der Turbine, so entsteht wieder wie in Gl. 18b:

$$\frac{c_r^2}{c_a^2} = 1 - 2\vartheta.$$

§. 31.

Bestimmung der Turbinenarbeit und des Nutzeffectes mit Rücksicht auf die Verluste  $\lambda \tau \zeta$ .

Nach den getroffenen Bestimmungen ist es nun möglich, die Turbinenarbeit zu bestimmen, indem wir Gl. 18 anwenden:

$$L_t = m c_a^2 \vartheta.$$

Für negative Turbinen (Voll- und Strahlturbinen) ist aus Gl. 25a:

$$L_t = m c_a^2 \vartheta = \frac{2mgh(1-\zeta)\vartheta}{1+2\vartheta[1+\lambda+\tau]}$$

$$(-) \quad L_t = mgh \frac{1-\zeta}{\frac{1}{2\vartheta} + 1 + \lambda + \tau} \quad \left. \right\} \dots 27.$$

und für positive Turbinen (Voll- und Strahlturbinen) ist aus Gl. 26a:

$$(+)\quad L_t = m c_a^2 \vartheta = mgh \frac{(1+\zeta)}{1-\lambda-\tau} \quad \left. \right\} \dots 27a.$$

in welchen beiden Gleichungen sämtliche Werthe absolut zu nehmen sind.

Wenn ein Element vom Gewicht  $mg$  von der Höhe  $h$  niedersinkt oder auf die Höhe  $h$  erhoben wird, so ist die absolute Arbeit:

$$mgh.$$

Bei negativen Turbinen ist der Nutzeffect  $\eta$  das Verhältniß der auf die Turbine übertragenen Arbeit  $L_t$  zu der absoluten Arbeit, also:

$$(-) \quad \eta = \frac{L_t}{mgh} = \frac{1-\zeta}{\frac{1}{2\vartheta} + 1 + \lambda + \tau} \quad \left. \right\} \dots 27b.$$

Bei positiven Turbinen ist der Nutzeffect das Verhältniß der von der Turbine hervorgebrachten Arbeit  $mgh$  zu der von der Turbine auf die Flüssigkeit übertragenen Arbeit, also

$$(+)\quad \eta = \frac{mgh}{L_t} = \frac{1-\lambda-\tau}{1+\zeta} \quad \left. \right\} \dots 27c.$$

Aus diesen Gleichungen erkennt man, daß der Nutzeffect jeder Turbine um so größer ist, je kleiner die Verluste  $\lambda \tau \zeta$  sind, was auch von vornherein schon klar ist. Ist jeder dieser Verluste gleich Null, so würde für negative Turbinen der Nutzeffect

$$\eta = \frac{1}{\frac{1}{2\vartheta} + 1}$$

sich herausstellen, und für positive Turbinen:

$$\eta = 1.$$

Für negative Turbinen bleibt der Nutzeffect, selbst mit Vernachlässigung der Reibungs- und Stofsverluste immer kleiner als 1, weil ja der Flüssigkeit niemals alle Arbeit entzogen werden kann, vielmehr eine gewisse Arbeit, nämlich diejenige, welche der Austrittsgeschwindigkeit aus der Turbine entspricht, ihr noch verbleiben muß. Es wird aber bei negativen Turbinen auch mit Vernachlässigung der Verluste der Nutzeffect um so größer, je größer der Modulus  $\vartheta$  der Turbine ist.

Bei positiven Turbinen würde zwar mit Vernachlässigung der Verluste der Nutzeffect gleich 1 werden, d. h. wenn keine Verluste stattfänden, so würde die volle Arbeit, welche die Turbine der Flüssigkeit ertheilt, auf Hebung derselben verwandt werden; da aber die Verluste nicht vollständig zu vermeiden sind und sowohl  $\lambda$  als  $\tau$  von  $\vartheta$  abhängig sind, und zwar so, daß  $\lambda$  und  $\tau$  um so kleiner sind, je größer  $\vartheta$  ist (vergl. Gl. 23e und Gl. 20a), so ist es auch für positive Turbinen von Wichtigkeit,  $\vartheta$  so groß als möglich zu machen. (Fortsetzung folgt.)

H. Wiebe.

## Mittheilungen nach amtlichen Quellen.

### Verzeichniß der im Staatsdienste angestellten Baubeamten.

(Am 1. März 1866.)

#### I. Im Ressort des Ministeriums für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten:

##### A) Verwaltung der Eisenbahn-Angelegenheiten und des Land-, Wasser- und Chaussee-Bauwesens.

###### 1) Beim Ministerium.

###### a) Vortragende Räte.

Hr. Hagen, Geheimer Ober-Baurath.

- Busse, desgl.

- Linke, desgl.

- Lentze, Carl, desgl.

- Hübener, Ober-Bau-Director.

- Weyer, Geheimer Ober-Baurath.

- Kaverau, desgl.

- Nottebohm, desgl.

- Salzenberg, desgl.

- Weishaupt, Theodor, desgl.

- Wiebe, desgl.

- Grund, Geheimer Baurath.

- Koch, desgl.

###### b) Im technischen Bureau der Abtheilung für die Eisenbahn-Angelegenheiten.

Hr. J. W. Schwedler, Regierungs- und Baurath, Vorsteher des Büreaus.

- Franz, Eisenbahn-Bauinspector.

- Menne, Eisenbahn-Baumeister (commissarisch).

###### c) Technische Hülfсарbeiter bei der Abtheilung für das Bauwesen.

Hr. Erbkam, Baurath.

- Kümritz, desgl.

- Gärtner, Bauinspector (commissarisch).

- Sonntag, Bauinspector (commissarisch).

###### d) Bei besonderen Bau-Ausführungen.

Hr. Degner, Kreis-Baumeister in Memel, leitet den Minge-Drauwöhner Canalbau.

## 2) Technische Bau-Deputation zu Berlin.

- Hr. Hübener, Ober-Bau-Director, Vorsitzender (s. oben bei 1a).  
 - Eytelwein, Wirkl. Geh. Ober-Finanzrath.  
 - Becker, Geh. Ober-Baurath a. D. (Ehren-Mitglied).  
 - Hagen, Geh. Ober-Baurath (s. oben bei 1a).  
 - Busse, desgl. desgl.  
 - Linke, desgl. desgl.  
 - Lentze, desgl. desgl.  
 - Hartwich, desgl. a. D. in Cöln.  
 - Fleischinger, Geh. Ober-Baurath in Berlin.  
 - Wedding, Geh. Ober-Regierungsrath in Berlin.  
 - Brix, desgl. in Berlin.  
 - v. Quast, Geh. Regierungsrath in Berlin.  
 - Horn, Regierungs- und Baurath in Potsdam.  
 - Briest, desgl. in Potsdam.  
 - Strack, Ober-Hof-Baurath und Professor in Berlin.  
 - Hitzig, Geheimer Regierungsrath in Berlin.  
 - Schadow, Ober-Hof-Baurath a. D. desgl.  
 - Drewitz, Regierungs- und Baurath in Erfurt.  
 - Weyer, Geh. Ober-Baurath (s. oben bei 1a).  
 - Prange, Geh. Regierungsrath in Arnberg.  
 - Wiebe, Geh. Ober-Baurath in Berlin (s. oben bei 1a).  
 - Anders, Geh. Ober-Baurath a. D. in Berlin.  
 - Nottebohm, Geh. Ober-Baurath in Berlin (s. oben bei 1a).  
 - Kawerau, desgl. desgl. desgl.  
 - Redtel, Geh. Ober-Bergrath in Berlin.  
 - Pfeffer, Geheimer Admiralitätsrath in Berlin.  
 - Salzenberg, Geh. Ober-Baurath in Berlin (s. oben bei 1a).  
 - Malberg, Regierungs- und Baurath z. Z. in Görlitz (s. bei 5b).  
 - Weishaupt, Th., Geh. Ober-Baurath in Berlin (s. oben bei 1a).  
 - Stein, Geheimer Regierungsrath in Stettin.  
 - Grund, Geheimer Baurath in Berlin (s. oben bei 1a).  
 - Koch, desgl. desgl. (s. oben bei 1a).

## 3) Bei der Bau-Akademie.

## Direction:

- Hr. Busse, Geheimer Ober-Baurath.  
 - Lentze desgl.

## Als Lehrer angestellt:

- Hr. Brix, Geh. Ober-Regierungsrath (s. oben bei 2).  
 - Boetticher, Professor.  
 - Schwarz, Professor und Land-Baumeister.

## 4) Bei den Eisenbahn-Commissariaten.

- Hr. Lent, Reg.- und Baurath in Berlin.  
 - Winterstein, Eisenbahn-Bauinspector in Berlin (commissarisch).  
 - Fromme, Reg.- und Baurath in Cöln.  
 - G. E. Schwedler, Reg.- u. Baurath, technischer Commissarius für die Ueberwachung des Baues der Berlin-Görlitzer Eisenbahn, in Berlin.  
 - Redlich, Eisenbahn-Bauinspector, technischer Commissarius bei dem Bau der Tilsit-Insterburger Eisenbahn und der Ostpreussischen Südbahn, in Königsberg i. Pr.

## 5) Bei den Königlichen Eisenbahn-Directionen.

## a. Bei der Ostbahn.

- Hr. Löffler, Eisenbahn-Director, erstes technisches Mitglied der Direction in Bromberg.  
 - Keil, Reg.- und Baurath, zweites technisches Mitglied desgl.  
 - Grillo, Ober-Betriebsinspector in Bromberg.  
 - Hildebrandt, Eisenb.-Bau- u. Betriebsinspector in Bromberg.  
 - Behm, desgl. desgl. in Frankfurt a. O.  
 - Mentz, desgl. desgl. in Bromberg (Vorsteher des techn. Centr.-Bau-Büreaus).  
 - Micks, desgl. desgl. in Königsberg i. Pr.  
 - Lademann, desgl. desgl. desgl.  
 - Schorfs, desgl. desgl. in Dirschau.  
 - Cronau, desgl. desgl. in Königsberg i. Pr.  
 - Kecker, desgl. und Vorsteher des technischen Betriebs-Büreaus in Bromberg.  
 - Wex, desgl. und Betriebsinspector in Bromberg.

- Hr. Heegewald, Eisenbahn-Baumeister in Königsberg i. Pr.  
 - Thiele, desgl. in Landsberg a. d. W.  
 - Magnus, desgl. und commissarischer Betriebs-inspector in Insterburg.  
 - Vogel, desgl. desgl. in Schneidemühl.

- Hr. Dulon, Eisenbahn-Bauinspector in Berlin, erster ausführender Baumeister der Berlin-Cüstriner Eisenbahn.

## b. Bei der Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn.

- Hr. Malberg, Reg.- und Baurath, Mitglied der Direction, z. Z. in Görlitz, leitet den Bau der schlesischen Gebirgsbahn.  
 - Korn, Eisenbahn-Bauinspector in Berlin, vertritt das technische Mitglied der Direction commissarisch.  
 - Römer, Bauinspector und Vorsteher des technischen Büreaus in Berlin.  
 - Jaedicke, Eisenbahn-Bauinspector u. commissarisch. Betriebs-inspector in Berlin.  
 - Priefs, Eisenbahn-Baumeister in Breslau.  
 - v. Vagedes, desgl. in Guben.  
 - Ruchholz, desgl. in Görlitz.  
 - Kinel, desgl. in Berlin.

## c. Bei der Westfälischen Eisenbahn.

- Hr. Simon, Eisenbahn-Director, technisches Mitglied der Direction in Münster.  
 - Schwabe, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Münster.  
 - Rolcke, Eisenbahn-Baumeister daselbst.  
 - Stegemann, desgl. daselbst.  
 - Tilmann, desgl. in Hamm.  
 - Bronisch, desgl. in Paderborn.

## d. Bei der Eisenbahn-Direction in Elberfeld.

- Hr. Weishaupt, Herm., Reg.- und Baurath, erstes techn. Mitglied der Direction in Elberfeld.  
 - Plange, Eisenbahn-Director, technisches Mitglied der Direction, daselbst.  
 - Schneider, Eisenbahn-Bauinspector, technisches Mitglied der Direction, daselbst.  
 - Stute, Ober-Betriebsinspector daselbst.  
 - Scheerbarth, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector in Aachen.  
 - Brandhoff, Eisenbahn-Bauinspector in Elberfeld.  
 - Krüsemann, Eisenbahn-Baumeister in Barmen.  
 - Hardt, desgl. und commiss. Betriebsinspector in Altena.  
 - Reps, Eisenbahn-Baumeister in Dortmund.  
 - Crone, desgl. in Essen.  
 - Pichler, desgl. in Elberfeld (im techn. Bureau).  
 - Buchholz, desgl. in Altena.  
 - Wiebe, desgl. in Aachen.  
 - Werner, desgl. in Gladbach.  
 - Mechelen, desgl. in Haan.  
 - Küll, desgl. in Opladen.

## e. Bei der Eisenbahn-Direction in Saarbrücken.

- Hr. Quassowski, Ober-Betriebsinspector, commiss. Mitglied der Direction in Saarbrücken.  
 - Spielhagen, Eisenbahn-Bauinspector, commiss. Ober-Betriebsinspector daselbst.  
 - Zeh, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Creuznach (bei der Rhein-Nahe-Eisenbahn).  
 - Bayer, desgl. in Trier (bei der Saarbrücker Eisenbahn).  
 - Schmeitzer, Eisenbahn-Baumeister in St. Wendel (bei der Rhein-Nahe-Eisenbahn).  
 - Wilde, desgl. in Saarbrücken (bei der Saarbrücker Eisenbahn).

## f. Bei der Oberschlesischen Eisenbahn.

- Hr. Siegert, Reg.- und Baurath, technisches Mitglied der Direction in Breslau.

- Hr. Rampoldt, Eisenbahn-Bauinspector und Betriebsinspector in Stargard (für die Stargard-Posener Eisenbahn).  
 - Bachmann, desgl. desgl. in Breslau (für die Strecke Breslau-Cosel).  
 - Schultze, Eisenbahn-Bauinspector in Breslau, commissar. Verwalter der Ober-Betriebs-Inspection.  
 - Grapow, desgl. daselbst (Vorsteher des technischen Büreaus).  
 - Rosenberg, Eisenbahn-Baumeister und commissar. Betriebsinspector in Beuthen (für die Zweigbahnen im Oberschlesischen Bergwerks- u. Hütten-Revier).  
 - Ilse, desgl. desgl. in Poln. Lissa (für die Glogau-Posener Bahn).  
 - Niemann, desgl. desgl. in Breslau (für die Strecke Breslau-Lissa).  
 - Dircksen, desgl. desgl. in Kattowitz (für die Strecke Cosel-Landesgrenze).  
 - Rumschöttel, Eisenbahn-Baumeister in Stargard.

g. Bei der Wilhelmsbahn (Cosel-Oderberg).

- Hr. Oberbeck, Eisenbahn-Director, technisches Mitglied der Direction in Ratibor.  
 - Luck, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector daselbst.  
 - Bormann, Eisenbahn-Baumeister in Ratibor.

6) Bei Königlichen Commissionen.

a. Für den Bau der schlesischen Gebirgsbahn.

- Hr. Malberg, Reg.- und Baurath in Görlitz (s. oben bei 5b.)  
 - Plathner, Eisenbahn-Bauinspector daselbst.

b. Für den Bau der Heppens-Oldenburger Eisenbahn.

- Hr. Mellin, Eisenbahn-Bauinspector, erstes und technisches Mitglied der Commission in Oldenburg.

7) Beim Polizei-Präsidium zu Berlin.

- Hr. Heidman, Reg.- und Baurath in Berlin.  
 - Afsmann, Bauinspector daselbst.  
 - Meyer, desgl. daselbst.

8) Bei der Ministerial-Bau-Commission zu Berlin.

- Hr. Herrmann, Reg.- und Baurath in Berlin.  
 - Wilmanns, Baurath daselbst.  
 - Schrobitz, Bauinspector daselbst.  
 - Lohse, Hof-Baurath daselbst.  
 - Cremer, Bauinspector daselbst.  
 - Blankenstein, desgl. daselbst.  
 - Lanz, Strafsen-Inspector daselbst.

9) Bei der Regierung zu Königsberg in Pr.

- Hr. Puppel, Geheimer Regierungsrath in Königsberg.  
 - Oppermann, Reg.- und Baurath daselbst.  
 - Brinkmann, Baurath, Ober-Bauinspector daselbst.  
 - Bertram, Baurath in Braunsberg.  
 - Steencke, Baurath in Zölz bei Saalfeld.  
 - Lettgau, Wasser-Bauinspector in Labiau.  
 - Hecker, Schloß-Bauinspector in Königsberg.  
 - Bleeck, Hafen-Bauinspector in Memel.  
 - Frey, desgl. in Pillau.  
 - Schultz, Theodor, Bauinspector in Königsberg.  
 - Kirchhoff, desgl. daselbst.  
 - v. Zschock, desgl. in Ortelsburg.  
 - Pollack, desgl. in Hohenstein.  
 - Hoffmann, Frd. Willh., Kreis-Baumeister in Pr. Holland.  
 - Meyer, desgl. in Memel.  
 - Mottau, desgl. in Rastenburg.  
 - Ewermann, desgl. in Pr. Eylau.  
 - Alsen, desgl. in Bartenstein.  
 - Möller, desgl. in Wehlau.  
 - Jester, desgl. in Heilsberg.

10) Bei der Regierung zu Gumbinnen.

- Hr. v. Derschau, Reg.- und Baurath in Gumbinnen.  
 - Schack, Ober-Bauinspector daselbst.

Zeitschr. f. Bauwesen. Jahrg. XVI.

- Hr. Fütterer, Wasser-Bauinspector in Tilsit.  
 - Schäffer, Wasser-Bauinspector in Kukerneze.  
 - Dallmer, Bauinspector in Gumbinnen.  
 - Knorr, desgl. in Lyk.  
 - Becker, desgl. in Insterburg.  
 - Zicks, Kreis-Baumeister in Tilsit, für den Baukreis Heydekrug.  
 - Zacher, desgl. in Lötzen.  
 - Schultz, H. Aug., desgl. in Johannisburg.  
 - v. Schon, desgl. in Sensburg.  
 - Gronwald, desgl. in Goldapp.  
 - Schmarsow, desgl. in Darkehmen.  
 - Eitner, desgl. in Tilsit.

11) Bei der Regierung zu Danzig.

- Hr. Spittel, Geh. Regierungsrath in Danzig.  
 - Giersberg, Ober-Bauinspector daselbst.  
 - Klopsch, Wasser-Bauinspector in Elbing.  
 - Ehrenreich, Hafen-Bauinspector in Neufahrwasser.  
 - Gersdorff, Rob. Aug., Wasser-Bauinspector in Marienburg.  
 - König, desgl. in Danzig.  
 - Zeidler, Bauinspector in Danzig.  
 - Fromm, Kreis-Baumeister in Berent.  
 - Bachmann, desgl. in Pr. Stargardt.  
 - Blaurock, desgl. in Neustadt in W.-Pr.  
 - Nath, desgl. in Elbing.  
 - Baumgart, desgl. in Carthaus.

12) Bei der Regierung zu Marienwerder.

- Hr. Schmid, Geh. Regierungsrath in Marienwerder.  
 - Henke, Reg.- und Baurath daselbst.  
 - Erdmann, Baurath daselbst.  
 - Rauter, Bauinspector in Graudenz.  
 - Berndt, Wasser-Bauinspector in Culm.  
 - Gericke, Bauinspector in Marienwerder.  
 - Luchterhandt, Kreis-Baumeister in Schwetz.  
 - Ammon, desgl. in Schlochau.  
 - Schmundt, desgl. in Rosenberg.  
 - Passarge, desgl. in Strassburg.  
 - Alisch, desgl. in Conitz.  
 - Kozlowski, Land-Baumeister in Marienwerder.  
 - Kühne, Kreis-Baumeister in Deutsch-Crone.  
 - Kleifs, desgl. in Thorn.

13) Bei der Regierung zu Posen.

- Hr. Butzke, Reg.- und Baurath in Posen.  
 - Koch, Baurath, Ober-Bauinspector daselbst.  
 - Schinkel, Baurath daselbst.  
 - Laake, desgl. in Lissa.  
 - Kasel, desgl. in Ostrowo.  
 - Schuster, Wasser-Bauinspector in Posen.  
 - v. Gropp, Kreis-Baumeister in Krotoschin.  
 - Langerbeck, desgl. in Wreschen.  
 - Schönenberg, desgl. in Samter.  
 - Röse, desgl. in Kosten.  
 - Helmeke, desgl. in Meseritz.  
 - Plath, desgl. in Obornik.  
 - N. N. desgl. in Birnbaum.

14) Bei der Regierung zu Bromberg.

- Hr. Gerhardt, Reg.- und Baurath in Bromberg.  
 - Meyer, Baurath, Ober-Bauinspector daselbst.  
 - Crüger, Baurath in Schneidemühl, für d. Baukreis Schönlanke.  
 - Orthmann, Baurath in Bromberg.  
 - Köbke, Bauinspector in Bialosliwie, für den Baukreis Wirsitz.  
 - Winchenbach, desgl. in Bromberg.  
 - Geyer, desgl. in Gnesen.  
 - Quassowski, Kreis-Baumeister in Bromberg, für den Baukreis Wongrowice.  
 - Voigtel, Max, desgl. in Inowraclaw.

15) Bei der Regierung zu Stettin.

- Hr. Homann, Reg.- und Baurath in Stettin.  
 - Herr, desgl. daselbst.

- Hr. Lentze, Carl Ludw., Baurath in Stargard.  
 - Borchardt, Wasser-Bauinspector in Swinemünde.  
 - Nicolai, Bauinspector in Demmin.  
 - Wernekinck, Wasser-Bauinspector in Stettin.  
 - Thömer, Bauinspector daselbst.  
 - Wernicke, desgl. in Stargard.  
 - Fischer, Kreis-Baumeister in Naugard.  
 - Alberti, desgl. in Anclam.  
 - Wellmann, desgl. in Greifenhagen.  
 - Schumann, desgl. in Pasewalk.  
 - Brecht, Land-Baumeister in Stettin.  
 - Petersen, Kreis-Baumeister in Cammin.

## 16) Bei der Regierung zu Cöslin.

- Hr. Weishaupt, Reg.- und Baurath in Cöslin.  
 - Pommer, Baurath, Ober-Bauinspector daselbst.  
 - Moek, Wasser-Bauinspector in Colberger-Münde.  
 - DREWITZ, Bauinspector in Stolp.  
 - Döbbel, desgl. in Belgard.  
 - Ehrhardt, desgl. in Cöslin.  
 - Laessig, Kreis-Baumeister in Dramburg.  
 - Reinhardt, desgl. in Neu-Stettin.  
 - Frick, desgl. in Bütow.  
 - Neumann, Land-Baumeister in Cöslin.  
 - Nünnecke, Kreis-Baumeister in Schlawe.  
 - Siehr, desgl. in Lauenburg.

## 17) Bei der Regierung zu Stralsund.

- Hr. v. Dömming, Reg.- und Baurath in Stralsund.  
 - Trübe, Bauinspector daselbst.  
 - Baensch, desgl. daselbst (für den Wasserbau).  
 - Westphal, Kreis-Baumeister in Greifswald.  
 - Kirchhoff, desgl. in Grimmen.

## 18) Bei der Regierung zu Breslau.

- Hr. Koppin, Reg.- und Baurath in Breslau.  
 - Pohlmann, desgl. daselbst.  
 - Brennhausen, desgl. daselbst.  
 - Martins, Baurath, Wasser-Bauinspector in Breslau.  
 - Blanckenhorn, Bauinspector in Brieg.  
 - Versen, Wasser-Bauinspector in Steinau.  
 - Rosenow, Bauinspector in Breslau.  
 - Gandtner, desgl. in Schweidnitz.  
 - Zöllffel, desgl. daselbst, für die Wege-Bauinspektion Reichenbach.  
 - Muyschel, desgl. in Glatz.  
 - v. Morstein, desgl. in Breslau.  
 - Arnold, Kreis-Baumeister in Neumarkt.  
 - v. Rapacki, Wege-Baumeister in Schweidnitz für den Baukreis Freiburg.  
 - v. Damitz, Kreis-Baumeister in Habelschwerdt.  
 - Woas, desgl. in Trebnitz.  
 - Knorr, desgl. in Strehlen.  
 - Haupt, desgl. in Oels.  
 - Klein, Aug. Ferd., desgl. in Wohlau.  
 - Sieger, Land-Baumeister in Breslau.

## 19) Bei der Regierung zu Liegnitz.

- Hr. Bergmann, Reg.- und Baurath in Liegnitz.  
 - Möller, Ober-Bauinspector daselbst.  
 - Simon, Bauinspector in Glogau.  
 - Hamann, Baurath in Görlitz.  
 - Münter, desgl. in Liegnitz.  
 - Wolff, Bauinspector daselbst.  
 - Lange, Wasser-Bauinspector in Glogau.  
 - Müller, Bauinspector in Hirschberg.  
 - Werder, Kreis-Baumeister in Sagan.  
 - Pohl, desgl. in Löwenberg.  
 - Dörner, desgl. in Landshut.  
 - Klindt, desgl. in Grünberg.  
 - Kaupisch, desgl. in Lauban.  
 - Wronka, desgl. in Bunzlau.

- Hr. Berring, Kreis-Baumeister in Hoyerswerda.  
 - Schiller, desgl. in Goldberg.  
 - N. N., Land-Baumeister in Liegnitz.

## 20) Bei der Regierung zu Oppeln.

- Hr. Kronenberg, Reg.- und Baurath in Oppeln.  
 - N. N., desgl. daselbst.  
 - Illing, Baurath in Neisse.  
 - Gabriel, desgl. in Gleiwitz.  
 - Linke, desgl. in Ratibor.  
 - Albrecht, Bauinspector in Oppeln, für den Landbau.  
 - Sasse, desgl. daselbst, für den Wasserbau.  
 - Zickler, Kreis-Baumeister in Cosel.  
 - Alsmann, desgl. in Gleiwitz.  
 - Hannig, desgl. in Beuthen.  
 - Runge, desgl. in Leobschütz.  
 - Brunner, desgl. in Pleß.  
 - N. N., desgl. in Rosenberg.

## 21) Bei der Regierung zu Potsdam.

- Hr. Horn, Reg.- und Baurath in Potsdam (s. oben bei 2).  
 - Briest, desgl. daselbst (s. oben bei 2).  
 - Treplin, Baurath, Ober-Bauinspector daselbst.  
 - Becker, Bauinspector in Berlin.  
 - v. Rosainsky, desgl. in Perleberg.  
 - Blew, desgl. in Angermünde.  
 - Schneider, desgl. in Brandenburg.  
 - Gerndt, desgl. in Jüterbogk.  
 - Stappenbeck, desgl. in Königs-Wusterhausen.  
 - Jacobi, desgl. in Potsdam.  
 - Kranz, desgl. in Berlin.  
 - Kiesling, Wasser-Bauinspector in Havelberg.  
 - Herzer, Bauinspector in Prenzlau.  
 - Wohlbrück, Wasser-Bauinspector in Grafenbrück.  
 - Vogler, Bauinspector in Charlottenburg.  
 - Maafs, Wasser-Bauinspector in Thiergartenschleuse bei Oranienburg.  
 - Buttmann, Kreis-Baumeister in Treuenbrietzen.  
 - Wedecke, desgl. in Pritzwalk, für den Baukreis Kyritz.  
 - Becker, desgl. in Friesack.  
 - Kromrey, desgl. in Gransee.  
 - Wilberg, Wasser-Baumeister in Lenzen.  
 - Dürstehaupt, Kreis-Baumeister in Freienwalde.  
 - Natus, Wasser-Baumeister in Coepenick.  
 - Vogt, Land-Baumeister in Potsdam.

## 22) Bei der Regierung zu Frankfurt a. O.

- Hr. Philippi, Geh. Regierungsrath in Frankfurt.  
 - Flaminius, Reg.- und Baurath daselbst.  
 - Krause, Baurath in Sorau, für die Bauinspektion Sommerfeld.  
 - Henff, Wasser-Bauinspector in Frankfurt.  
 - Elsner, Bauinspector in Lübben.  
 - Wintzer, desgl. in Cottbus.  
 - Michaelis, desgl. in Frankfurt (für die Chausseen).  
 - Lüdke, desgl. daselbst.  
 - Beuck, Wasser-Bauinspector in Crossen.  
 - Bürkner, Bauinspector in Friedeberg i. d. N.  
 - Peters, desgl. in Landsberg a. d. W.  
 - Bohrdt, Kreis-Baumeister in Züllichau.  
 - Cochius, Friedr. Wilh., desgl. in Cüstrin.  
 - Ebel, desgl. in Zielenzig.  
 - Treuhaupt, desgl. in Königsberg i. d. N.  
 - Feeder, Wasser-Baumeister in Cüstrin.  
 - Wolff, Land-Baumeister in Frankfurt.

## 23) Bei der Regierung zu Magdeburg.

- Hr. Rosenthal, Geheimer Regierungsrath in Magdeburg.  
 - Hirschberg, Reg.- und Baurath daselbst.  
 - Reusing, Baurath in Burg.

- Hr. Pelizaeus, Bauinspector in Halberstadt.
- Pickel, desgl. in Magdeburg.
  - Rathsam, desgl. daselbst (für die Chausseen).
  - Crüsemann, desgl. in Halberstadt (für die Chausseen).
  - N. N., Wasser-Bauinspector in Magdeburg.
  - Kozlowsky, Bauinspector in Genthin.
  - Pflughaupt, Kreis-Baumeister in Stendal.
  - Detto, desgl. in Genthin.
  - Wagenführ, desgl. in Salzwedel.
  - Treuding, desgl. in Neuhaldensleben.
  - Freund, desgl. in Schönebeck.
  - Heyn, Wasser-Baumeister in Stendal.
  - Marggraff, Kreis-Baumeister in Oschersleben.
  - Hefs, desgl. in Gardelegen.
  - Lipke, Land-Baumeister in Magdeburg.

## 24) Bei der Regierung zu Merseburg.

- Hr. Ritter, Geh. Regierungsrath in Merseburg.
- Lüddecke, Reg.- und Baurath daselbst.
  - Dolcius, Baurath in Torgau.
  - Schönwald, desgl. in Naumburg.
  - Nordtmeyer, Bauinspector in Eisleben.
  - Schulze, Ernst Fried. Mart., desgl. in Artern.
  - Cuno, Wasser-Bauinspector in Torgau.
  - Steinbeck, Bauinspector in Halle.
  - Sommer, desgl. in Zeitz.
  - Deutschmann, desgl. in Wittenberg.
  - Meyer, desgl. in Liebenwerda.
  - Treuding, desgl. in Merseburg.
  - Klaproth, Kreis-Baumeister in Bitterfeld.
  - Wolff, desgl. in Halle.
  - Schmieder, desgl. in Sangerhausen.
  - de Rège, desgl. in Weisensefeld.
  - Gebauer, desgl. in Delitzsch.
  - Bader, Land-Baumeister in Merseburg.

## 25) Bei der Regierung zu Erfurt.

- Hr. Drewitz, Reg.- und Baurath in Erfurt (s. oben bei 2).
- Lünzner, Bauinspector in Heiligenstadt.
  - Schulze, desgl. in Nordhausen.
  - Reissert, desgl. in Erfurt.
  - Rickert, desgl. in Mühlhausen.
  - N. N., desgl. in Schleusingen.
  - Pabst, Land-Baumeister und Professor in Erfurt.
  - Wertens, Kreis-Baumeister in Weissensee.
  - Trainer, desgl. in Ranis.
  - Hartmann, desgl. in Worbis.

## 26) Bei der Regierung zu Münster.

- Hr. Borggreve, Reg.- und Baurath in Münster.
- Plate, Baurath, Ober-Bauinspector daselbst.
  - Dyckhoff, Baurath in St. Mauritz bei Münster.
  - Borggreve, desgl. in Hamm.
  - Hauptner, Bauinspector in Münster.
  - Spannagel, desgl. in Recklinghausen.
  - von der Goltz, Kreis-Baumeister in Steinfurt.
  - Held, desgl. in Coesfeld.
  - Baltzer, desgl. in Rheine.

## 27) Bei der Regierung zu Minden.

- Hr. Nietz, Geheimer Regierungsrath in Minden.
- Monjé, Reg.- und Baurath daselbst.
  - Fessel, Baurath, Ober-Bauinspector daselbst, commissarisch.
  - Kruse, Bauinspector in Bielefeld.
  - Winterstein, desgl. in Höxter.
  - Pietsch, desgl. in Minden.
  - Wendt, Kreis-Baumeister in Paderborn.
  - Stahl, desgl. in Minden.
  - Cramer, desgl. in Warburg.
  - Westphal, desgl. in Büren.

## 28) Bei der Regierung zu Arnberg.

- Hr. Prange, Geh. Regierungsrath in Arnberg (s. oben bei 2).
- Buchholtz, Baurath, Ober-Bauinspector daselbst.
  - Büchler, Bauinspector in Brilon.
  - Dieckmann, desgl. in Hagen.
  - Blanckenhorn, desgl. in Siegen.
  - Uhlmann, desgl. in Soest.
  - Haege, desgl. in Arnberg.
  - Oppert, Kreis-Baumeister in Iserlohn.
  - Siemens, desgl. in Hamm.
  - Staudinger, desgl. in Olpe.
  - Westermann, desgl. in Meschede.
  - Heinemann, desgl. in Altena.
  - Haarmann, desgl. in Bochum.
  - Genzmer, desgl. in Dortmund.
  - Rotmann, desgl. in Lippstadt.
  - Schulze, Land-Baumeister in Arnberg.
  - N. N., Kreis-Baumeister in Berleburg.

## 29) Bei dem Ober-Präsidium und der Regierung zu Coblenz.

- Hr. Nobiling, Geh. Regierungsrath und Rheinstrom-Bau-Director, in Coblenz.
- Butzke, Baurath und Rhein-Schiffahrts-Inspector daselbst.
  - Schmidt, Ernst, Wasser-Baumeister daselbst.

## Hr. Junker, Reg.- und Baurath in Coblenz.

- Uhrich, Bauinspector daselbst.
- Conradi, desgl. in Creuznach.
- Hipp, Wasser-Bauinspector in Coblenz.
- Kraft, Kreis-Baumeister in Mayen.
- Bierwirth, desgl. in Altenkirchen.
- Bormann, desgl. in Wetzlar.
- Clotten, desgl. in Neuenahr.
- Neumann, desgl. in Simmern.
- Schmid, Wasser-Baumeister in Cochem.
- Denninghoff, Land-Baumeister in Coblenz.
- Ruhnau, Kreis-Baumeister in Neuwied.

## 30) Bei der Regierung zu Düsseldorf.

- Hr. Müller, Reg.- und Baurath in Düsseldorf.
- Krüger, desgl. daselbst.
  - Willich, Wasser-Bauinspector in Rees, für die Bauinspection in Wesel.
  - Kayser, Wasser-Bauinspector in Ruhrort.
  - Heuse, Bauinspector in Elberfeld.
  - Hild, Wasser-Bauinspector in Düsseldorf.
  - Schrörs, Bauinspector daselbst.
  - Laur, desgl. in Lennep.
  - Kind, desgl. in Essen.
  - Weise, desgl. in Neufs.
  - van den Bruck, Kreis-Baumeister in Solingen.
  - Lange, Friedr. Wilh., desgl. in Crefeld.
  - Cuno, desgl. in Xanten, für den Baukreis Geldern.
  - Lange, Franz, desgl. in Gladbach.
  - Guibert, desgl. in Düsseldorf.
  - Benoit, desgl. in Wesel.
  - Schulze, Land-Baumeister in Düsseldorf.
  - Engelhardt, Kreis-Baumeister in Cleve.

## 31) Bei der Regierung zu Cöln.

- Hr. Gottgetreu, Reg.- und Baurath in Cöln.
- Schopen, Bauinspector daselbst.
  - Dieckhoff, desgl. in Bonn.
  - Michaelis, Wasser-Bauinspector in Cöln.
  - Werner, Kreis-Baumeister in Bonn, für den Baukreis Euskirchen.
  - Sepp, desgl. in Deutz.
  - Küster, desgl. in Gummersbach.
  - Krokisius, desgl. in Cöln.
  - Brandenburg, desgl. in Siegburg.



- Böttcher, Land-Baumeister in Cöln.
- N. N., Kreis-Baumeister in Waldbroel.

### 32) Bei der Regierung zu Trier.

- Hr. Giese, Reg.- und Baurath in Trier.
- Seyffarth, Baurath, Ober-Bauinspector daselbst.
  - Dresel, Bauinspector in Saarbrücken.
  - Opel, desgl. in Wittlich.
  - Geißler, desgl. in Trier.
  - Ritter, Kreis-Baumeister in Trier,
  - Müller, desgl. in Prüm.
  - Köppe, desgl. in Saarburg.
  - Haustein, desgl. in St. Wendel.
  - Sachse, desgl. in Bitburg.
  - Lieber, desgl. in Mülheim a. Mosel.
  - N. N., Land-Baumeister in Trier.

### B) General-Post-Amt.

#### Beim Telegraphen-Wesen.

- Hr. Elsasser, Reg.- und Baurath, technisches Mitglied der Telegraphen-Direction, in Berlin.

### C) Verwaltung für Handel und Gewerbe.

#### 1) Bei der technischen Deputation für Gewerbe.

- Hr. Wedding, Geh. Ober-Regierungsrath (s. oben bei A. 2).
- Brix, desgl. desgl.
  - Nottebohm, Geh. Ober-Baurath (s. oben bei A. 1a).

#### D) Verwaltung für Berg-, Hütten- und Salinen-Wesen.

- Hr. Redtel, Geh. Ober-Berg-rath in Berlin (s. oben bei A. 2).
- Schönfelder, Ober-Berg-rath, Baurath für sämtliche Ober-Berg-Amts-Districte, in Berlin.
  - Dieck, Baurath, im Ober-Berg-Amts-District Bonn, in Saarbrücken.
  - Flügel, Bauinspector, für einen Theil des Ober-Berg-Amts-Districts Halle, in Schönebeck bei Magdeburg.

## II. Im Ressort anderer Ministerien und Behörden:

### 1) Beim Hofstaate Sr. Majestät des Königs, beim Hofmarschall-Amte, beim Ministerium des Königlichlichen Hauses u. s. w.

- Hr. Hesse, Geheimer Ober-Hof-Baurath, in Berlin.
- Strack, Ober-Hof-Baurath und Professor in Berlin (s. oben bei I. A. 2).
  - Häberlin, Hof-Baurath in Potsdam.
  - v. Arnim, Hof-Baurath und Professor daselbst.

- Hr. Gottgetreu, Hof-Baurath in Potsdam, bei der Königl. Garten-Intendantur.

- Hr. Pasewaldt, Hofkammer- und Baurath in Berlin, bei der Hofkammer der Königl. Familiengüter.

- Hr. Langhans, Ober-Baurath, Architekt des Opernhauses, bei der General-Intendantur der Königl. Schauspiele.

### 2) Beim Finanz-Ministerium.

- Hr. Eytelwein, Wirkl. Geh. Ober-Finanzrath in Berlin (s. bei I. A. 2).
- Heinrich, Kreis-Baumeister, Ober-Geometer in Königsberg.

### 3) Beim Ministerium der geistlichen, Unterrichts- und Medicinal-Angelegenheiten, und im Ressort desselben.

- Hr. v. Quast, Geh. Regierungsrath, Conservator der Kunstdenkmäler, in Berlin (siehe oben bei I. A. 2).

### 33) Bei der Regierung zu Aachen.

- Hr. Krafft, Reg.- und Baurath in Aachen.
- Cremer, Baurath, Ober-Bauinspector daselbst.
  - Bäseler, Bauinspector in Heinsberg.
  - Märtens, desgl. in Aachen.
  - Castenholz, Kreis-Baumeister in Eupen.
  - Corlin, desgl. in Jülich.
  - Warsow, desgl. in Düren.
  - Nachtigall, desgl. in Schleiden.
  - Lichnock, desgl. in Malmedy.

### 34) Bei der Regierung zu Sigmaringen.

- Hr. Keller, Baurath, Ober-Bauinspector in Sigmaringen.
- Zobel, Kreis-Baumeister in Hechingen, Titular-Bauinspector.

#### 2) Bei dem Gewerbe-Institut.

- Hr. Nottebohm, Geh. Ober-Baurath und Director des Instituts.
- Manger, Bauinspector und Professor.
  - Lohde, Professor.

- Hr. Schwarz, Bauinspector, für einen Theil des Ober-Berg-Amts-Districts Breslau, in Gleiwitz.
- Hesse, Bauinspector, für einen Theil des Ober-Berg-Amts-Districts Breslau, zu Königshütte.
  - Oesterreich, Baumeister, für einen Theil des Ober-Berg-Amts-Districts Halle, in Dürrenberg.
  - Neufang, desgl., für einen Theil des Ober-Berg-Amts-Districts Bonn, in Saarbrücken.

- Hr. Voigtel, Bauinspector in Cöln, leitet den Dombau daselbst.
- Müller, Baumeister und Lehrer an der staats- und landwirthschaftlichen Akademie zu Eldena.

#### 4) Im Ressort des Ministeriums des Innern.

- Hr. Scabell, Geh. Regierungsrath, Brand-Director in Berlin.

#### 5) Beim Kriegs-Ministerium und im Ressort desselben.

- Hr. Fleischinger, Geh. Ober-Baurath in Berlin (s. o. bei I. A. 2).
- Bölke, Baurath, Inhaber der ersten Baubeamten-Stelle für das Garnison-Bauwesen in Berlin und Charlottenburg, in Berlin.
  - Zober, Land-Baumeister daselbst.
  - Böckler, desgl. f. d. Garnison-Bauwesen in Potsdam.
  - Pflaume, desgl. in Cöln.
  - Steuer, Baumeister, für die 2te Stelle in Berlin.

#### 6) Im Ressort des Ministeriums für landwirthschaftliche Angelegenheiten.

- Hr. Wurffbain, Reg.- und Baurath in Erfurt.
- Röder, Wasser-Bauinspector in Berlin.
  - Michaelis, desgl. in Münster.
  - Schulemann, desgl. in Bromberg.
  - Klehmet, Wasser-Baumeister in Zossen.
  - Kuckuck, desgl. und commiss. Meliorations-Bauinspector in Petriken.
- Landes-Meliorations-Bauinspektoren.

#### 7) Im Ressort der Admiralität.

- Hr. Pfeffer, Geh. Admiralitäts-Rath in Berlin (s. o. bei I. A. 2).
- Göcker, Hafen-Bau-Director.
  - Herter, Admiralitäts-Rath in Berlin, Rath 4. Klasse.
  - Martiny, Land-Baumeister.

## 54ster Baubericht über den Ausbau des Domes zu Cöln.

Der Fortbau am nördlichen Thurme des Domes, seit dem 12. März 1864 begonnen, verblieb bis zum Eintritte des Frostwetters am 13. December v. J. die alleinige Aufgabe der Bauhätigkeit in den Steinmetzhütten wie auf den Baugerüsten, und ist innerhalb dieser Zeit der Aufbau der westlichen und nördlichen Thurmsseite bis zu dem reich verzierten Blättergurte fortgeführt worden.

Der im Laufe des Jahres 1864 hergestellte Mauerkörper hat bei einer Höhe von 20 Fufs einen cubischen Inhalt von ca. 50000 Cubikfufs Mauerwerk, dessen Außenfläche aus dem schwer zu bearbeitenden Obernkirchener Sandsteine bestehend, die Wölbungen der 4 Fenster des Erdgeschosses im nördlichen Thurme und die Anlagen reich verzierter Wimberge darüber enthält.

Während bei dem Aufbau der Strebesysteme am Kirchenschiffe die allseitig bearbeiteten Sandsteinquadern zugleich den Kern der schlanken Strebepfeiler bildeten, mußte bei dem Fortbau der Thürme, deren Dicke der Umfassungsmauern im Erdgeschoße im Mittel 12 Fufs und im ersten Stockwerke 10 Fufs beträgt, auf eine sorgfältige Ausmauerung, die in abwechselnden Schichten aus Basaltsteinen und Werksteinen besteht, Bedacht genommen werden. Im Laufe des Jahres 1864 wurde das aus dem Abbruche der Abschlussmauer zwischen Chor und Langschiff gewonnene gesammte Steinmaterial für die Ausmauerung des Thurmes größtentheils verwendet, und wird in Zukunft für Beschaffung von Tafel-Basalten wie auch eines billigen und dabei festen Hausteinmaterials Sorge getragen werden, das auf der Rheinischen Eisenbahn mittelst Extrazüge von der Nahe bereits in einigen Probelieferungen versuchsweise in geeigneter Qualität bezogen ist.

Die ausnahmsweise strenge Kälte des vergangenen Winters verschob die Wiederaufnahme der Versetzarbeiten am nördlichen Thurme bis zur Mitte April dieses Jahres, während in den offenen Bauhütten ungeachtet der bis zu 10 Grad gesteigerten Kälte die Bearbeitung der Werksteine ohne Unterbrechung fortgeführt ist. Einen großen Aufwand von Geld und Arbeitskraft erforderte die Herstellung des großen Blättergurtes, des Verdachungsgesimses und der Sockelschicht aus Obernkirchener resp. Stenzelberger Stein, und nahm die Bearbeitung dieser drei Schichten die größte Anzahl der Steinmetzen in Anspruch.

Dem Betriebsplane gemäß erfolgte demnächst die Bearbeitung der Werksteine für die vier großen Gurtbögen im Inneren des nördlichen Thurmes nebst der bis zur Verdachungsschicht heraufreichenden Uebermauerung derselben und die Neufertigung der Verblendungsquadern an der östlichen Thurmwand im Inneren der Thurmhalle.

Die Beschaffenheit dieses Bautheils war durch mangelhafte Construction bei der Ausführung, wie durch allseitige Verwitterung und das Eindringen der Pflanzen-Vegetation derart baulos geworden und dem Einsturze nahe, daß noch im Laufe des Winters die Niederlegung der Widerlagsbögen und der von dem Kerne der Mauer abgelösten Verblendungsschichten nothwendig erschien.

Mit der durchgreifenden Restauration dieser Mauermassen ist nunmehr die letzte Spur des traurigen Verfalls beseitigt, dem der Dom im Laufe von drei Jahrhunderten anheim gefallen war, und sind überall neue und feste Haltpunkte gewonnen, von denen aus die zum Tragen der gewaltigen Mauermassen bestimmten Bögen gespannt sind.

Während der Monate April und Mai d. J. ist sowohl die Ausführung der vier großen Gurtbögen nebst dem Mit-

telpfeiler und der Uebermauerung beendet, wie auch das Mauerwerk des Thurmes bereits um 4 Fufs erhöht worden, und kann bei einem günstigen Ausfalle der Dombau-Prämien-Collecte der Aufbau des nördlichen Thurmes um 30 Fufs für das Baujahr 1865 in Aussicht genommen werden.

Nachdem erst zu Ende September v. J. die meisten deutschen Bundesstaaten mit Ausschluß Oesterreichs die erbetene Genehmigung zum Vertriebe der Dombau-Prämien-Loose dem Central-Dombau-Verein zu Cöln ertheilt hatten, erschien die Zeit von wenigen Monaten bis zum Schlusse des Jahres 1864 zu kurz, um den Vertrieb eines Quantum von 500000 Loosen zu ermöglichen, umso mehr auch die mit dem Vorstande der deutschen Kunstgenossenschaft zu Weimar eingeleiteten Verhandlungen erst im Januar 1865 so weit gediehen waren, daß eine Ausstellung von Werken lebender deutscher Künstler im hiesigen Museum, aus welcher Gemälde bis zu einem Betrage von 30000 Thlr. gemäß des Allerhöchst genehmigten Planes für die Dombau-Prämien-Collecte zu erwerben sind, eröffnet werden konnte.

Die demnächst ertheilte Concession des Vertriebes der Dombau-Loose in den K. K. Oesterreichischen Staaten veranlaßte den Verwaltungs-Ausschuß des Central-Dombau-Vereines, die Ziehung der Dombau-Prämien-Collecte definitiv auf den 4. September c. festzusetzen, und hat in Ausführung dieses Beschlusses bereits der Ankauf von Kunstwerken aus der im Museum zu Cöln aufgestellten und von Künstlern aller deutschen Länder beschickten Gemälde-Ausstellung bis zu einem Geldbetrage von ca. 20000 Thlr. stattgehabt.

Durch die Höhe des Reinertrages dieser ersten Ziehung, sowie durch die fernere Allerhöchsten Orts zu erbittende Genehmigung einer Prämien-Collecte auf die Dauer von 8 Jahren wird eine entsprechende Beschleunigung der Bauarbeiten und die in Aussicht genommene Vollendung der beiden Westthürme des Cölner Domes innerhalb 10 Jahre wesentlich bedingt sein.

Während somit für den Fortbau des Domes allseitig das Interesse in Deutschland rege erhalten und durch die Erfolge der Bauhätigkeit in den letzten vier Jahren sichtbar gesteigert ist, verdankt die Dombausache wiederum den in Cöln domicilirten anonymen Gesellschaften eine wesentliche Förderung durch Beseitigung der sämmtlichen, die Domkirche an der Nord- und Ostseite verdeckenden Gebäude und Anlagen.

Durch einen am 23. December 1863 unterzeichneten Vertrag verpflichteten sich das Metropolitan-Domcapitel, die Direction der Feuerversicherungs-Gesellschaft Colonia, die Direction der Cöln-Mindener Eisenbahn-Gesellschaft, der Verwaltungsrath der Gymnasial-Fonds und der Studienstiftungen und die Stadt Cöln zur kostenfreien Niederlegung der sämmtlichen den benannten Gesellschaften und Corporationen eigenthümlich gehörigen und auf der Nord- und Ostseite der Domkirche belegenen Gebäude, und soll das gewonnene Terrain theils zu einer durch massive Futtermauern aus Haustein und Freitreppen begrenzten Domterrasse, theils zu Garten- und Straßens-Anlagen am Fusse derselben verwendet werden.

Auf Grund des von dem unterzeichneten Dombaumeister bereits am 1. März 1863 dem hochwürdigen Metropolitan-Domcapitel vorgelegten generellen Situationsplanes und der später bei Zusammentritt einer Commission zum Entwurfe eines Vertrages hinzugefügten Detail-Skizzen, welche Entwürfe zu den Treppen-Anlagen in drei verschiedenen Lösungen enthielten, ist mit allseitiger Zustimmung der beteiligten Gesellschaften und Corporationen der dem Vertrage vom 23. De-

cember 1863 beigefügten Situationsplan ausgearbeitet und zur Ausführung genehmigt worden.

Der Abbruch des Schul-Verwaltungsgebäudes, des Verwaltungsgebäudes der Gesellschaft Colonia und der Cöln-Mindener Eisenbahn-Gesellschaft in der Trankgasse, sowie des daselbst belegenen früheren Dompastoratsgebäudes erfolgte dem Vertrage gemäß bis zum März d. J., und steht die sofortige Inangriffnahme und Fortführung der Bauarbeiten zu den Futtermauern und Freitreppen, nachdem die von der Dombaubehörde den höheren Verwaltungsbehörden vorgelegten genauen Baupläne und Kostenberechnungen die allseitige Genehmigung erlangt haben, resp. zur Beschaffung der die Summe von ca. 40000 Thlr. erreichenden Baukosten die nöthigen Schritte gethan sind, demnächst in Aussicht.

Auch im Inneren des Domes ist nach Fortnahme der Abschlussmauer zwischen Chor und Langschiff und nach der provisorischen Aufstellung der Domorgel im Nordportale des Domes auf Anordnung der Erzbischöflichen Behörde die Anbringung eines Chorabschlusses in Verbindung mit einem Pfarraltare für nothwendig erachtet worden.

Da die Vorschläge, einen Lettner mit Orgel und Sängerbühne zwischen den beiden Chorpfeilern an Stelle der im Jahre 1863 beseitigten Abschlussmauer einzufügen, in der unter dem Vorsitze Seiner Eminenz des verewigten Cardinals von Geißel abgehaltenen Sitzung im Dome eine allseitige

Billigung nicht fanden, umso mehr auch die Stellung der Orgel und des Sängerkhore als kein Definitivum zu betrachten ist, so wurde die Errichtung eines provisorischen Pfarraltars von Holz, der zu beiden Seiten auf einer aus Holz geschnitzten Chorschranke an die Transeptpfeiler anzuschließen ist, für angemessen erachtet, und ist diese Anlage nach den speciellen Angaben der hierzu von dem hochwürdigen Metropolitan-Domcapitel bestellten Commission zur Ausführung gekommen. Es ist hierbei die Absicht ausgesprochen, dieses Provisorium so lange bestehen zu lassen, bis über die Stellung der Orgel und des Pfarraltars im Laufe der Zeit ein auf Erfahrung gegründeter definitiver Beschluss gefasst werden kann und die nöthigen Geldmittel zu einer der Würde der Domkirche entsprechenden Ausführung disponibel sein werden.

Laut Kassen-Abschluss der Königlichen Regierungs-Hauptkasse zu Cöln beläuft sich die Ausgabe für den Betrieb des Dombaues im Jahre 1864 im Ganzen auf 95967 Thlr. 15 Sgr. 10 Pf., zu welcher Summe noch ein an die genannte Kasse zurückzuzahlender Vorschuss von 10000 Thlr. hinzuzurechnen ist, so dass die aus Staats- und Vereinsbeträgen geflossenen Jahresbeiträge pro 1864 im Ganzen 105967 Thlr. 15 Sgr. 10 Pf. betragen.

Cöln, den 25. Mai 1865.

Der Dombaumeister  
Voigtel.

## Der eiserne Ueberbau der neuen Unterspree-Brücke bei Berlin im Zuge der Königlichen Bahnhof-Verbindungsbahn.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 38 bis 41 im Atlas.)

Die Brücke, mittelst welcher die um Berlin führende Bahnhof-Verbindungsbahn die Unterspree überschreitet, war bei ihrer Anlage nicht auf längere Dauer berechnet, und demgemäß aus einer leichten Holzconstruction, mit Ausnahme des mittleren, aus einer eisernen Gitter-Drehbrücke bestehenden Theiles, hergestellt worden. Im Laufe der Zeit wurde die bauliche Unterhaltung dieser Holzbrücke so kostspielig und die Baufähigkeit derselben nahm in solchem Maasse zu, dass die Ausführung einer neuen Brücke für die Verbindungsbahn zur unabwiesbaren Nothwendigkeit wurde. Einem solchen Neubau wäre wohl früher schon näher getreten, wenn das Bestehen der Verbindungsbahn selbst in ihrer jetzigen Lage nicht schon seit längerer Zeit in Frage gestellt und eine Hinauslegung derselben in weitere Entfernung von der Stadt eingeleitet gewesen wäre. Ohne ein in solcher Weise voraussichtlich bald nutzlos werdendes Bauwerk herstellen zu müssen, ist jedoch der beabsichtigte Zweck nunmehr dadurch erreicht worden, dass eine nach dem städtischen Bebauungsplan in unmittelbarer Nähe der Verbindungsbahn projectirte Straßensbrücke schon jetzt, früher als es wohl sonst bei der noch fehlenden Bebauung der angrenzenden Stadttheile geschehen sein würde, zur Ausführung gebracht, und zugleich mit zur einstweiligen Hinüberführung der Verbindungsbahn bis zu einer späteren gänzlichen Verlegung derselben benutzt wurde.

Es entstanden hieraus einige Eigenthümlichkeiten in der Anordnung des eisernen Ueberbaues der Brücke, auf welche noch zurückgekommen werden wird. Vorerst sei nur über die allgemeinen Verhältnisse des Bauwerks erwähnt, dass von demselben die Spree mit drei Oeffnungen von je 53 Fuß

3 Zoll l. W. und zwei auf beiden Seiten der Spree gelegene Uferstraßen mit Oeffnungen von je 40 Fuß 6 Zoll l. W. überbrückt werden. Die beiden mittleren Strompfeiler, wie auch die Stromseiten der beiden Uferpfeiler sind bis zu einer Höhe von  $2\frac{1}{2}$  Fuß über dem höchsten Wasserstande der Unterspree mit einer Bekleidung von Granit-Werksteinen versehen, über welcher das reine Ziegelmauerwerk anfängt. In letzterem sind die mittleren beiden Strompfeiler 7 Fuß, die beiden Uferpfeiler 11 Fuß und die beiden Landpfeiler 13 Fuß 4 Zoll stark, welche Maasse sich durch Bankettsätze bis auf eine untere Stärke von resp. 11 Fuß, 6 Fuß und  $18\frac{1}{4}$  Fuß vergrößern.

Die Richtung des Stromstrichs wird von der Brücke nicht ganz rechtwinklig gekreuzt, und ist, übereinstimmend mit den örtlichen Verhältnissen, die Abweichung vom rechten Winkel auf 8 Grad 32 Minuten angenommen worden.

Für die Höhenverhältnisse, namentlich auch mit Bezug auf die Bedürfnisse der Schifffahrt, waren die Feststellungen maassgebend, welche bei der unweit oberhalb gelegenen Brücke am Humboldthafen nach reiflichen Erwägungen getroffen worden waren. Wie bei dieser wurde von einer Durchfahrtsöffnung für die Schifffahrt mit einer beweglichen Brücke abgesehen, die drei Stromöffnungen vielmehr als fest zu überbrücken angenommen, und dabei die für die Schifffahrt frei zu lassende lichte Höhe über dem höchsten Wasserstande der Unterspree in der Mitte jeder der drei Stromöffnungen auf 10 Fuß 7 Zoll normirt. Nach dem Mühlenpegel zu Berlin liegt das kleinste Wasser der Unterspree auf +1', das Mittelwasser auf +3' 4", das Hochwasser auf +9' 2"; demnach ergab sich für die Unterkante des Brückenüberbaues in der

Mitte jeder Oeffnung eine Höhe am Pegel von  $+19' 9''$ , während die Oberkante des Pflasters, resp. der Schienen auf  $+22' 4''$  angenommen wurde. In den beiden Seitenöffnungen liegt die Unterkante des Ueberbaues in der Mitte der Oeffnung auf  $+20' 2''$ , so daß hier eine Höhe von 12 Fuß über den auf  $+8' 2''$  am Pegel liegenden Uferstraßen vorhanden ist.

Der eiserne Ueberbau der größeren Brücken-Oeffnungen ist in den Zeichnungen Bl. 39 bis 41 dargestellt. Für denselben ist das System schmiedeeiserner Bogenbrücken gewählt, und dabei, soviel bekannt, zum ersten Male in Deutschland, jedem Bogenträger je ein Charnier an den beiden Widerlagern und ein drittes im Scheitel gegeben worden.

Die Pfeilhöhe der Bögen ist  $\frac{1}{2}$  der Spannweite, und liegen in jeder Oeffnung, wie aus den Zeichnungen ersichtlich, 14 Bogenträger neben einander, von denen je zwei zunächst zur Unterstüzung des Eisenbahngleises dienende stärker angenommen sind.

Jeder Bogenträger besteht in seiner unteren bogenförmigen Gurtung aus zwei vertikalen Platten, an der äußeren Seite oben und unten durch angenietete Winkeleisen verstärkt, und durch Gitterwerk zu einer viereckigen kastenförmigen Röhre verbunden, der durch größere Höhe nach dem Auflager hin die erforderliche Verstärkung gegeben ist. Sowohl die senkrechten Stützen, wie auch die diagonalen Streben und Bänder der Bogenträger ließen sich, da sie aus I-Eisen gebildet sind, sehr bequem in feste Verbindung mit jener Kastenform durch Einführung in das Innere derselben und Vernietung mit den vertikalen Hauptplatten und deren Winkeleisen bringen.

Die untere Gurtung der Bogenträger ist polygonal, von einem Knotenpunkte der Construction zum andern, geradlinig gestaltet worden, um diese Gurtung ganz in der der Rechnung zu Grunde gelegten Weise ausschließlic auf Druck, nicht auch auf Biegung in Anspruch zu nehmen, wie es der Fall bei einer regelmäßigen Bogenform gewesen sein würde.

Die obere Gurtung der Bogenträger ist aus doppelten ]-Eisen gebildet, welche die Vertikalstützen und Diagonalstreben zu beiden Seiten umfassen und mit denselben fest verbunden sind.

Die Verstärkung der beiden unter dem Eisenbahngleise liegenden Träger ist durch stärker ausgewalzte Profile der Winkeleisen etc. für die untere Gurtung, die Vertikalstützen und Diagonalstreben erreicht, bei der oberen Gurtung dagegen durch Anwendung von Vertikalplatten, verstärkt durch Winkeleisen, weil auf diese die bedeutende Last der Triebäder der Maschinen mit beträchtlichen Belastungen einwirkt.

Bei den beiden kleineren Seitenöffnungen der Brücke sind für die oberen Gurtungen, die Stützen, Streben und Bänder der Bogenträger, dieselben Abmessungen wie bei denen der größeren Oeffnungen beibehalten worden, da deren Querschnitt sich durch die Rechnung nicht wesentlich geringer ergibt; nur bei den unteren Gurtungen, wo dies der Fall ist, wurde eine entsprechende Schwächung des Querschnitts vorgenommen.

Die Querverbindungen der einzelnen Bogenträger unter sich durch senkrechte und waagerechte Diagonalverstreben gehen aus den Zeichnungen hervor.

Die Charniere an den beiden Widerlagern und im Scheitel der Bögen sind vornehmlich wegen der für eiserne Bogenbrücken selbst bei geringeren Spannweiten so beträchtlichen und nachtheiligen Spannungen in Folge der Wärmeausdehnung und des Setzens der Construction bei starken Belastungen, angewendet worden. Zugleich wird jedoch auch durch diese drei Charniere die Wirksamkeit der das System in An-

spruch nehmenden Kräfte so vereinfacht, und das Wesen derselben in solcher Weise klar gelegt, daß es möglich ist, die Rechnung in einer mit der Wirklichkeit möglichst übereinstimmenden Weise durchzuführen und daraus eine zuverlässige Grundlage für die Gestaltung der einzelnen Constructionsteile zu gewinnen. Die Bogenconstruction wird durch Anwendung der Charniere in ein System von je zwei im mittleren Charniere sich gegeneinanderstemmenden balkenförmigen Trägern verwandelt; die Angriffspunkte der Kräfte am Widerlager wie in der Mitte des Bogens sind fest bestimmt, und die Einwirkung der Belastungen, namentlich auch der einseitigen, auf beide balkenförmige Träger genau bekannt. Ueber den Gang der Berechnung der Construction sei hier nur im Allgemeinen bemerkt, daß besonders mit Rücksicht auf die in den Diagonalen der Bogenträger wirkenden Kräfte die Berechnung in vierfacher Weise durchgeführt worden ist, und zwar

1. bei vollständiger zufälliger Belastung,
2. bei einer zufälligen Belastung auf  $\frac{1}{4}$  der Brücke,
3. desgl. auf  $\frac{1}{2}$  derselben,
4. desgl. auf  $\frac{1}{4}$  derselben.

Die Berechnung ist ferner auf directem Wege aus den auf die einzelnen Knotenpunkte der Construction bezogenen Momenten erfolgt, und bei der Straßenbrücke eine zufällige Belastung von 1 Ctr. pro  $\square$  Fuß und vorläufig ein Eigengewicht von  $2\frac{1}{4}$  Ctr. pro  $\square$  Fuß angenommen, welches sich nach vollständiger Ausarbeitung der Construction um ein Geringes kleiner herausstellte, während für die beiden stärkeren Träger der Eisenbahnbrücke eine Eigenlast von 2 Ctr. pro lfd. Fuß und eine zufällige Belastung von 30 Ctr. pro lfd. Fuß Gleise zu Grunde gelegt ist.

In Betreff der Wirksamkeit der Charniere bei Wärmeausdehnungen sei noch erwähnt, daß z. B. bei  $35^\circ$  Cels. Temperatur-Differenz das mittlere Charnier um  $0,36$  Zoll oder  $4,32$  Linien gehoben wird, und gleichzeitig die über den Seiten-Charnieren liegenden oberen Ecken der Bogenträger sich um  $\frac{1}{8}$  Zoll =  $1\frac{1}{2}$  Linien seitwärts schieben. Für die größte, zusammen auf  $65^\circ$  Cels. (von  $-20^\circ$  bis  $+45^\circ$ ) angenommene Temperatur-Differenz wird die Summe der Hebungen resp. Senkungen des mittleren Charniers etwas über  $\frac{1}{2}$  Zoll betragen, während die oberen Eckpunkte der Bogenträger sich um noch nicht ganz  $\frac{1}{4}$  Zoll hin und her bewegen werden.

Die Construction der Charniere erhellt aus den Detailzeichnungen derselben. Die gußeisernen Drehzapfen oder Bolzen, von 6 Zoll Durchmesser bei den größeren Mittelöffnungen und  $4\frac{1}{2}$  Zoll bei den kleineren Seitenöffnungen, sind in den Lagerflächen sorgfältig abgedreht und mit den ebenfalls gußeisernen Lagern zusammengeschliffen. Die Bolzen haben eine Wandstärke von  $2\frac{1}{2}$  Zoll resp.  $1\frac{3}{4}$  Zoll und würden hiermit stark genug sein, auch wenn der Druck sich auf nur 3 Zoll Breite des Bolzens concentrirte. Die Lager der mittleren Charnierbolzen haben kräftige Verstärkungsrippen, womit sie sich zwischen die an beiden Enden durch angenietete Bleche verstärkten Platten der Bögen setzen, mit denen sie durch starke Bolzen fest verschraubt sind. Damit letztere nicht auf Abscheeren in Anspruch genommen werden, sind die Löcher derselben oval gestaltet, und die beiden am äußersten Ende aufer durch die erwähnten Bleche auch noch durch Winkeleisen verstärkten Vertikalplatten der Bogengurtungen stützen sich direct gegen das gußeiserne Lager, mit dem sie genau zusammengearbeitet sind. An den Widerlagspfeilern setzen sich die Lager mit Platten mit  $1\frac{1}{2}$   $\square$  Fuß Fläche gegen kräftige Granitwerkstücke, welche den Druck hinreichend auf die Pfeiler vertheilen.

Die Straßensfahrbahn nebst den Trottoiren auf beiden Seiten der Brücke ist in der Weise hergestellt, daß gusseiserne ca. 2 Fuß breite Platten (s. Fig. 3a Bl. 40 u. Fig. 7 Bl. 41) auf den oberen Gurtungen der Bogenträger aufgelegt sind, und als Bodenplatten zur Aufnahme der Sandbettung dienen. Die Platten sind mit Verstärkungsrippen versehen, und damit die letzteren bei der geringen Höhe der Sandbettung dem Pflaster nicht zu nahe kommen, haben die Platten eine Biegung nach unten erhalten, zugleich zur besseren Abführung der durch das Straßenspflaster dringenden Feuchtigkeit mittelst eines kleinen mit einer Halbkugel aus porösem gebrannten Thon überdeckten Loches in der Mitte des Bodens. Jede Platte greift über die daneben gelegene mit einem dieselbe überdeckenden Falze fort, der das Durchfallen des Sandes verhindert und an einzelnen nicht ganz dichten Stellen noch mit Werg, in Theer getränkt, gedichtet worden ist.

Die Sandbettung wird auf beiden Seiten der Brücke begrenzt durch kastenförmige aufsen profilirte und mit den Bodenplatten verschraubte Gufsstücke, welche zur Befestigung der äußeren Reihe gusseiserner Consolen und zugleich zum Endauflager der Trottoirplatten dienen. Die Stärke der Sandbettung ist 6 Zoll bis 10 Zoll, das Pflaster besteht aus rechteckig behauenen Kopfsteinen, das Trottoir aus Granitplatten und die Rinnsteine aus Sandstein. Die Begrenzung der stromabwärts gelegenen Straßensbrücke gegen die oberhalb gelegene Eisenbahnbrücke ist durch eine kleine 10 Zoll starke mit Granitplatten abgedeckte Ziegelsteinmauer bewirkt. Auf der anderen Seite der Eisenbahnbrücke ist die Sandbettung unter dem Trottoir durch den Rinnstein neben demselben begrenzt.

Der stromaufwärts gelegene für die Verbindungs-Eisenbahn bestimmte Theil der Brücke hat zu diesem Zwecke 9 u. 10 Zoll starke Querswellen erhalten, welche unmittelbar auf den oberen Gurtungen der Bogenträger zwischen je zwei auf dieselben genieteten kurzen Winkeleisen liegen, und mit dem oberen Flansch der Gurtungen durch Bolzen fest verschraubt sind. Auf diesen 3 Fuß von Mitte zu Mitte entfernten Querswellen liegen Gufsstahlschienen des bei den preussischen Staatsbahnen üblichen 5 Zoll hohen Profils aus der Krupp'schen Fabrik. Ein  $2\frac{1}{2}$  Zoll starker parallel den Schienen liegender Bohlenbelag deckt diesen Theil der Brücke, und zwei leichte Eisengeländer sondern ihn von der Fahrbahn einerseits und dem Trottoir andererseits ab.

Die äußere Begrenzung der ganzen Brücke wird durch reicher verzierte aus Gufseisen hergestellte Geländer bewirkt, welchen auf den Pfeilerköpfen Traillen von gebranntem Thon entsprechen.

Ueber die Aufstellung des eisernen Ueberbaues dürfte noch zu erwähnen sein, daß dieselbe in folgender einfacher Weise zur Ausführung gelangte: Nachdem die einzelnen Bögen in der Fabrik des Unternehmers vollständig fertiggestellt, zusammengepaßt und ausgerichtet waren, wurden dieselben nach der Baustelle geschafft. Hier waren zwei Kähne nebeneinander fest verbunden zu einer Plattform, auf welcher ein großer Krahn einfacher und zweckmäßiger Construction aufgestellt war. Nachdem diese ganze Vorrichtung in eine Oeffnung gefahren und vor Anker gelegt war, wurde je ein halber Bogenträger hochgewunden und auf einer schwachen in der Höhe der Kämpfer erbauten horizontalen Rüstung abgestützt, der Charnierbolzen am Kämpfer in die vorher auf den Trägersteinen mit 4 Bolzen lose befestigte Widerlagsplatte eingelegt und die Bogenhälfte dagegen gestemmt. Nachdem dasselbe Verfahren bei der zweiten Bogenhälfte beobachtet worden war, wurde der Charnierbolzen am Scheitel eingelegt, und dann jede Bogenhälfte soweit herabgelassen,

daß beide sich durch Vermittelung der vorher noch durch Drehen mit den Lagern zusammengeschliffenen Charnierbolzen gegeneinander stemmten, und sodann die Unterstüzung durch die Rüstung von unten her ganz beseitigt. Der Aufstellung der anderen Bögen in derselben Weise folgte sodann das Einpassen und Vernieten der Querverbindungen wie der Diagonalverstreben, das Auflegen der Platten für die Straßensbrücke u. s. w.

Die Arbeiten am Unterbau der Brücke wurden begonnen am 21. Mai 1864, die Aufstellung des eisernen Ueberbaues begann am 3. April 1865 und wurde im Wesentlichen am 15. Mai d. J. beendet.

Gewicht und Kosten des eisernen Ueberbaues (mit Ausschluß der Geländer etc.) stellen sich folgendermaßen heraus:

Laufende No.	Gewicht		Geldbetrag	
	im Einzelnen Pfd.	im Ganzen Pfd.	Thlr.	Sg. Pf.
I. Schmiedeeisen.				
a. In den 3 Mittelöffnungen à 52' 3" l. W.				
1.	36 Bogenträger der Straßensbrücke . . . . .	145755		
2.	6 desgl. der Eisenbahnbrücke . . . . .	30294		
3.	Querverbindungen etc. . . . .	22963		
	Zusammen . . . . .		199012	
b. In den 2 Seitenöffnungen à 40' 6" l. W.				
4.	24 Bogenträger der Straßensbrücke . . . . .	65028		
5.	4 desgl. der Eisenbahnbrücke . . . . .	13378		
6.	Querverbindungen . . . . .	12638		
	Zusammen . . . . .		91044	
c. Außerdem bei der ganzen Brücke.				
7.	Diagonalen . . . . .	6127		
8.	Schwellenbolzen . . . . .	293 $\frac{1}{2}$		
9.	Steinanker . . . . .	1520		
10.	Blechplatten zum Ueberdecken des Anschlusses an das Pfeilermauerwerk . . . . .	4045		
11.	Schrauben zur Befestigung der Profilplatten mit Consolen, Scheiben dazu, Niete etc. . . . .	3016 $\frac{5}{8}$		
	Zusammen . . . . .		15001 $\frac{1}{2}$	
	Schmiedeeisen in Summa pro Ctr. 10 $\frac{7}{12}$ Thlr. . . . .		305057 $\frac{1}{8}$	
			32285	6 6
II. Bearbeitetes Gufseisen.				
12.	126 große Charnierbolzen der Mittelöffnungen . . . . .	5960		
13.	84 kleine desgl. der Seitenöffnungen . . . . .	2038		
14.	168 große Bolzenlager . . . . .	14112		
15.	112 kleine Bolzenlager . . . . .	5656		
16.	84 große Widerlagsplatten . . . . .	7108		
17.	56 kleine desgl. . . . .	3265		
	Latus . . . . .	38139	32285	6 6

Laufende No.		Gewicht		Geld- betrag		
		im Einzelnen	im Ganzen	Thlr.	Sg.	Pf.
		Pfd.	Pfd.			
	Transport	38139		32285	6	6
18.	323,82 lfd. Fufs Gesims-Profilplatten nebst Consolen in den 3 Mittelöffnungen . . .	35857				
19.	166,07 lfd. Fufs desgl. der 2 Seitenöffnungen . . . . .	18803				
	II. Bearbeitetes Gufseisen in Summa . . . . .		92799			
	pro Ctr. 6 Thlr. . . . .			5567	28	2
	III. Unbearbeitetes Gufseisen.					
20.	826 Stück grose Deckplatten	211200				
21.	118 Stück kleine desgl. . . .	18822				
22.	236 Stück Bordplatten mit äusserem Steg . . . . .	63754				
23.	12 Stück Abflufsrohre . . . .	597				
	III. Unbearbeitetes Gufseisen in Summa . . . . .		294373			
	pro Ctr. 4 Thlr. . . . .			11774	27	7
	IV. Blei.					
24.	Rohes Blei zum Hintergiefsen der Widerlagsplatten, Bolzen etc. . . . .	5147				
25.	Gewalztes Blei zu Unterlagen der Deckplatten auf den oberen Gurtungen . . . . .	4112				
	IV. Blei in Summa . . . . .		9259			
	pro Ctr. 10 $\frac{7}{8}$ Ctr. . . . .			979	27	4
	Summa im Ganzen . . . . .			50607	29	7

Die Gesamtkosten für das ganze Bauwerk betragen rund 140000 Thlr.

Nachdem das Bahngleise mit seiner Einfriedigung, sämtliche Trottoirplatten, die Rinnen und das Pflaster auf dem für den Strassenverkehr bestimmten Brückentheile aufgebracht worden waren, fand am 11. August 1865 die Probelastung des für den Bahnverkehr bestimmten Brückentheiles statt.

Zur Messung der dabei stattfindenden Durchbiegungen war in jeder Brückenöffnung, die mittlere der Schiffahrt wegen ausgenommen, und zwar unter jedem Scheitel-Charniere des mittleren stromaufwärts belegenen Eisenbahnträgers je ein Fühlhebel mit Armen, deren Längen im Verhältniß von 1:12 standen, angebracht, dessen Bewegungen an einer Scala mit Achtelzoll-Theilung abgelesen wurden.

In der dritten Stromöffnung und in der am rechtsseitigen Spreeufer belegenen Strassenöffnung wurden ausserdem noch unter jedem Knotenpunkt der unteren Trägergurtung Fühlhebel, deren Armlängen im Verhältniß von 1:10 standen, mit Zehntel-Scalen angebracht, um die Bewegungen dieser beiden Träger unter den verschiedenen Belastungen speciell zu beobachten.

Auf jede der beiden zuletzt genannten Brückenöffnungen, von denen die Stromöffnung eine lichte Weite von 52,25 Fufs, und die Strassenöffnung eine lichte Weite von 40,5 Fufs hat, sind zunächst leere Bahnwagen von 96 Ctr. Eigengewicht, sodann beladene Bahnwagen von 288 resp. 450 Ctr., Ladungs- und Eigengewicht zusammengerechnet, und schliesslich Tendermaschinen von je 718 Ctr. Gewicht aufgebracht worden.

Die Wagen hatten sämmtlich 12 Fufs Radstand und 24 Fufs Länge incl. Buffer, die Maschinen dagegen hatten einen Radstand von 5 Fufs 8 Zoll von Vorder- zur Mittel-Achse und von 6 Fufs 1 Zoll von Mittelachse zur Hinterachse, und 28 Fufs 9 Zoll Länge zwischen den Buffern.

Der Druck, welchen ein jedes Rad auf den beobachteten Träger ausübte, ist nach der Formel

$$S = P \frac{0,833^2 (2 \cdot 0,833 + 3 \cdot 2,25)}{2 \cdot 3,083^3} =$$

$$= 0,1 P$$

$$R = 0,9 P$$

berechnet und beträgt der Druck eines Rades:

1. von einem leeren Bahnwagen von 96 Ctr. Eigengewicht . . . . . 22 Ctr.
2. von einem beladenen Bahnwagen von 288 Ctr. Eigen- und Ladegewicht . . . . . 65 Ctr. und von 320 Ctr. Eigen- und Ladegewicht . 72 Ctr.
3. von einem beladenen Bahnwagen von 450 Ctr. Eigen- und Ladegewicht . . . . . 100 Ctr.
4. von einer zur Fahrt ausgerüsteten Tendermaschine:
  - a) an der Vorderachse . . . . . 124 Ctr.
  - b) an der Mittelachse . . . . . 127 Ctr.
  - c) an der Hinterachse . . . . . 73 Ctr.

Die Senkungen des Scheitel-Charniers, welche beobachtet wurden, betragen:

- in der ersten Strassenöffnung bei einer Belastung
- a) mit 2 leeren zusammengekuppelten Wagen, welche über dem Träger so aufgestellt waren, daß der Stofs der mittleren Buffer vertikal über dem Scheitel-Charnier lag, . . . . . 0,04 Zoll
  - b) mit 2 wie vorher sub 2) angegeben beladenen Bahnwagen, bei deren Stellung wie in a) . . . . . 0,16 -
  - c) mit 2 wie vorher sub 3) angegeben beladenen Bahnwagen, bei deren Stellung wie in a) . . . . . 0,23 -
  - d) mit 2 Tendermaschinen (sub 4), welche mit den Hinterachsen gegen einander gekehrt und dicht zusammengekuppelt über dem Träger so aufgestellt waren, daß der Stofs der Buffer vertikal über dem Scheitel-Charnier lag, . 0,20 -

in der ersten Stromöffnung

bei Belastungen von derselben Beschaffenheit und Reihenfolge:

- a) . . . . . 0,09 Zoll
- b) . . . . . 0,29 -
- c) . . . . . 0,36 -
- d) . . . . . 0,42 -

Bei den übrigen 3 Brückenöffnungen sind unter den gleichen Belastungen wenig abweichende Senkungen des Scheitel-Charniers beobachtet worden. Die Belastungen der Nebenöffnungen durch die beiden Bahnwagen von 450 Ctr. Gewicht, nach völliger Entlastung des Trägers über der Stromöffnung, machten sich durch ein Steigen der Scheitel-Charniere in den beobachteten Brückenbögen bemerklich.

Bei der Belastung der mittleren Stromöffnung mit beiden Maschinen in der vorher sub d) angegebenen Stellung stieg das Scheitel-Charnier:

- in der ersten Strassenöffnung von 40,5 Fufs lichter Weite 0,02 Zoll,
- in der ersten Stromöffnung von 52,25 Fufs lichter Weite 0,11 Zoll,
- in der dritten Stromöffnung von 52,25 Fufs lichter Weite 0,14 Zoll.

In der rechtsseitigen Strafsenöffnung ist die Steigung des Scheitel-Charniers nicht beobachtet worden.

Bei der Belastung der ersten Stromöffnung mit beiden Maschinen stieg das Scheitel-Charnier:

in der ersten Strafsenöffnung . . . . . 0,06 Zoll,

in der mittleren Stromöffnung . . . . . 0,08 Zoll.

Während der Belastungsversuche, die von Morgens 8 Uhr bis Nachmittags 2 Uhr dauerten, war die Temperatur in der Sonne von 16,5 bis 29 Grad R. gestiegen; dieser Umstand, sowie die wiederholten Bewegungen der Bögen auf- und abwärts, je nach der Belastung der einzelnen Brückenöffnungen,

veränderte die Lage der Nullpunkte bei den Scalen, an welchen die Bewegungen der Knotenpunkte beobachtet wurden. Die Lage der beobachteten unteren Trägergurtung in der Stromöffnung markirte sich schliesslich derartig, dass die linke Bogenhälfte höher, die rechte Bogenhälfte tiefer stand, als ursprünglich, und zwar war das beobachtete grösste Maass in ersterer  $-0,06$  Zoll, in letzterer  $+0,04$  Zoll. Das Scheitel-Charnier lag  $0,02$  Zoll unter dem Nullpunkte, von welchem bei der Beobachtung ausgegangen war.

Die Inbetriebnahme der Brücke fand am 21. August 1865 statt.

## Ueber Wasserbauanlagen in Irland

für Entwässerung, Binnenschiffahrt, Nutzbarmachung von Wasserkraft und Verbesserung der Fischerei.

(Mit Zeichnungen auf Blatt L bis Q im Text.)

In den „Annalen der Landwirthschaft“, Heft 5 und 6 des Jahrganges 1865, ist bereits der Bericht des Herrn Geheimen Ober-Regierungsrath Wehrmann über die Reise durch Irland, welche derselbe in des Herrn W. T. Mulvany und meiner Begleitung zur Besichtigung der grossen Meliorationswerke dieses Landes im Herbst 1864 unternommen hat, erschienen und sind in demselben aufser der Schilderung der national-ökonomischen Verhältnisse des Landes im Allgemeinen, die wirtschaftlichen und gesetzgeberischen Bedingungen behandelt, in Folge deren die grosartigen Bauten und sonstigen Capitalaufwendungen innerhalb der Jahre 1842 bis 1852 in Irland gemacht worden sind. Es ist in dem Berichte zugleich erwähnt, dass ich einen Reisebericht in technischer Beziehung liefern würde. Zur besseren Uebersicht habe ich es vorgezogen, keinen eigentlichen fortlaufenden Bericht zu geben, sondern eine Beschreibung der vorzüglichsten Anlagen in einzelnen Aufsätzen. Es repräsentirt ein jedes beschriebene Meliorationsobject eine besondere Gattung der Anlagen.

Die nachfolgenden Beschreibungen suchen hauptsächlich die Vorbedingungen und die davon abhängige technische Disposition der Wasserbauanlagen darzulegen.

Michaelis.

### I. Lough Neagh-District.

Eines der interessantesten und bedeutendsten Beispiele von Canalisirung und Entwässerung, Verbesserung der Fischerei und Gewinnung und Verbesserung von Wasserkraft ist die Behandlung des Lough Neagh, seiner Haupt-Zu- und Abflüsse.

Mit Ausnahme des Shannongebietes ist das des Lough Neagh das grösste der Wassersammelgebiete Irlands. Es nimmt einen grossen Theil des Nordostens ein, liegt inmitten der bevölkertsten und wohlhabendsten Provinz der Insel und begreift einen grossen Theil der Grafschaften Antrim, Down, Armagh, Monaghan, Tyrone und Londonderry in sich. Seine Grösse beträgt  $85 \square$  Meilen (ca.  $\frac{1}{4}$  der Grösse des Sammelgebietes der Weser bei Minden).

Der See, inmitten des Lough-Neagh-Gebietes, bildet ein grosses Sammelbassin, welchem von allen Seiten die Zuflüsse zuströmen. Er charakterisirt sich so auffallend als Centralbassin des Plateaus, dass selbst mit der Ausflusserinne parallel, aber ihrem Sohlengefälle entgegengesetzt, Flüsse dem Seebecken zuströmen. (S. Bl. L und M). Er ist gegen  $3,6$  Meilen lang,  $2,1$  Meilen breit und enthält ca.  $7\frac{1}{2} \square$  Meilen Flächeninhalt. Sein Wasserspiegel liegt  $45\frac{1}{2}$  Fufs über Niedrigwasser

der Springfluth bei Coleraine (an der Mündung des Bann), seine Tiefe reicht an manchen Stellen um 50 Fufs unter den Meeresspiegel.

Das Sammelgebiet des Lough Neagh wird umgrenzt in Osten und Nordosten von der litoralen Gebirgsreihe Irlands, welche zu Gipfeln von 1500 bis 1800 Fufs über Meereshöhe ansteigt und, wie das nördliche und östliche Sammelgebiet des Lough Neagh, der Trappformation angehört. Am Südrande des Trapp-Plateaus zieht sich eine tiefe Bodendepression herum, welche vom Lough Neagh bis zum Meerbusen des Belfast-Lough reicht und Gelegenheit zur Erbauung des Lagan-Canales gab. Die Depression ist so bedeutend, dass die Scheitelstrecke des Canales nur wenig über 110 Fufs über Meeresspiegel gelegt werden konnte. Am Rande des Trappgebirges treten die vom Trapp überdeckten Schichten der Kohlenformation auf, welche die Grundlage des irischen Plateaus bilden. Südlich von dieser Bodendepression treten die gehobenen Schichten des Silurischen Systems auf, welche Wasserscheide und Sammelgebiet des Neagh gegen Südosten bilden, mit einer starken Einkerbung, welche bis zur Carlingfordbay reichend, Gelegenheit zum Newry-Canale darbot, dessen Scheitel nur 21 Fufs über dem Neagh und 65 Fufs über dem Meere liegt.

Gegen Südosten steht das Neagh-Bassin durch eine 3 deutsche Meilen breite Mulde mit dem Centralplateau von Irland in unmittelbarer Verbindung. Diese Mulde enthält die mannigfaltigsten Gebilde der Kohlenformation, im Norden sogar inselartig die obere Kohlenformation mit bauwürdigen Flötzen. Der Nordrand der Niederung am See wird durch Tertiärformation gebildet.

Den Westen des Beckens schliessen die durch Granitmassen gehobenen metamorphischen und ältesten sedimentären Gesteine. Die dem See zuströmenden Flüsse haben um den See herum ein flaches Alluvialland gebildet, welches ein zum grossen Theile versumpftes, indessen je nach den Flussthellen in viele Theile zersplittertes Flachland um den See herum darstellte.

Dieses ist das hauptsächlich der Melioration durch Entwässerung bedürftige Terrain gewesen. Die Bodenbeschaffenheit des Flachlandes ist je nach der Natur des Flusmaterials der bewässernden Flüsse verschieden, im Süden, Osten und Nordosten herrscht Lehm- und Thonboden vor, im Nordwesten bringt der Moyola sandige Alluvionen.

Diesem gesammten Niederungslande konnte durch Tieferlegung des Seespiegels, sowie durch eine Regulirung seines

Abflusses, ebenso sämtlichen trägen Mündungszuflüssen der tributären Flustheile eine günstige Vorfluth gewährt werden. Kam hierzu noch eine Regulirung der Zuflüsse innerhalb ihres der Inundation ausgesetzten Thales, so war die Entwässerungsanlage für das Becken des Lough Neagh vollendet. Den Ausflufs desselben bildet der untere Bannflufs, welcher eine Senkung zwischen den Trapp-Plateaux von Antrim und Londonderry benutzend, in unfertigem Bette bald auf Meilenweite in tragem Laufe, bald in felsigen Stromschnellen brausend dem Meere zufließt und an 2 Stellen durch Felsenriffe unterbrochen wird, die den Strom kreuzen. Sein Sammelgebiet beträgt nur 15 □ Meilen und gehört gänzlich der Trappformation an. Bei Coleraine mündet er in die See; Ebbe und Fluth geht bis  $1\frac{1}{2}$  Meilen aufwärts, bis an den Fuß des ersten Riffes, dem s. g. „Cuts“ oder „Salmon leap“. Dieses Riff ist gegen 120 Ruthen breit und steigt an seinem unteren Ende jäh zur Mündungsstrecke ab. Es bildete gleichzeitig eben sowohl ein Vorfluthhinderniß für die oberhalb belegene Flufsstrecke, als auch eine Schranke für die Schifffahrtsverbindung zwischen der See und dem Flusse. Als Vorfluthhinderniß war es um so bedeutender, als eine gleichzeitige Stromverengung stattfand und die an der Stelle eingebauten Lachsänge das enge Strombett noch um mehr als ein Drittheil einschränkten.

Vom oberen Ende des Riffes bis zu den Movanagher rapids (Stromschnellen), der zweiten Hauptbarre, liegt der Flufs in einem gleichsam unfertigen Bette mit ausgedehnten tiefen, vom Flufsmaterial noch unausgefüllten Stellen und ausgedehnten Untiefen, letztere aus Geschieben bestehend, welche mehr durch Alluvionen der Seitenzuflüsse des Bann, als aus dem Flufsmaterial des letzteren gebildet erscheinen.

Bei Movanagher durchsetzte wiederum ein Riff den Flufs, an welches sich eine aus Kies und großen abgerundeten Steintrümmern (*boulder*) gebildete Untiefe anschloß. In den Movanagher rapids lag bei niedrigem Sommerwasser gegen 10 Fuß Gefälle. Sie bildeten ein ähnliches Vorfluth- und Schifffahrtshinderniß, wie der Salmon leap, und wurden, wie dieser durch Lachswehre, durch Aalwehre wesentlich verengt.

Ein anderes Vorfluthhinderniß in der über den Movanagher rapids belegenen Strecke bildete die zu enge Brücke von Kilrea, indem sie zur Anhäufung und Bildung von Untiefen Veranlassung gab.

Eine Viertelmeile oberhalb der Brücke von Kilrea befand sich die Hauptbarre des Bannflusses, welche ihren Einfluß bis zum Lough Neagh erstreckte und als der eigentliche Schlüssel zur Lösung der Fluthen dieses Sees zu betrachten ist. Sie bestand in einem Riff von Basalt festester Art, welches auf eine Länge von 400 Ruthen in mehreren ausgedehnten Felsrücken den Flufs durchsetzte. Der wichtigste dieser Rücken, die Wasserfälle von Portna benannt, hatte allein gegen 200 Ruthen Breite, und war ein Gefälle von 18 Fuß bei Niedrigwasser zwischen dem oberen und unteren Ende vorhanden. Der Abfall war durch eine Menge durch die harten Felsgänge gebildeter unregelmäßiger Stufen zersplittert, über welche der Flufs sich in wildem unregelmäßigem Laufe stürzte. Bildete dieses Riff schon an sich das Hemmniß für die Schifffahrt zwischen dem Neagh und dem unteren Theile des Bann, so wie ein sehr solides natürliches Vorfluthhinderniß für den oberen Theil des Bann und den Lough Neagh selbst, so wurde seine verderbliche Wirkung noch durch zwei Reihen Aalwehre vermehrt, welche beinahe die ganze Weite des Bettes erfüllten und daher ganz bedeutend zu den Ueberschwemmungen zwischen Portna und Lough Neagh beitrugen. Die Art und Weise, in welcher sie construiert waren, bot eine Menge von Ablagerungsstellen für das Flufsmaterial dar, welches bei Fluthen herbei-

geführt wird, hob dadurch das Bett des Flusses und verbaute seine Capacität. Hierzu gerechnet die Masse Material, mit dem die Aalwehre selber in solider Weise construiert und noch bei jeder Reparatur verdichtet werden, so ist leicht zu begreifen, welche ein wachsendes Vorfluthhinderniß diese Aalwehre bieten mußten.

Zwischen hier und dem Lough Neagh lagen als fernere Hindernisse die zu enge Brücke bei Portglenone mit den Untiefen vor und hinter derselben, sodann eine ausgedehnte Untiefe in einer seeartigen Erweiterung des Bann am Lough Beg, alsdann die zu enge Toomebrücke und zum Schlusse der Haupthindernisse eine mächtige mit Aalwehren bebaute Barre am Ausflusse des Bann aus dem Sec. Eine dieser Aalwehre, mit 3 Oeffnungen, verbaute die ganze Breite des Flusses, mit Ausnahme einer kleinen Lücke an der Ostseite für die Schifffahrt, das andere, nur mit einer Oeffnung, verbaute ungefähr die Hälfte der Flufsöffnung.

Diese Wehre waren ganz solide Bauten, bestehend aus einer doppelten Reihe von 5 bis 8 Zoll starken eingerammten Pfählen, verbunden mit einem mit Holznägeln darauf befestigten Holme. Zwischen beide Pfahlreihen waren starke Hürden aus Weidenflechtwerk gesetzt, und damit ein solches Wehr dem Strome hinreichenden Widerstand gegen seinen starken Druck auf die Hürden zu leisten im Stande sei, war dasselbe durch eine Menge schräg eingerammter Pfähle gesichert. Diese Einbauten bildeten Sand- und Schlammfänge, welche die Barre zu einer großen Erhebung und Ausdehnung vermehrten.

Die in dem Vorstehenden beschriebenen üblen Zustände des unteren Bannflusses vor seiner Regulirung waren die Haupthindernisse für den Abflufs des Sees, in dem sie einen hohen Wasserstand für eine lange Zeitdauer verursachten. Der See war gleichsam ein Regulirungs-Bassin für die Fluthen; trotz seiner großen Oberfläche ( $\frac{1}{12}$  des ganzen Wassersammelgebiets) sammelten sich dieselben in ihm bis zu einer Höhe von 4 bis 6 Fuß über dem Sommerwasserspiegel auf und bedeckten eine Fläche niedrigen Landes, welche eine Größe von 40000 Morgen erreichte.

Die Melioration stellte sich nun die folgenden Aufgaben:

1) den Bannflufs so zu reguliren, daß er, ohne Ueberschwemmungen der begrenzenden Niederungen zu verursachen, im Stande sei, die Fluthen des Neagh-Beckens abzuführen;

2) den Bannflufs sowohl durch Herstellung des Fahrwassers, als auch durch Umgehung der Wasserfälle mittelst Kammerschleusen und Umleitungscanal zum Schifffahrtswege aus dem Lough Neagh und seinem Schifffahrtssystem zum Meere geschickt zu machen;

3) die Gefälle in Wehren zu concentriren, um einerseits eine bessere Regulirung des Abflusses des Hochwassers zu erzielen, andererseits durch Mühlgräben die bedeutende disponible Wasserkraft nutzbar machen zu können;

4) die Wehre mit der nöthigen Einrichtung theils für Ausübung der Fischerei, theils zur Verbesserung der Fischerei zu versehen, die Fischereianlagen überhaupt in den Zustand zu versetzen, daß sie bei größter Vollkommenheit der Anlage kein Vorfluth- und Schifffahrtshinderniß bildeten;

5) den Wasserstand des Lough Neagh so zu normiren, daß die aus demselben führenden Schifffahrtscanäle in ihren an den See schließenden Haltungen Wassertiefe genug behielten und gleichzeitig der höchste Fluthwasserstand sich nicht viel über 12 Zoll über den Sommerwasserstand erhebe;

6) die in den Lough Neagh mündenden Flüsse durch deren Regulirung zu geeigneten Vorfluthcanälen für die sie umgebenden Niederungen zu machen, desgleichen die Schiffbarmachung des unteren Theiles des Blackwaterflusses.



### 1) Die Vorfluth-Anlagen des Bannflusses und Lough Neagh.

Schon um das Jahr 1831 wurde die öffentliche Aufmerksamkeit auf den vernachlässigten Zustand der Umgebungen des Sees gelenkt. Die Regierung ordnete zunächst an, daß Seitens der Admiralität eine Seekarte des Lough gemacht und regelmäßige Pegelbeobachtungen angestellt werden sollten. Die im Jahre 1835 vollendete Seekarte, welche das befriedigende Resultat lieferte, daß kein Schiffahrtshinderniß im See vorhanden sei, gab zugleich an die Hand, welche Höhe man für den Sommerwasserstand des Sees anzunehmen und durch die baulichen Anlagen zu erhalten habe.

Die Pegelbeobachtungen wurden an zwei Stellen im mittleren Theile des Sees an der Ost- und Westküste angestellt und mit der Seekarte in Relation gebracht. Später wurden auch Pegelbeobachtungen in den Flüssen angestellt und mit den Pegelbeobachtungen im See in Correspondenz gesetzt. Nach sorgfältigen Beobachtungen fand sich, daß das größte Wachsen der Fluthen des Sees, unbeeinflusst vom Winde, nicht  $4\frac{1}{2}$  Zoll in 24 Stunden überstieg. Ein so starkes Wachsen fand aber nicht in einer längeren Reihe von Tagen statt. Das größte Wachstum in einem Kalender-Monate betrug 16 Zoll. Indessen gab es einen Zeitraum von 30 auf einander folgenden Tagen, vom 19. November bis 19. December, in welchem das Wasser 2 Fufs 4 Zoll stieg. 14 Zoll wurden in den ersten 5 Tagen gewonnen, dann fiel es etwas und nach Verlauf der Periode von 30 Tagen war es um 2 Fufs 4 Zoll über den ursprünglichen Stand gestiegen, also im Durchschnitt um nahezu 1 Zoll per Tag.

Das gewöhnliche Sommerwasser des unteren Bannflusses giebt im Durchschnitt 100000 Cubikfufs per Minute (ca. 1500 Cubikfufs preufs. per Secunde). 1 Zoll Wasser über der ganzen Oberfläche des Sees beträgt im Ganzen 356593050 Cubikfufs, welche, in 24 Stunden abgeführt, 247638 Cubikfufs per Minute geben; rechnet man das gewöhnliche Sommerwasser mit 100000 Cubikfufs hinzu, so beträgt der Gesamt-abfluß 347638 Cubikfufs per Minute. Die Werke hat man nun sämmtlich für eine Wassermenge von 400000 Cubikfufs per Minute angelegt (ca. 6000 Cubikfufs preufs. per Secunde); indessen ist die Anlage so getroffen, daß etwas größere Wassermengen keinen Schaden anrichten können.

Die beiden Bassins des Lough Neagh und Loug Beg dienen bei unregelmäßiger Wasserzuführung als Regulirungsbassins, so daß man durch die baulichen Einrichtungen einen verhältnißmäßig gleichmäßigen Abfluß der Fluthen aus dem See und durch den Bannfluß erreichen kann.

Die Erfahrung hat diese Grundlagen der Berechnungen für die Abmessungen des Flußprofils und der Wehre als ausreichend erwiesen.

Die Bestimmung der Höhenlage des niedrigsten Sommerwasserstandes ist theils von der Höhenlage des zu meliorirenden Terrains, theils von der Höhenlage der untersten Haltungen der bereits vorhandenen aus dem See herausgehenden Schiffahrtswege, theils von gewissen Privatansprüchen an eine bestimmte nicht zu unterschreitende Wasserstandshöhe abhängig gemacht.

Da der Bannfluß kein regelmäßiges Gefälle hat, sondern ähnlich wie ein Schiffahrtscanal aus fast horizontalen Haltungen besteht, die durch jähe Abstürze unterbrochen werden, so wurde der ganze Fluß canalisirt.

Die Canalisation ist nicht in der Weise durchgeführt, daß der Fluß vollständig canalmäßig ausgebaut worden, sondern man hat zunächst das Profil für die Vorfluth geeignet gemacht, indem man in den freien Flußtheilen durch Erweiterung der Einengungen, Vertiefung der Untiefen und Abrundung der

scharfen Biegungen ein genügend weites Bett geschaffen; so dann hat man alle künstlichen Hemmnisse beseitigt und zwar durch Umbau der Brücken in erweiterten, der Wassermenge angemessenen Dimensionen, durch Fortschaffung der Obstructionen, Aalwehre, Lachswehre, unzuweckmäßig liegender Mühlenanlagen, und durch theilweise Wiederherstellung dieser Anlagen in solchen Lagen und Abmessungen, daß sie der Vorfluth nicht mehr hinderlich sein konnten.

Alsdann hat man in den seichten Strecken einen 8 Fufs tiefen Schiffahrtsweg zum Theil unabhängig von dem eigentlichen Stromstriche hergestellt. Es war dieses um so weniger bedenklich, als wegen der Ablagerung der Sinkstoffe im Becken des Sees der untere Bannfluß nicht viel Material mit sich führt, auch Vorsorge getroffen ist, daß das leichte Flußmaterial, der Sand, nicht in den Bannfluß gelangen kann.

Das meiste Flußmaterial wird dem Bannflusse durch die Seitenzuflüsse der unteren Strecke zugeführt. Dieselben sind aber nicht im Stande gewesen, dem Flusse ein vollkommen fertiges Bett zu bereiten. Wie die beigelegte Zeichnung Blatt N ergibt, hat die Sohle des Flusses ein überaus unregelmäßiges Längenprofil, welches nicht den Wirkungen der bewegenden Kraft des Wassers, sondern der natürlichen Formation des Terrains seinen Ursprung verdankt.

Das ganze Gefälle des Flusses ist in den Wehren concentrirt.

An den Punkten zunächst der Wehre häuften sich die schwierigsten Arbeiten, indem das Bett in voller Breite und Tiefe auf ausgedehnte Strecken aus dem Riffe des härtesten Trappfelsens herausgesprengt und ferner an diesen Abstürzen die Obstructionen, wie Lachs- und Aalwehre, unzuweckmäßige Mühlenanlagen u. s. w. beseitigt, resp. zweckmäßigere Anlagen an deren Stelle geschaffen werden mußten.

Das Flußprofil ist so bemessen, daß mit Ausnahme des Wehres von Toome bei Hochwasser kein Rückstau aus dem Unterwasser in das Oberwasser eines Wehres hervorgebracht wird, also das Wehr ein vollkommener Ueberfall bleibt.

Sodann hat jedes Wehr eine solche Längenentwicklung, daß bei nur mäßigem Steigen des Wassers enorme Quantitäten überstürzen und abgeführt werden können.

Die Wehre von Portna bis Coleraine sind massive Wehre mit senkrechtem Abfall, ohne besondere constructive Eigenthümlichkeit. Das Interessante liegt in der Anordnung der ganzen Anlage. Als Beispiel folgt die Beschreibung der Anlagen bei Salmon leap, bei Portna und bei Toome, dazu die Zeichnungen auf Blatt O.

Was zunächst die Anlagen bei Salmon leap, betrifft, so geben in der Zeichnung die mit blassen Linien markirten Partien den Zustand vor der Regulirung an. Wir sehen das Flußbett so verbaut, daß nur ungefähr eine Strecke von 60 Fufs frei bleibt.

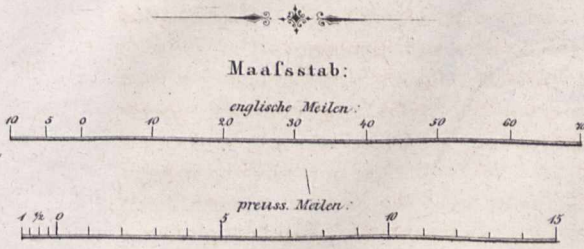
Nächst dem linken Ufer (dem unteren der Zeichnung) liegen im jetzigen Flußbett die Ruinen einer großen Kornmühle und von Ziegelöfen; die Zellen, in denen die Fische gefangen wurden, nehmen einen großen Theil der Flußöffnung ein; deren Einfassungsmauern verbauen den Wasserweg, und die eisernen Gitter, welche die Zellen schliessen, verzögern den Durchfluß des Wassers durch die Zellen. Vor und hinter den stärksten Einbauten haben sich Bänke von Kies und Sand gebildet.

Die Regulirung bestand nun in folgenden Arbeiten:

Wegräumung der sämmtlichen Einbauten, Lachsfänge und Gebäulichkeiten; Ausgrabung und Aussprengung des Bettes nach Maafgabe des Längenprofils zwischen den auf der Skizze angegebenen Ufern; Neubau des Lachswehres mit dem Frei-

# IRELAND

in Bezug auf Meliorationen  
Schiffahrts-Anlagen etc.



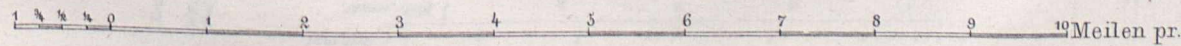
# Gebiet des Lough Neagh.



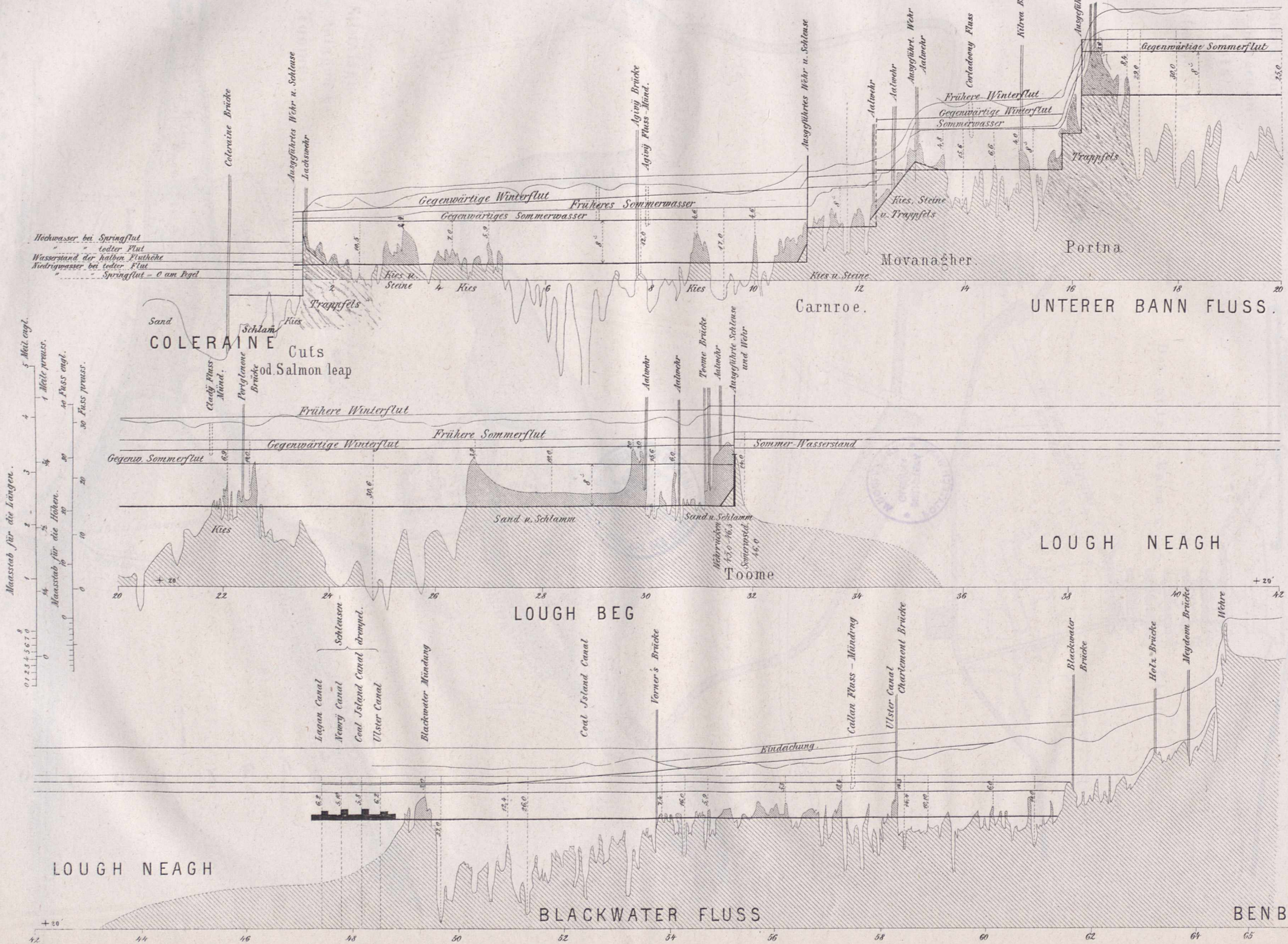
Farben-  
Erklärung:

Unmittelbar vom Wasser befreites Terrain.

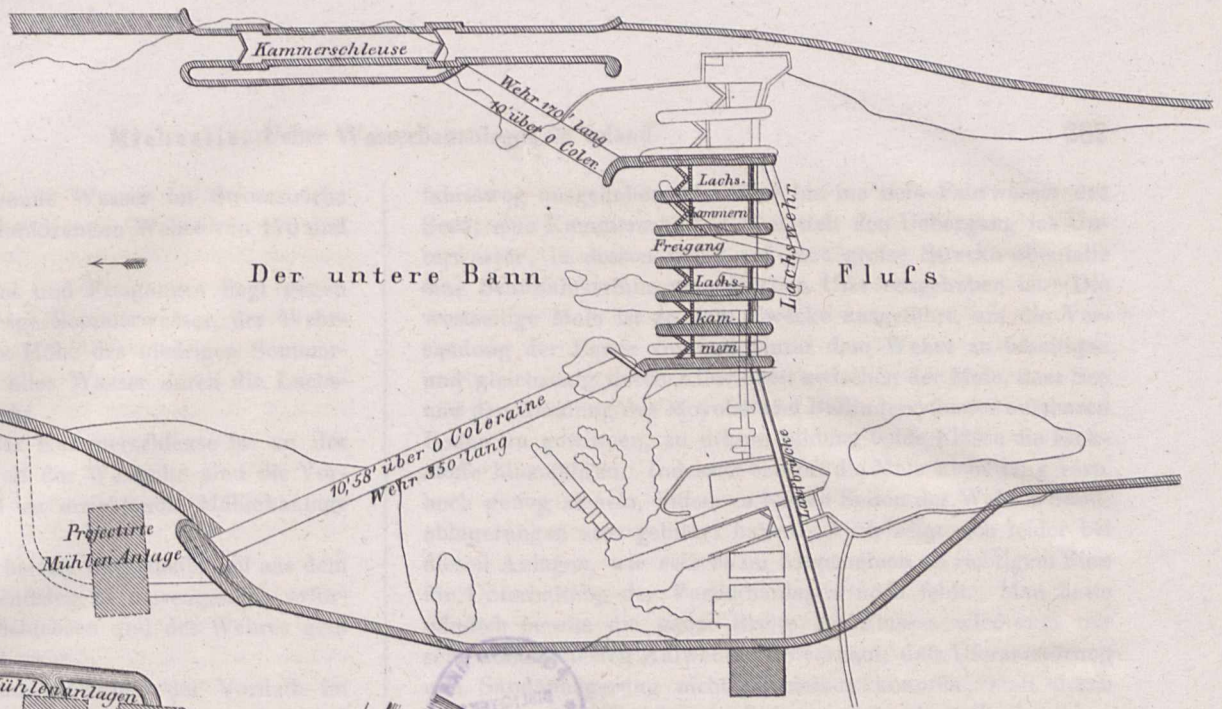
Maassstab 1:600,000.



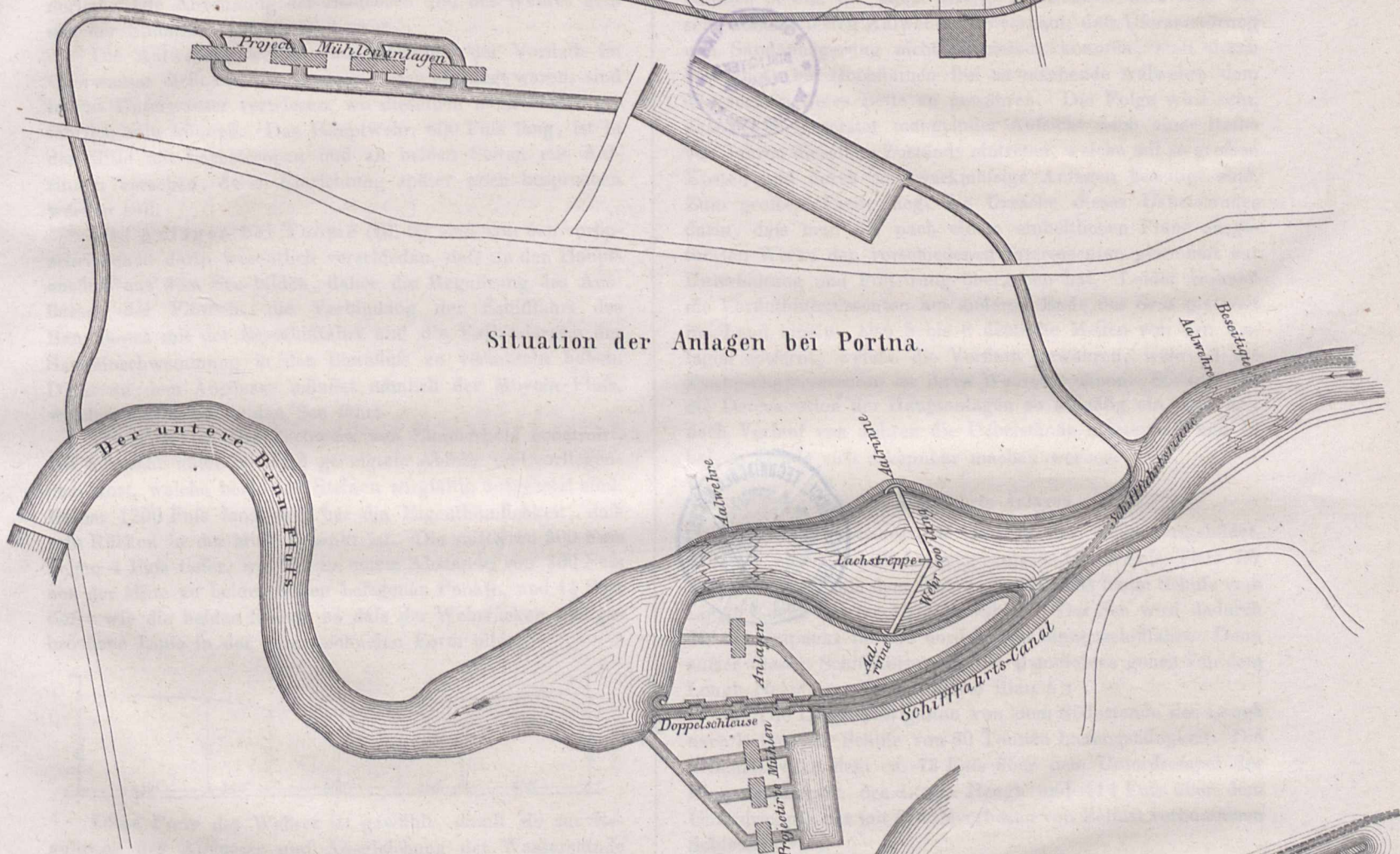
# Längenprofil des Lough-Neagh-Beckens und seines Abflusses zum Meere.



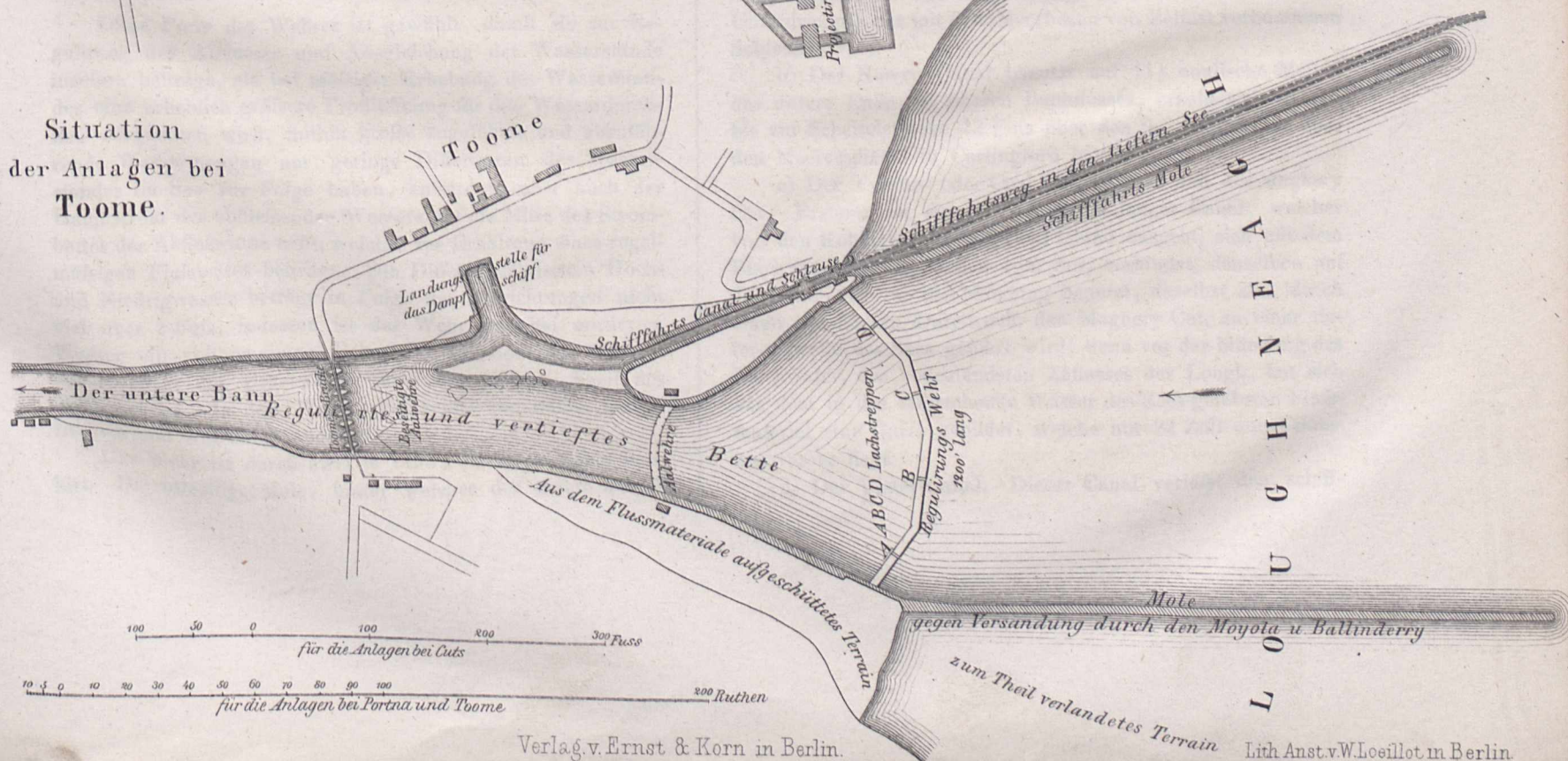
Situation der Anlagen bei Cuts oder Salmon leap.



Situation der Anlagen bei Portna.



Situation der Anlagen bei Toome.



100 50 0 100 200 300 Fuss für die Anlagen bei Cuts

10 5 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 200 Ruthen für die Anlagen bei Portna und Toome

gange, so daß das durchfließende Wasser im Stromstriche sich bewegt, und Bau zweier flankirenden Wehre von 170 und 350 Fufs Länge.

Die Sohle des Lachswehres und Freiganges liegt gegen  $2\frac{1}{2}$  Fufs niedriger als das niedrige Sommerwasser, der Wehrrücken dagegen gerade in der Höhe des niedrigen Sommerwassers, so daß zu der Zeit alles Wasser durch die Lachskammern und den Freigang geht.

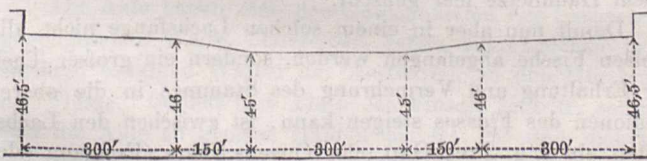
Der Schiffahrtsweg mit der Kammerschleuse ist an der Ostseite des Flusses angelegt, an der Westseite sind die Vorbereitungen für eine eventuell zu errichtende Mühlenanlage getroffen.

Bei Portna waren, wie bereits mitgeteilt und aus dem Profile ersichtlich, die bedeutendsten Felssprengungen erforderlich. Die Anordnung der Schleusen und des Wehres geht aus der Situation (auf Bl. O) hervor.

Die Aalwehre, welche zum Nachtheil der Vorfluth im Oberwasser dicht vor den Stromschnellen angelegt waren, sind in das Unterwasser verwiesen, wo dieselben nicht weiter gefährlich sein können. Das Hauptwehr, 600 Fufs lang, ist in der Mitte mit Lachstrepfen und an beiden Seiten mit Aalrinnen versehen, deren Einrichtung später noch besprochen werden soll.

Die Anlagen bei Toome (Bl. O) sind von den vorbeschriebenen darin wesentlich verschieden, daß sie den Hauptausfluß aus dem See bilden, daher die Regulirung des Ausflusses der Fluthen, die Verbindung der Schiffahrt des Bannflusses mit der Seeschiffahrt und die Verhinderung der Sandeinschwemmung in den Bannfluß zu vermitteln haben. Dicht an dem Ausflusse mündet nämlich der Moyola-Fluß, welcher viel Sand in den See führt.

Das Wehr ist aus Fachwerk von Zimmerholz construiert, mit ungefähr unter 60 Grad geneigtem Abfalle und vorliegendem Rost, welche beide mit Steinen sorgfältig ausgesetzt sind. Es ist 1200 Fufs lang und hat die Eigenthümlichkeit, daß sein Rücken in der Mitte gesenkt ist. Die mittleren 300 Fufs liegen 1 Fufs tiefer, wie die in einem Abstände von 300 Fufs aus der Mitte zu beiden Seiten belegenen Punkte, und  $1\frac{1}{2}$  Fufs tiefer wie die beiden Enden, so daß der Wehrrücken eine gebrochene Linie in der beigezeichneten Form bildet.



Diese Form des Wehres ist gewählt, damit sie zur Regulirung des Abflusses und Ausgleichung der Wasserstände insofern beitrage, als bei mäßiger Erhebung des Wasserstandes eine erheblich größere Profilöffnung für den Wasserdurchfluß dargeboten wird, mithin große zugeführte und abzuführende Wassermengen nur geringe Differenzen des Wasserstandes im See zur Folge haben, außerdem aber auch der Hauptstrom des abfließenden Wassers auf die Mitte des Strombettes der Abflusrinne trifft, welches zur Erhaltung eines regelmäßigen Flußbettes beiträgt. Die Differenz zwischen Hoch- und Niedrigwasser beträgt in Folge der Einrichtungen nicht viel über 2 Fufs, indessen ist das Wehr nur bei mittlerem Wasser ein vollkommener Ueberfall, bei höherem Wasserstande steigt das Unterwasser über den tiefsten Theil des Wehrrückens. In dem Wehre sind selbstverständlich Lachstrepfen und Aalrinnen angelegt.

Das Wehr ist durch zwei je 2400 Fufs lange Molen flankirt. Die ostseitige Mole, hinter welcher der tiefere Schiff-

fahrtsweg ausgehoben ist, führt bis ins tiefe Fahrwasser des Sees; eine Kammerschleuse vermittelt den Uebergang ins Unterwasser, in dessen Bette auf eine große Strecke ebenfalls eine Schiffahrtsrinne am östlichen Ufer ausgehoben ist. Die westseitige Mole ist zu dem Zwecke ausgeführt, um die Versandung der Partie vor und hinter dem Wehre zu beseitigen und gleichzeitig durch Alluvionen zwischen der Mole, dem See und der Mündung des Moyola- und Ballinderryflusses nutzbaren Boden zu gewinnen, zu dessen Bildung beide Flüsse die Sinkstoffe hinzuführen. Indessen scheint die Mole nicht lang resp. hoch genug zu sein, indem zu beiden Seiten des Wehres Sandablagerungen sich gebildet haben. Auch zeigt sich leider bei diesen Anlagen, wie sehr es im Allgemeinen an richtigem Sinn für Unterhaltung der Vorfluthanlagen noch fehlt. Man hatte nämlich bereits die ganze Breite des Flusses wiederum mit sehr soliden festen Aalwehren so verbaut, daß Uferzerstörung und Sandanhäufung nicht ausbleiben konnten, statt durch bewegliche bei Hochfluthen frei zu machende Aalwehre dem Wasser ein freies Bette zu gewähren. Die Folge wird sein, daß bei fortgesetzter mangelnder Aufsicht nach einer Reihe von Jahren dieselben Zustände eintreten, welche mit so großen Kosten und durch so zweckmäßige Anlagen beseitigt sind. Zum großen Theile liegt die Ursache dieses Uebelstandes darin, daß man die nach einem einheitlichen Plane ausgeführten Werke den verschiedenen Interessenten gesondert zur Unterhaltung und Policing übergeben hat. Leider wohnen die Vorfluthinteressenten am anderen Ende des Sees bis weit ins Land hinein, also 5 bis 6 deutsche Meilen von den Anlagen entfernt, welche die Vorfluth gewähren, während die Fischereiinteressenten an ihren Wehren wohnen. Sodann tritt die Deterioration der Hauptanlagen so allmähig ein, daß erst nach Verlauf von Jahren die Uebelstände massenhaft und in hohem Grade sich erkennbar machen werden.

## 2) Schiffahrts-Anlagen.

Die Schiffahrtsanlagen sind in der Weise ausgebildet, daß sie einen Schiffahrtsweg von 7 bis 8 Fufs Tiefe für 20 Fufs breite, mit dem Steuer ca. 120 Fufs lange Schiffe vom Lough Neagh bis ins Meer gewähren. Der See wird dadurch der Centralpunkt für die nord-irische Binnenschiffahrt. Denn außer diesem Schiffahrtswege des Bannflusses gehen von dem Lough Neagh aus (s. die Karte Blatt L):

a) Die Lagan Navigation von dem Südostende des Lough nach Belfast für Schiffe von 80 Tonnen Ladungsfähigkeit. Die Scheitelstrecke liegt ca. 73 Fufs über dem Unterdrempel der Eingangsschleuse des Lough Neagh und 114 Fufs über dem Unterdrempel der mit dem Meerbusen von Belfast verbundenen Schleuse.

b) Der Newry-Canal benutzt auf  $11\frac{1}{2}$  englische Meilen das untere Ende des oberen Bannflusses, erhebt sich sodann bis zur Scheitelstrecke 22 Fufs über den See und 67 Fufs über den Meeresspiegel in Carlingford bay.

c) Der Tyrone- oder Coal Island-Canal und der Maghery Cut. Ersterer ist ein nur  $4\frac{1}{2}$  Meilen langer Canal, welcher von den Kohlenzechen von Coal Island ausgeht, sich mit dem Blackwaterfluß,  $3\frac{1}{4}$  Meilen vom See, verbindet, denselben auf  $3\frac{1}{4}$  Meilen bis vor die Mündung benutzt, daselbst aber durch einen besonderen Durchstich, den Maghery Cut, zu einer tieferen Stelle des Sees geführt wird; denn vor der Mündung des Blackwater, des bedeutendsten Zuflusses des Lough, hat sich aus dem in das stillstehende Wasser des Sees geführten Flußmaterial eine Barre gebildet, welche nur 22 Zoll unter Sommerwasser liegt.

d) Der Ulster-Canal. Dieser Canal verläßt den schiff-

baren Blackwaterflufs bei Charlemont und mündet in den Lough Erne, indem er eine sehr reiche Gegend durchschneidet. Vom Lough Erne geht der ebenfalls in den letzten Jahren gebaute Junctioncanal zum Shannon bei Carrick, so dafs durch den bis Limerick schiffbaren Shannon, den Junctioncanal, Lough Erne, Ulstercanal, Blackwaterflufs, Lough Neagh und die untere Bannschiffahrt ein Schiffahrtsweg durch die ganze Länge von Irland gegeben ist. Der Grandcanal und Royalcanal, welche von verschiedenen Punkten des Shannon nach Dublin gehen und mit verschiedenen Zweiganälen verbunden sind, vervollständigen das Canalnetz Irlands. Die Karte auf Blatt L giebt ein Bild des Irischen Canalnetzes. Auf derselben sind die Flüsse, soweit sie von den Aestuarien aus aufwärts ins Land hinein schiffbar sind, nicht mit angezeichnet.

Bereits bei Beschreibung der Vorfluthanlagen ist auf die Schiffahrtsanlagen hingewiesen. Es soll hier recapitulirt werden, dafs dieselben bestehen:

1) in dem beim Sommerwasser 7 bis 8 Fufs tiefen, 60 bis 90 Fufs breiten Schiffahrtswege im Lough Neagh und dem Bannflusse, welcher an solchen Stellen, wo er innerhalb Untiefen künstlich eingeschnitten, durch Merkpfähle bezeichnet ist;

2) in den Schiffahrtsanälen und Schleusen zur Umgehung der Wehre.

Die Schleusen sind sämmtlich massiv, haben eine Länge von 130 Fufs bei einer Breite von 20 Fufs, und einen Wasserstand über dem Drempele von 8 Fufs.

Die Thore sind von Holz und haben in ihrer Construction keine bemerkenswerthe Eigenthümlichkeit.

Die Schleusengefälle betragen:

- bei Toome 4 Fufs,
- Portna 14 Fufs 6 Zoll,
- Movanagher 10 Fufs 6 Zoll,
- Carnroe 6 Fufs 6 Zoll,
- Cuts (Salmon leap) 6 Fufs 4 Zoll.

3) in verschiedenen kleinen Anlagen, als Werften, Landungsquais etc.

Die Brücken über den Flufs sind sämmtlich massiv und zeichnen sich durch grofse Solidität aus. Das solide Ansehen wird noch erhöht durch die zum Theil aus Sparsamkeitsrückichten hervorgegangene Art der Bearbeitung des überaus harten Materials des Trappgesteins, indem man nämlich nur die Stofs- und Lagerfugen und von den Vorderflächen nur einen 1 bis 1½ Zoll breiten Streifen neben den Fugen sauber bearbeitet hat, der Rest aber in der natürlichen durch den Zufall gebildeten Oberfläche belassen ist.

#### 3) Verbesserung der Wasserkraft.

Der dritte Punkt der Melioration, die Gewinnung der Mühlengefälle, ist bereits bei Beschreibung der Anlagen bei dem Salmon leap und Portna erwähnt. Bisher ist von der ganz bedeutenden Wasserkraft, die hier zu Gebote gestellt ist, kein Gebrauch gemacht worden. Beispielsweise würde bei Portna eine Wasserkraft von mindestens 2000 Pferdekräften zu gewinnen sein.

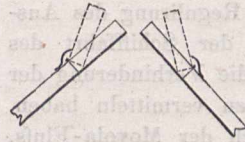
#### 4) Verbesserung der Fischerei.

Einer der interessantesten Gegenstände der Melioration ist die Verbesserung der Fischerei. Es sind gerade hierin die grölsten Resultate durch die einfachsten Mittel erzielt worden, und ich glaube, dafs die Anwendung gleicher Mittel auch für die Verbesserung der Fischerei auf unseren Flüssen von grofser Wichtigkeit werden könnte.

Die Fische, welche hauptsächlich den Gegenstand des gewinnbringenden Fischfanges bilden, sind die Lachse, Forellen und die Aale.

Die Lachse ziehen zur Laichzeit aus dem See und den unteren Theilen des Flusses aufwärts zu den Quellbächen, um dort zu laichen. Die junge Brut zieht dann stromab zur See, wird daselbst grofs und fett, kehrt zur nächsten Laichzeit wieder zu seinem Flusse zurück und steigt in demselben auf. Da bei diesem Aufsteigen der Lachs die Gewohnheit hat, immer in der stärksten und lebendigsten Strömung sich zu halten, so sind die Anlagen zum Fange und zur Vermehrung desselben dieser Eigenthümlichkeit entsprechend eingerichtet. Die beste Anschauung einer derartigen Anordnung geben die Werke bei Salmon leap, Blatt O.

Mitten im Flusse sind hier 5 durch starke Pfeiler gesonderte Lachskammern gebaut, welche bei 20 Fufs Breite (eine davon ist nur 12 Fufs breit) 40 Fufs lang sind. Damit das Wasser dieselben lebendig durchströmen kann, ist jede am oberen Ende nur mit einem Gitter aus vertikalen Rundeisenstäben geschlossen, welche so nahe bei einander stehen, dafs die ausgewachsenen Lachse nicht hindurch können. Ein ähnliches Gitter verschließt auch das untere Ende der Kammer; jedoch besteht dasselbe aus 2 unter einem Winkel von 80 bis 90 Grad gegen einander geneigten stromaufwärts gerichteten Theilen, welche an der Stelle ihres Zusammenstoßes einen Schlitz offen lassen, durch den auch die grölsten Lachse noch hindurchschlüpfen können. Statt dieses Schlitzes hat



man zwar zuweilen auch eine Thür angelegt, welche der Lachs aufstößt und so in die Kammer gelangt, ohne zurück zu können, indem die Thür nicht ganz aufgemacht und zurückgeschlagen werden kann, also das durchströmende Wasser sie wieder zudrückt; doch hat sich diese Einrichtung nur als eine Spielerei herausgestellt, indem der Lachs selten stromabwärts zu entweichen sucht, und selbst wenn es einmal vorkommen sollte, dafs er zurückschlüpft, die Wahrscheinlichkeit vorhanden ist, dafs er in der zunächst liegenden Kammer gefangen wird.

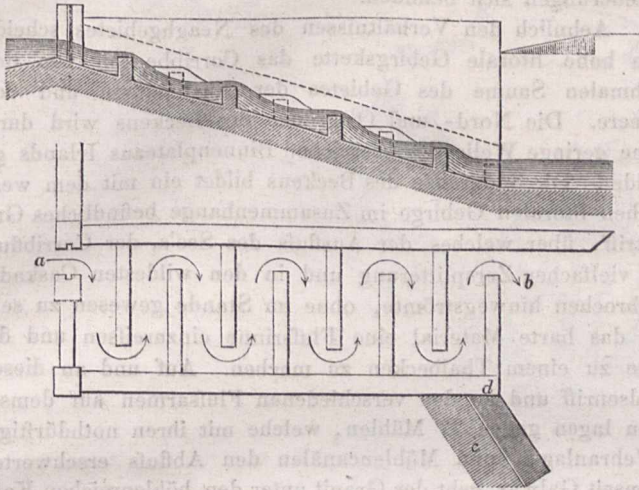
Da das Wasser lebendig durch die Kammer rauscht, während die Wehre nur bei Hochwasser überströmt werden, so geht der Lachs meist in die Kammer oder in den Freigang hinein, und wird die Kammer von Zeit zu Zeit mit einem Handnetze leer gefischt.

Damit nun aber in einem solchen Lachsfange nicht alle grofsen Fische abgefangen werden, sondern ein grofser Theil zur Erhaltung und Vermehrung des Stammes in die oberen Regionen des Flusses steigen kann, ist zwischen den Lachszellen ein s. g. Free Gap oder Queens Share (Freigang oder Königstheil) von 18 Fufs Weite angelegt, durch welchen der Strom ganz ungehindert rauscht, in welchem auch nicht gefischt werden darf. Ein solcher Freigang ist neben jedem Lachshehre, und wird darauf gehalten, dafs ein mindestens ebenso lebendiger Strom durch den Freigang zieht, als durch die Kammer. Dieses ist das einfache, auch durch das Gesetz vorgeschriebene Mittel, wodurch stets ein tüchtiger Stamm zur Vermehrung des Fischstandes erhalten bleibt.

Die Lachse vermögen zwar recht hohe Wehre durch einen Sprung aus dem Unterwasser ins Oberwasser zu überwinden, und sieht man, dafs dies kräftigen, grofsen Thieren selbst an den hohen Wehren von Portna gelingt; die jungen Lachse und andere Fische sind indessen nicht so gewaltige Springer, und für diese sind Salmon Staircases, Lachstreppen angelegt, damit sie die höchsten Wehre ersteigen und auch in solchen Flüssen frei aufsteigen können, welche durch Stauwerke mit Aufzugsschützen vollständig geschlossen werden.

Die Lachstreppe liegt meist in der Mitte des Wehres,

wohin der stärkste Stromstrich trifft, und falls diese Lage wegen zufälliger lokaler Umstände nicht gewählt werden kann, so wird mindestens dafür gesorgt, daß von der Lachstreppe aus eine kräftige Strömung nach dem Hauptstrome stattfindet und so den Fischen der Weg nach der Treppe angezeigt wird. Dieses wird dadurch erreicht, daß man einem kleinen Theile des Wehrrückens neben der Lachstreppe eine etwas niedrigere Lage giebt.



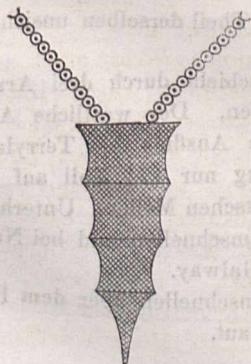
Die vorstehende Skizze giebt ein Bild der Anordnung. Zwei Seitenwangen, die in der Neigung der Treppe abfallen können, begrenzen eine von 1 zu 6 und darüber geneigte Ebene. Von den Seitenwangen aus springen wechselweise in die Ebene Zungen ein, welche zwischen ihrem Ende und der gegenüber liegenden Seitenwange einen Zwischenraum von 1 Fuß bis zu 2 Fuß lassen. Die Zungen sind niedriger wie die Seitenwangen. Das durch die oberste 1 bis 2 Fuß weite Lücke *a* eintretende Wasser fällt theils über die Zungen, theils macht es den durch die Pfeilstriche angedeuteten Weg *a b* zwischen den Zungen hindurch.

Die Sohle der oberen Eingangsöffnung liegt um 10 Zoll und je nach der Mächtigkeit des Stromes bis zu 2½ Fuß unter dem Wehrrücken. In dem skizzirten Beispiele schliessen sich an die Seitenwangen bei *a* und *d* die beiden Schenkel des Wehres an, bei *c* liegt der niedrigere Theil des Wehres.

Die Aale haben eine den Gewohnheiten des Lachses entgegengesetzte Weise. Dieselben gehen zum Laichen in die seichten brakigen Wasser der Aestuarien an den Mündungen der Flüsse. Sobald eine Fluth des Flusses eintritt, sammeln sich die Aale zu großen Haufen bis 60, 80 und mehreren, und wälzen sich, bisweilen zu Knäueln verschlungen, dem Meere zu. Die jungen Aale steigen im Flusse auf, und da sie nicht die kräftigen Bewegungsglieder der Lachse und Forellen besitzen, so suchen sie ihren Weg außerhalb des Stromstriches meist an den Ufern, wo sich seichteres Wasser befindet oder sonst die Kraft des Stromes gebrochen ist.

Der Aalfang oder das Aalwehr besteht aus zwei im Winkel gegeneinander in den Strom gestellten festen oder beweglichen meist nach Art der Hürden geflochtenen Wänden.

An der Spitze des Winkels, wo die beiden Wände in der Verlängerung zusammentreffen würden, ist eine Oeffnung. Hinter dieser Oeffnung wird zur Zeit der Aalwanderung das Netz aufgestellt, in welchem die Aale gefangen werden.



Ist der Fluß breit, so werden mehrere Aalfänge neben einander angelegt, und bildet sich eine Absperrung des Flusses in solcher Form, wie aus der Situation der Anlagen bei Portna und bei Toome (Bl. *O*) zu entnehmen ist. Eine solche Absperrung des Flusses durch befestigte Hürden kann ohne Schaden für die Vorfluth nur unterhalb hoher Wehre angebracht werden; unterhalb niedriger Wehre und im freien Flusse dürfen die Stützen der Aalfänge, im Falle sie der Vorfluth nicht hinderlich sein sollen, nur nach Art der beweglichen Wehre aufgestellt und durch Netze gedeckt werden. Dieselben würden alsdann nur während der beschränkten Zeit des Aalfanges einigen Aufstau verursachen.

Leider nisten sich aber bereits in dem regulirten Bannflusse an gefährlicher Stelle recht feste Aalwehre wieder ein und werden eine allmälige Verschlechterung der Vorfluth wieder herbeiführen.

Es versteht sich von selbst, daß bei den Aalwehren ebenfalls ein Freigang verbleiben muß, damit der Bestand an Zuchtaalen erhalten bleibt.

Die Aalrinnen, Aaltreppen, in welchen die jungen Aale die Wehre übersteigen, sind schmale, oben  $\frac{3}{4}$  Fuß bis 1 Fuß im Quadrat haltende offene, vom Oberwasser zum Unterwasser geneigte Rinnen, ohne einspringende Zungen, welche vom Oberwasser nur einen mäßigen Wasserzufluß erhalten. Da die Aale an den Uferrändern im Flusse ansteigen, so sind die Aalrinnen in den Landfesten der Wehre angelegt. Da die Aale aber in schnell fließendem Wasser nicht würden heraufkommen können, so sind in die Aalrinnen Seile von Weidenholz und Stroh gelegt, an welchen sie sich heraufschlängeln.

Es bleibt nur noch übrig, etwas über die Melioration in dem Umfangsgebiete des Lough Neagh und seiner Zuflüsse zu sagen, wobei auf das beigegebene Längenprofil (Blatt *N*) verwiesen wird.

Durch die ausgeführten Anlagen ist erreicht, daß die Winterfluth den See um 6 bis 7 Fuß weniger, die Sommerfluth um 2 Fuß weniger anfüllt, als vor der Melioration, und durch diese Senkung des Seewasserspiegels ist neben der Verminderung des Uberschwemmungsgebiets ein Zuwachs an Vorfluth um dieses Maafs für alle die zahlreichen Nebenflüsse, wie den Moyola, Ballinderry, Blackwater, Upper Bann u. s. f. gewonnen.

Es bedurfte für diese Zuflüsse nur einfacher Correcturen, einiger leichter Eindeichungen und Ausbildung des Binnenentwässerungsnetzes, um dem großen Gürtel des Sees und dem unmittelbaren Entwässerungsgebiete der Flüsse die Vortheile der Anlagen zu Gute kommen zu lassen.

Die Karte auf Blatt *M* giebt ein Bild des Gebiets und eine Situation der Meliorations- und Schiffahrtsanlagen.

Der Voranschlag der ganzen Anlage betrug 193514 £. 4 s. 7 d.

Die Ausführungskosten haben betragen:

für Schiffahrtszwecke . . . . .	104374 £. 10 s. 7 d.
für Entwässerungszwecke . . . . .	156277 - 14 - 10 -
Summa	260652 £. 5 s. — d.

Davon werden bezahlt:

von den Schiffahrtsinteressenten in halbjährigen Zahlungsterminen innerhalb 5 Jahre . . .	37137 £. 10 s.
von den Entwässerungsinteressenten . . . . .	110000 - - -
welche Summe ein-	

Latus 147137 £. 10 s. 260652 £. 5 s. — d.



Transport 147137 £. 10 s. 260652 £. 5 s. — d.	
schliesslich der Verzinsung der 110000 £.	
zu 4 pCt. innerhalb 22 Jahre in halbjährigen Raten zurückzahlen ist.	
Summa . . . . .	147137 - 10 - — -
verbleiben:	113514 £. 15 s. — d.
Hiervon sind von den verpflichteten Privaten und Corporationen	
8513 £. 14 s. — d.	
und 357 - 17 - 10 -	
gedeckt . . . . .	8871 - 11 - 10 -
Der Rest von in Summa	104643 £. 3 s. 2 d.
ist vom Staate bestritten.	

## II. Lough Corrib- und Lough Mask-District.

Der Lough Corrib- und Mask-District, sowie der Turloughmore-District (Blatt P) gehören demselben Sammelgebiete an und werden beide zunächst in den Lough Corrib, sodann durch den Fluss gleichen Namens in die See bei Galway (Galway Bay) entlastet. Sie sind jedoch zwei im Charakter von einander verschiedene Gegenden, welche durch eine natürliche secundäre Wasserscheide von einander getrennt werden, und deren Melioration auch zwei gesonderten Genossenschaften übergeben ist.

Die Theile der Grafschaften Galway und Mayo, welche ihre Gewässer dem Lough Corrib zusenden, im Ganzen 780000 acres [56 pr. □ Meilen] liegen zum gröfseren Theile auf der östlichen Seite des See's in der ebenen höhlenreichen Kalksteinformation, zum kleineren Theile auf der Westseite des See's in gebirgiger Glimmerschiefer- und Granitformation.

225000 acres (16 pr. □ Meilen) des nördlichen Theiles dieses Beckens senden ihr Wasser in den Lough Mask und in den mit demselben in Verbindung stehenden Carra-See. Die Umgebung dieser beiden Seen wird auf der Ostseite von morastigem Lande gebildet.

Die Gewässer, welche im Lough Mask gesammelt werden, erhoben sich zur Fluthzeit zu bedeutender Höhe und entlasteten sich bei gewöhnlichen Niederschlagsverhältnissen lediglich durch die unterirdischen Canäle des höhlenreichen Kalksteines in den Lough Corrib.

Zu Zeiten hoher Fluthen jedoch, wenn die Wasserstandshöhe des Lough Mask um 8 Fuß über den gewöhnlichen Sommerwasserspiegel gewachsen war, findet sich ein Fluthweg vor, welcher das Wasser eine Strecke weit über die Erde führte, um es sodann wiederum durch Höhlungen in den Congflufs abzuführen, welcher dem nördlichen Ende des Corrib zuströmt.

Der bedeutendste Zufluss des Corrib ist der Claregalwayflufs, welcher das Fluthwasser aus dem Becken von Turloughmore sammelt. In trockenen Zeiten versiegte der Fluthweg aus dem Turloughmorebecken in den Claregalwayflufs, das Wasser des oberen Clareflusses sammelte sich in einem flachen seeartigen Becken, aus welchem es durch verschiedene Höhlengänge in dem unteren Theil des Claregalway- und Creggflusses abgeführt wurde. Der See bedeckte abwechselnd, je nach der Vertheilung der atmosphärischen Niederschläge, eine grofse oder eine kleine Fläche Landes. Der keltische Name kennzeichnet die mit der Gegend verbundenen Erscheinungen: *tur* ist trocken, unser dürr; *lough* verwandt mit

dem deutschen Lache, niedersächsisch Lake, lateinisch *lacus*; *more* heifst grofs, man vergleiche den englischen Comparativ *more*, mehr.

Die Entwässerung des Turloughmore-Districts führt durch einen bedeutenden Einschnitt in den harten schwarzen Kalksteinfelsen das Wasser des Clareflusses in offenen Rinnen permanent zum Claregalwayflusse und Corribsee. Der Fluss mündet im Osten des Corrib, wo auch die ausgedehntesten Niederungen sich befinden.

Aehnlich den Verhältnissen des Neaghgebietes scheidet die hohe litorale Gebirgskette das Corribbecken von dem schmalen Saume des Gebietes der Küstenflüsse und dem Meere. Die Nord- und Ostgrenze des Beckens wird durch eine geringe Welle des seereichen Binnenplateaus Irlands gebildet. Die Südgrenze des Beckens bildet ein mit dem westlichen litoralen Gebirge im Zusammenhange befindliches Granitriff, über welches der Ausflufs des See's, der Corribflufs, in vielfacher Zerspaltung und in den wildesten Caskaden gebrochen hinwegströmte, ohne im Stande gewesen zu sein, in das harte Material eine Flufsrinne einzureifsen und den See zu einem Thalbecken zu machen. Auf und an diesem Felsenriff und an den verschiedenen Flusarmen auf demselben lagen gegen 27 Mühlen, welche mit ihren nothdürftigen Wehranlagen und Mühlencanälen den Abflufs erschwerten. Jenseit Galway geht der Granit unter den höhlenreichen Kalkstein, welcher indessen eine das Becken südlich schliessende Erhebung bildet. Gen Osten schließt eine sanfte Welle des irischen Centralplateaus das Becken von dem benachbarten Shannonbecken ab. Zwischen dem südlichen Grenzüücken, dem Claregalwaygebiet und dem Corrib liegt eine Niederung von moorigem Humusboden fast ganz im derzeitigen Niveau des See's, das Terryland genannt, welches bei niedrigem Wasser durch die Höhlen des Kalksteines in das östliche Ende der Bay von Galway entwässert, bei hohem Wasser aber selbst einen Theil des Fluthwassers des Corrib durch die Höhlen abführte.

Die Oberfläche des Corribsee's beträgt 44000 acres, d. i.  $3\frac{1}{4}$  pr. □ Meilen, d. i.  $\frac{1}{18}$  des ganzen Sammelgebiets vom Corrib und Mask.

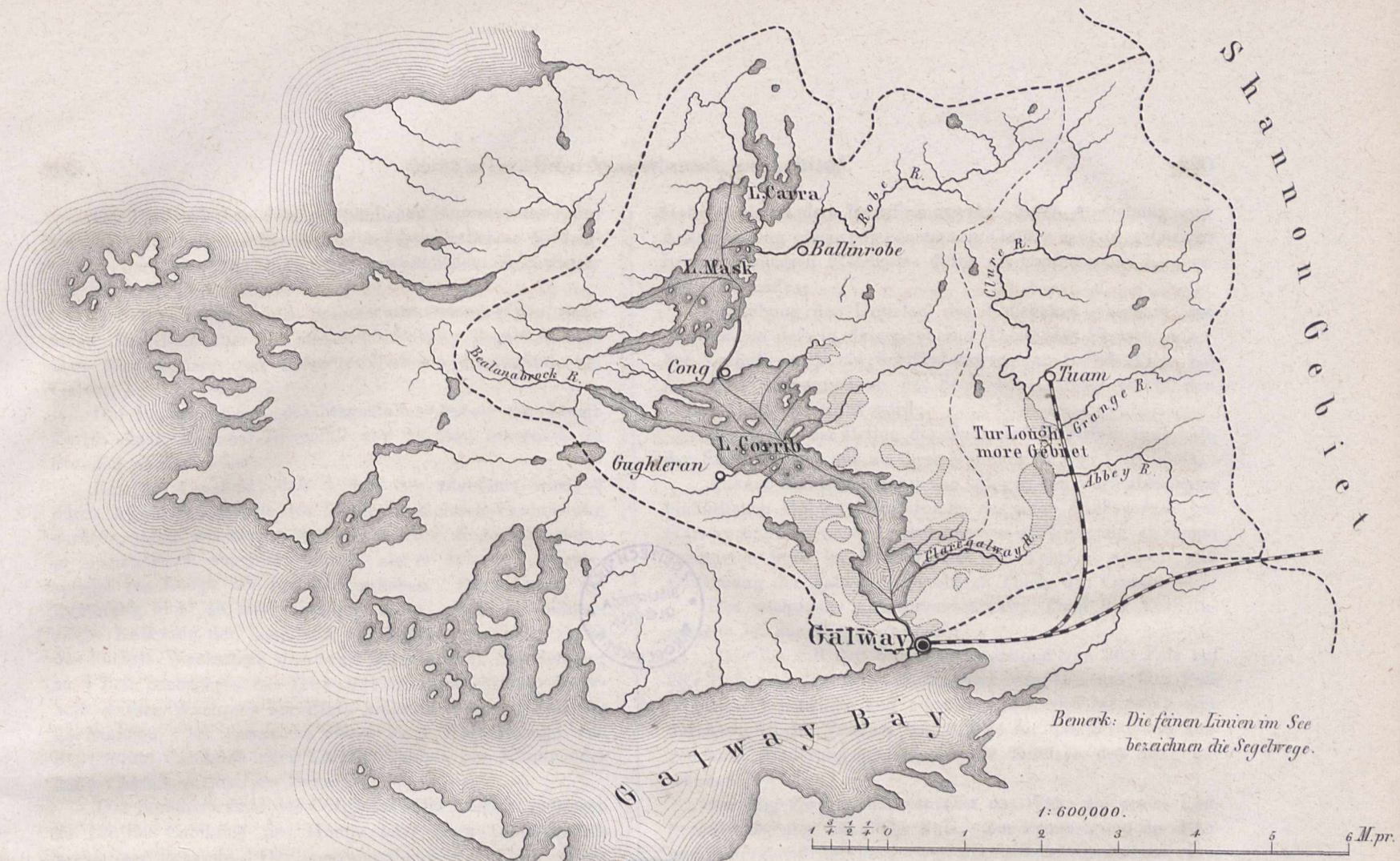
Lough Mask enthält 22000 acres, d. i.  $1,6$  □ Meilen pr. oder  $\frac{1}{10}$  der Fläche seines Sammelgebiets.

Die Gegenden des Gebietes, welche vornehmlich an Ueberschwemmung und Versumpfung leiden, liegen an der Ostseite des See's, hauptsächlich in der Umgebung des Claregalway- und Creggflusses, und in der Gegend von Moycallen und Gortmore an der Westseite.

Die Vorfluth in den Flüssen innerhalb der Niederung wird meistens durch Kiesbänke und in den tiefen Stellen durch verwachsenes Kraut gehindert. Das Flufsmaterial, welches aus den gefällreichen höheren Regionen der Flufsgebiete zugeführt wurde, lagerte sich in den Obstructionen der Flüsse ab, vermehrte und befestigte die Uebelstände, und in weiterem Verfolge wurden immer mehr Theile der Niederung in's Verderben gezogen, so dafs der gröfste Theil derselben unsichere und schlechte Erndte gab.

Der Ausflufs aus dem See geschieht durch drei Arme, welche sich bei Menlough vereinigen. Der westliche Arm ist der Hauptflufs. Der Fall vom Ausflufs bis Terryland Castle war ein geringer und betrug nur  $17\frac{1}{2}$  Zoll auf die Länge von nahe 4 engl. oder  $\frac{3}{4}$  deutschen Meilen. Unterhalb Terryland Castle begannen die Stromschnellen und bei Nuns Island der Fall über das Riff von Galway.

Bei Menlough und in den Stromschnellen über dem Fall war der Fluss durch Aalwehre verbaut.



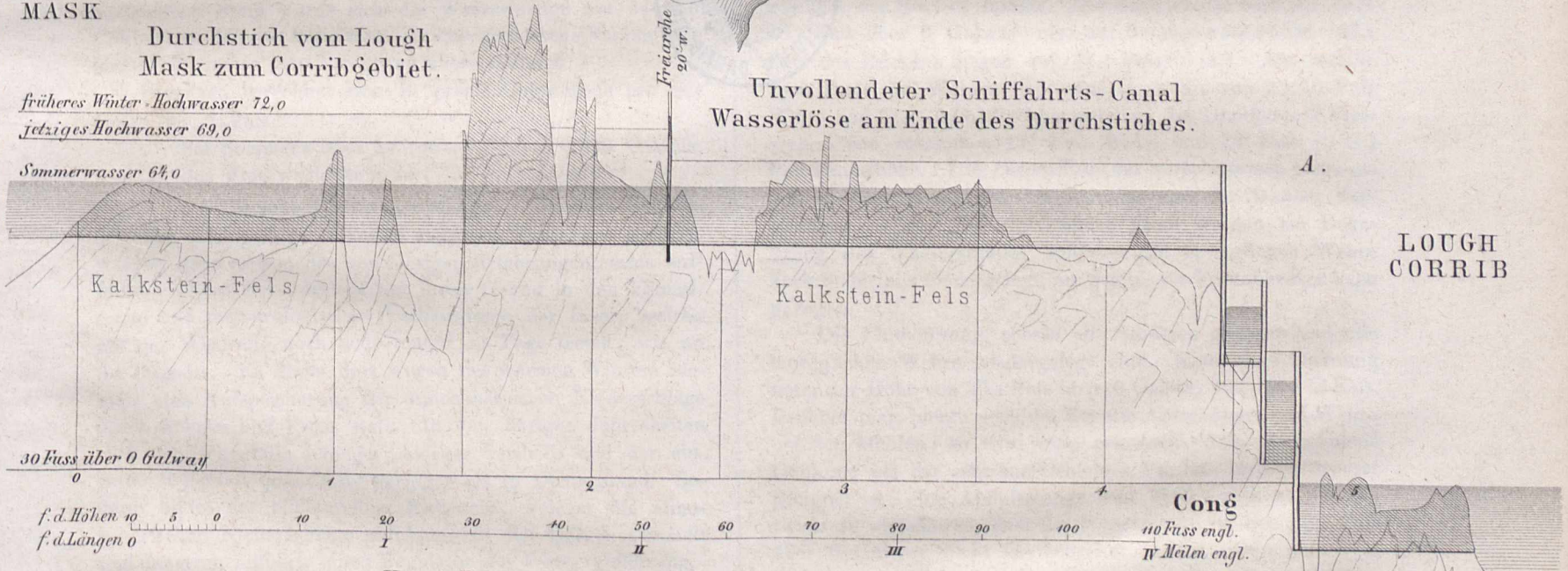
Bemerk: Die feinen Linien im See bezeichnen die Segelwege.

LOUGH MASK

Durchstich vom Lough Mask zum Corribgebiet.

früheres Winter-Hochwasser 72,0  
jetziges Hochwasser 69,0

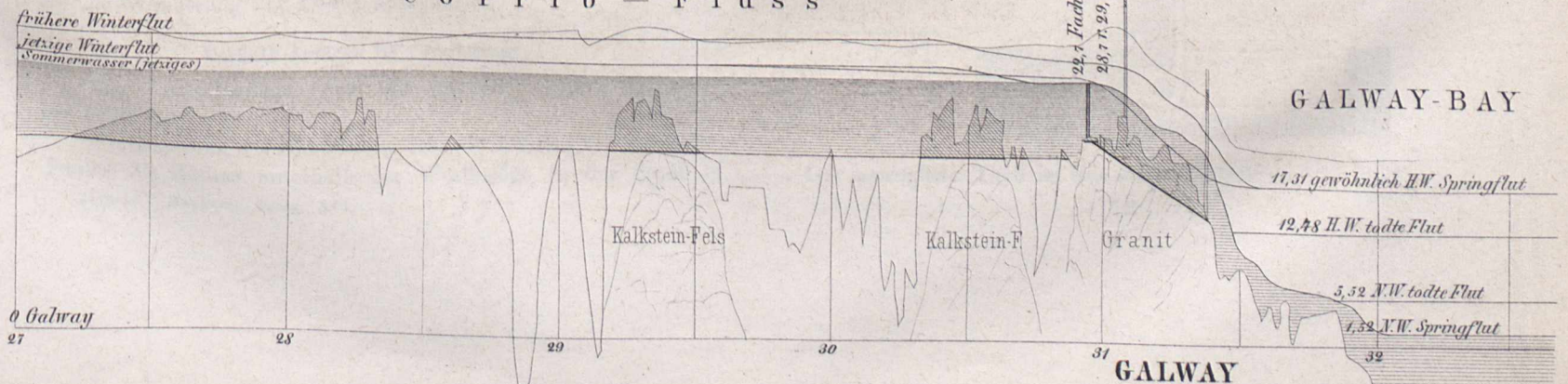
Sommerwasser 64,0



Von A-B 22 engl. Meilen des „Lough Corrib“,  
der Boden desselben liegt auf dem 1<sup>te</sup> 3<sup>tel</sup> 5-6<sup>te</sup> über 0 Galway  
2<sup>te</sup> 3<sup>tel</sup> 16-17<sup>te</sup> desgl.  
3<sup>te</sup> 3<sup>tel</sup> 20<sup>te</sup> desgl.

LOUGH CORRIB

B. Corrib-Fluss



Der Fall zwischen dem gewöhnlichen Sommerwasser des Lough Corrib und der See betrug bei gewöhnlichem Niedrigwasser der Ebbe 28,7 Fufs, bei gewöhnlichem Hochwasser der Fluth 13 Fufs.

Der Wasserspiegel des Sommerwasserstandes des See's stand 30,2 Fufs über 0 Galway (0 Galway liegt 0,42 Fufs über Niedrigwasser bei aufsergewöhnlicher Springfluth bei Galway).

Die Beobachtungen des Regenfalles haben am Lough Corrib einen Maximal-Regenfall von 1½ Zoll innerhalb 24 Stunden nachgewiesen.

Bei der Annahme, dafs ⅓ dem See zugeführt wird, ⅔ durch Absorption seitens des Landes und durch Verdunstung zurückgehalten werden, würde ein solcher Regenfall, wenn er ebenso rasch zugeführt würde, als er fiel, den Wasserspiegel des Lough um 6,78 Zoll erheben. Da indessen die Zuführung nicht so rasch erfolgen kann, auch der höhlenreiche Kalkstein den Regulator der Zuführung bildet, so ist das höchste Wachstum des See's innerhalb 24 Stunden nur zu 4 Zoll beobachtet, das Durchschnittswachstum innerhalb starken Wachsens der Fluth indessen nur zu 2 Zoll per 24 Stunden. Es entspricht dieses einer Wassermenge von 316 666 666 Cubikfufs oder 220 000 Cbkfufs pro Minute oder 3360 Cbkfufs preufs. pro Secunde.

Das Sommerwasser des Corrib ist beim Ausflufs gemessen zu 120 000 Cubikfufs pro Minute oder circa 1830 Cbkfufs preufs. pro Secunde. Der Gesamtabflufs der Fluth würde sich auf 220 000 + 120 000 = 340 000 Cbkfufs pro Minute belaufen. Die gemessene Fluthwassermenge bei 32,6 0 Galway hat betragen 322 020 Cbkfufs pro Minute. Für die höchste beobachtete Fluth würde sich die Wassermenge auf 341 640 Cbkfufs pro Minute berechnen, welche gemessene Summe mit oben berechneter ziemlich genau übereinstimmt.

Demnach berechnet sich in preufs. Cubikfusen pro Secunde der Abflufs

bei Sommerwasser zu rot. . . . .	1830 Cbkfufs,
das Fluthwachsthum zu . . . . .	3360 -
Summa Fluthwassermenge . . . . .	5200 Cbkfufs.

Die sehr geringe Differenz zwischen Fluth- und Niedrigwasser, ganz verschieden von hiesigen Erfahrungen, mufs auffallen. Diese Besonderheit hat ihren Grund in den klimatischen und meteorologischen Verhältnissen der Insel, welche auf der Westseite noch bedeutender zu Tage treten, wie an der Ostseite. Es findet dort wegen des warmen Winters niemals eine Aufspeicherung der atmosphärischen Niederschläge durch Schnee und Frost statt. In den übrigen Jahreszeiten sind die Regenfälle häufiger, stärker vertheilt und der einzelne Regenfall quantitativ geringer als in Deutschland. Sodann bildet der höhlenreiche Kalkstein, welcher die atmosphärischen Niederschläge aufnimmt, in den Höhlen sammelt und langsam abführt, einen Regulator der Wasserabführung.

Die Regulierungsarbeiten am Corribflusse bezwecken nun:

- 1) den Fluthüberflufs von 3360 Cubikfufs abführen zu können, ohne eine Anhäufung des Fluthwassers im See noch zu gestatten;
- 2) die übrigen 1830 Cubikfufs (2000 Cbkfufs engl.) so vollständig als möglich für Mühlen und Schiffahrtzwecke und für die Wanderung der Fische auszunutzen.

**Vorfluth-Anlagen im Corribflusse.**

Die Vorfluthanlagen sind die folgenden (siehe Skizze auf Blatt Q):

Verbesserung des Hauptbettes des Corribflusses von einem Punkte 30 Ruthen unterhalb der Westbridge in der Stadt

Galway bis zu dem Regulirungswehre durch Aushebung und Aussprengung eines mit constantem Gefälle und in gehöriger Breite angelegten Flufsbettes durch die Untiefen und Klippen des Granitriffes;

Aushebung der Untiefen des Flufsbettes oberhalb des Wehres, so dafs in diesem oberen Theile des Flusses aufser der Vorfluth auch ein Schiffahrtsweg von 8 Fufs Tiefe bei niedrigem Sommerwasser des See's von Galway bis in den Lough Corrib gewährt wird;

Austiefung der Betten des Gaol und Westriver innerhalb der Stadt Galway bis zu ihrer Mündung in den Corribflufs;

Ankauf und Beseitigung von einigen den Vorfluthanlagen hinderlichen Mühlen; Entfernung des alten Lachswehres bei Galway und Bau neuer Lachskammern mit Freigang an einem geeigneten Orte im Unterwasser des Wehres; Ankauf und Entfernung der Aalwehre im oberen Theile des Corrib. —

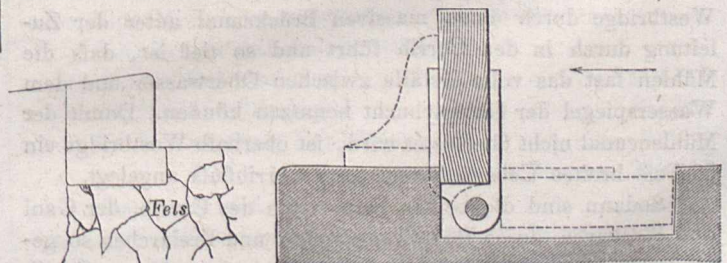
Der wichtigste und interessanteste Theil der Vorfluthanlagen ist das Regulirungswehr.

Dasselbe soll den Sommerwasserstand von 30,3 Fufs auf 28,7 Fufs und das Winterfluthwasser von 33,0 auf 30,3 Fufs 0 Galway ermäßigen und normiren. Es wird hierdurch eine durchschnittliche Vorfluth von 2 Fufs für das gesammte ausgedehnte Niederungsgebiet und die Zuflüsse des See's gewonnen.

Zu dem Zwecke hat zunächst das Wehr die große Längenenwicklung von 607,5 Fufs. Zur Ermäßigung der Bau- und Fundamentirungskosten verfolgt dasselbe den Rücken eines natürlichen Granitriffes. 108 Fufs der Länge des Wehrrückens sind durch ein bewegliches Wehr von 1 Fufs hohen Bohlen, 81 Fufs desselben durch ein solches von 1¼ Fufs hohen Bohlen gebildet, der Rest ist massiv. Der Scheitel des Rückens liegt 28,7 Fufs über 0 Galway, also auf Sommerwasserhöhe. 49,7 Fufs des Rückens liegen auf 29,7 Fufs (0 G.). Am westlichen Ende des Wehres liegt eine Freiarche von 2 × 10 Fufs Weite und 22,7 (0 G.) Fachbaumhöhe; im Gaolflusse 2 Freiarchen von zusammen 15¼ Fufs Weite und 24 Fufs (0 G.) Fachbaumhöhe. Die Disposition der verschiedenen Oeffnungen ist nach Maafsgabe des Terrains und der lokalen Verhältnisse erfolgt. Bei eintretender Fluth werden zur Regulirung des Wasserstandes zunächst die beweglichen Wehre nach Bedürfnifs niedergelegt, am Schluß die Freiarchenschützen gezogen.

Die Fluthöffnung, sobald alle Schützen gezogen und alle beweglichen Wehre niedergelegt sind, bietet eine Oeffnung unter der Höhe von 30,3 Fufs über 0 Galway von 1700 □ Fufs. Rechnet man hierzu noch die Regulirungsschützen und Wehre bei den Mühlen, so wird man ermessen, dafs die gebotene Oeffnung bei der sehr ausreichenden Vorfluth im Unterwasser geeignet ist, eine Abflufsmenge von 3360 Cubikfufs per Secunde so abzuführen, dafs der Wasserstand im See 30,3 Fufs über 0 Galway nicht überschreitet, selbst wenn man vom See aus zum Wehre ein Gefälle von beinahe 1 Fufs zugiebt.

Das einfache Wehr ist ein massives mit senkrechtem Abfall von nebenstehender Form.



Der bewegliche Theil ist eine starke, 1 resp. 1¼ Fufs hohe

Bohle in Längen von 16 bis 18 Fufs. Jede Bohle ist der Länge nach an einer eisernen Achse durch mehrere starke Laschen befestigt. Die Achse liegt an beiden Enden auf Zapfenlagern auf; an dem einem ihrer Enden, welches über das Zapfenlager hinausreicht, ist ein Vorgelege angebracht, durch welches man von einer Laufbrücke aus, welche längs des beweglichen Theiles des Wehres angebracht ist, die Bohle stromaufwärts in eine Austiefung des Wehres niederlegen kann. Die Bohle lehnt sich, wenn aufgerichtet, gegen senkrechte Stützpfosten. Beim Aufrichten des Wehres kommt der Wasserdruck der Operation zu Hülfe. Da die irischen Flüsse keinen Eisgang haben, welcher die Laufbrücke zerstören und die Stützpfosten abstoßen könnte, so hat sich die Vorrichtung bewährt. Die schweren Schützen der Freiarche werden durch Gegengewichte balancirt.

#### Verbesserung der Wasserkraft bei Galway.

Die Mühlen von Galway waren an zerstreuten Punkten des Riffes an wilden Wasserläufen in den verschiedensten Niveaus des Oberwassers derart angelegt, dafs der Zusammenhang und das Abhängigkeitsverhältnifs zwischen den Mühlen Anlaß zu häufigem Streit und Processen zwischen den Mühlenbesitzern gab. Tiefer belegene Mühlen waren von höheren in Beziehung auf Wasserzuleitung abhängig. Von den bei Niedrigwasser disponiblen 120 000 Cubikfufs per Minute wurden 43260 Cubikfufs gebraucht. Da der gesammte Wasserverbrauch der Mühlen 69480 Cubikfufs betrug, so gingen 26220 Cubikfufs in zweite Hand über, 76740 Cubikfufs gingen unbenutzt vorbei.

Die große Wehranlage ermöglicht die vollständige Ausnutzung der Wasserkraft.

Die beigegebene Skizze auf Blatt Q giebt ein Bild der verwickelten Anlage. Dieselbe ist nach einer dem *Report* beigefügten Situation angefertigt. Letztere ist zwar von der wirklich ausgeführten Anlage wesentlich verschieden; da mir indess keine genauere Situation zu Gebote stand, so blieb zur Anfertigung dieser Skizze nichts anderes übrig, als durch die beim Gange durch die verschiedenen Anlagen gemachten Beobachtungen die Situation zu corrigiren. Die Skizze giebt daher zwar eine richtige Anschauung, aber kein im Einzelnen zuverlässiges Bild der Anlagen. Die höher belegenen Wasserspiegel sind hell, die tieferen mit stärkeren Strichen dunkler schraffirt.

Von dem südöstlichen Ende des Wehres ausgehend, ist meist im Laufe eines alten Mühlengrabens ein Mühlencanal gebaut, welcher parallel dem Corrib den Mühlen oberhalb der Westbridge die volle Oberwasserhöhe des Wehres als Oberwasserstand darbietet.

Die unterhalb der Westbridge belegenen Mühlen haben wegen ihrer Lage zu den Straßen von Galway ein etwas niedrigeres Oberwasser.

Die Unterwasser der oberhalb der Westbridge belegenen Mühlen sind in einem tief eingeschnittenen Canale gesammelt, welcher, der Zuleitung parallel laufend, etwas oberhalb der Westbridge durch einen massiven Brückencanal unter der Zuleitung durch in den Corrib führt und so tief ist, dafs die Mühlen fast das volle Gefälle zwischen Oberwasser und dem Wasserspiegel der Galwaybucht benutzen können. Damit der Mühlencanal nicht überlastet wird, ist oberhalb Westbridge ein 50 Fufs breites Ueberfallwehr zum Corribfluß angelegt.

Sodann sind die beiden Hauptarme des Corrib, der Gaol und Westriver, durch Regulirungswehre und Freiarchen so geschlossen, dafs die Oberwasserhöhe der des oberen Corrib gleich ist, so dafs die meisten der an beiden Flüssen liegenden Mühlen das volle Gefälle des Corrib benutzen können. Nur

die unterhalb der Presentation road und Westbridge belegenen Mühlen haben wegen der Höhenlage des Terrains und der Straßen ermäßigte Oberwasserstände. Damit die Mühlen das Gefälle möglichst ausnutzen können, ist aufser der Austiefung der Flußbetten ein tiefer Untergraben von den Westmühlen bis zum Schifffahrtsbassin, welches auf mittlerer Fluthhöhe der Galwaybucht liegt, ausgehoben, welcher nicht allein den sämtlichen am Westflusse belegenen Mühlen Vorfluth giebt, sondern auch den Untergraben für die projectirten neuen Mühlencanal bildet. Auf dem dazu angewiesenen Terrain war bereits eine Mühle im Bau begriffen, für welche 100 Pferdekraft für 2000 £ von der Genossenschaft angekauft waren.

Die Unterwasser der im äußersten Westen dicht am oberen Corrib belegenen Mühlen der Newcastle-, Bleach- und Marblemill waren nicht mit den übrigen zu vereinigen, und es ist daher ein besonderer Untergraben angelegt, welcher den Schifffahrtsbassin bei der Bleachmill unterschreitet und einer Senkung des Terrains folgend unterhalb des neuen Lachswehres in den Fluß eingeleitet ist. Das aus dem Untergraben und dem Corribflusse gewonnene Material ist zur Einebnung der Riffe zur Seite des corrigirten Corribflusses zweckmäßig benutzt.

Wie bedeutend die Resultate sind, welche für die Verbesserung der Wasserkraft durch die Anlagen erreicht worden, zeigt nachfolgende Tabelle, welche mit geringen Abweichungen eine richtige Darstellung der Verhältnisse vor und nach der Melioration giebt.

Bezeichnung der Mühlen	Oberwasserstand		Wassermenge		Gefälle	
	früher	jetzt	früher	jetzt	früher	jetzt
Ostseite des Hauptflusses.						
G	29,15	28,70	38,41	34,80	3,87	8,70
U	29,15	28,70	19,31	16,52	3,87	8,70
D	28,08	28,70	36,53	38,06	4,16	8,70
E	28,08	28,70	36,53	38,06	4,10	8,70
F	28,08	28,70	30,01	31,27	4,06	8,70
N	25,12	28,70	12,56	41,48	2,81	10,70
O	24,83	28,70	18,32	36,49	2,49	10,70
A <sup>2</sup>	18,99	24,00	55,58	88,86	4,19	9,20
A <sup>3</sup>	18,99	24,00	37,05	59,19	4,34	9,35
A <sup>4</sup>	17,88	24,00	58,92	133,30	4,62	10,74
Gaol-Fluß.						
I	27,90	28,70	106,65	119,03	5,42	10,70
J	27,90	28,70	49,94	55,23	5,80	10,70
K	27,90	28,70	70,45	78,54	5,89	10,70
M	27,90	18,70	34,36	86,94	3,03	10,70
Westriver.						
L	25,66	28,70	47,84	92,55	1,59	9,70
P	27,21	28,70	16,06	35,27	3,78	11,70
Q	27,21	28,70	26,49	34,29	3,78	11,70
R	27,21	28,70	33,39	43,32	3,78	11,70
R	27,21	28,70	27,44	35,51	3,78	11,70
S	23,61	25,00	67,81	78,00	5,81	10,00
T	19,95	25,00	51,98	77,72	5,02	10,00
U	19,89	25,00	33,79	49,41	4,76	10,00
Y	19,49	25,00	38,36	77,58	6,11	11,50
W	22,72	25,00	32,89	48,28	3,52	9,00
V	22,72	25,00	38,83	68,05	2,02	9,00
W	20,19	25,00	19,76	52,92	2,17	9,00
			1059,26	1550,61	4,0	10,0
						durchschnittlich

d. h. statt 1059 Cubikfuß per Secunde mit 4 Fuß Gefälle werden 1550 Cubikfuß per Secunde mit 10 Fuß Gefälle gewonnen, ungerechnet der 3 an dem besonderen Mühlengraben belegenen, ferner einer im Bau begriffenen Mühle, deren Verhältnisse mir nicht in Zahlen bekannt sind, und des noch disponiblen Wasserquantums.

Zu den allgemeinen Anlagen gehören noch der vollständige Neubau der Westbridge und die Unterfangung der Newbridge. Letztere Arbeit ist durch Tieferlegung des Corribbettes unter der Brücke veranlaßt. Außerdem sind noch viele andere nicht besonders namhaft zu machende Ergänzungsbauten ausgeführt.

Der Erfolg der Entwässerungsanlagen entspricht vollkommen den gehegten Erwartungen.

#### Schiffahrts-Anlagen bei Galway.

Dieselben bezwecken, die bisher fehlende Verbindung zwischen dem Meere und dem See herzustellen. Zu dem Ende ist angelegt:

ein Schiffahrts canal von dem oberen Corribfluß bei Galway bis zur Galwaybay;

ein Fluthhafen bei der Ausmündung und ein Flufshafen beim Woodquay bei Galway.

Das gewöhnliche Niedrigwasser der Springfluth bei Galway liegt 1,50 Fuß über 0 Galway, mit einer Fluthhöhe zur selbigen Zeit von 15,8 Fuß. Das Hochwasser der gewöhnlichen todten Fluth liegt auf 12,46 Fuß (0 G.) mit einer Fluthhöhe von 6,96 Fuß, so daß Niedrigwasser auf 5,5 (0 G.) liegt.

Nun ist auf dem Ballyknowquay ein Fluthhafenbassin von 470 Fuß Länge und 168 Fuß Breite angelegt; dasselbe hat von der Galwaybay aus einen Eingang durch eine Schleuse von 130 Fuß Länge, 20½ Fuß Weite, deren Unterdrempel auf 0 Galway also 5,5 Fuß unter Niedrigwasser gewöhnlicher todter Fluth liegt. Der Oberdrempel liegt auf 5 Fuß (0 G.), so daß Schiffe von 6½ Fuß Tiefgang nach dem ersten Viertel der Fluth einlaufen, alsdann durch die Schleuse um 7 bis 8 Fuß bis zur Höhe des Bassins gehoben werden können. Der Boden des Bassins liegt auf 5 Fuß (0 G.). Die Wasseroberfläche des Bassins wird durch ein 50 Fuß breites Ueberfallwehr auf der Höhe von 15 Fuß festgehalten. Aus dem Bassin führt eine Kammerschleuse zum Oberwasser des mit dem Corrib ohne weitere Schleuse in Verbindung stehenden Schiffahrtscanales, welcher mit 41¼ Fuß Sohlenbreite und 20,7 (0 G.) Sohlentiefe, also 8 Fuß Wasserstand zum oberen Corrib führt.

Der Segelweg im Corribflusse und nach den verschiedenen Stationen des See's im Lough ist durch Baken gekennzeichnet, und sind die im See innerhalb des Segelweges belegenen isolirten Steine und Klippen beseitigt.

Es ist durch diese Anlage eine regelmäßige Dampfschiffahrt zwischen den verschiedenen Theilen des Corribsee's und zur See ermöglicht, welche durch neuerbaute Landungsbrücken und sonstige Lösungs- und Verladungsanlagen an verschiedenen Stationen des See's unterstützt wird.

Es war projectirt, auch den Lough Mask durch einen Schiffahrts canal mit dem Corrib in Verbindung zu setzen. Die Anlagen sind jedoch wegen Mangels an Mitteln nicht vollendet und lediglich ein Entlastungscanal des See's mit Entlastungsschleuse zu Stande gebracht (siehe unten das Nähere).

#### Anlagen zur Verbesserung der Fischerei.

Dieselben bestehen aus der Anlage von Lachs- und Aaltreppen in bereits beschriebener Weise.

Das aus plumpen Felsenstücken mit Benachtheiligung der Vorfluth auf dem Riff erbaute Lachswehr ist abgebrochen und

durch zweckmäßig construirte Lachskammern mit weitem Freigang ersetzt, welche im Unterwasser des Wehres, aber oberhalb aller Mündungen der Untergräben der Mühlen an zweckmäßig gewählter Stelle angelegt sind.

Da die Vorrichtungen für die Wanderung der Fische auch bei den Wehren der Nebenflüsse des Corrib zur Anwendung gekommen sind, da ferner durch den Durchstich vom Corrib zum Mask und durch Anlage von Fischtreppen auch dieses Gebiet mit dem Corrib in für Fische passirbare Verbindung gesetzt ist, überdies aber die Bay von Galway den Fischen einen besonders angenehmen Aufenthalt und Eingang von der See her gewährt, so sind die Fischereianlagen von einer fast wunderbaren Wirkung gewesen, und hat sich der Corrib und alle seine Nebengewässer mit einer solchen Menge von Fischen bevölkert, daß, während man vor etwa 10 bis 12 Jahren die Fischerei auf dem Corrib zu 4000 bis 5000 £ schätzte, zur Zeit meines Besuches in Irland bei einer Versteigerung dieser Fischereigerechtsame bereits ein Gebot von 120000 £ abgegeben wurde.

#### Anlagen im Corribgebiete.

Die Nebenflüsse des Corrib sind durch Vertiefung und Begradigung zur besseren Vorfluth geeignet gemacht, so daß sie die Vortheile der Erniedrigung des Wasserspiegels des See's auf weite Entfernungen in die Flufsniederungen verpflanzen. Die Niederungen sind außerdem durch ein Binnenentwässerungssystem aufgeschlossen und in weiterem Detail entwässert.

Das vorhin beschriebene Terryland bei Galway ist durch Eindeichung gegen den Corrib ganz von dessen Einflusse befreit und seine Binnenentwässerung zu dem Eingange der Höhlen geleitet, welche zur Galwaybay führen.

Für den Lough Mask sollte ein Schiffahrts canal zum Corrib mit 3 Kammerschleusen und einer großen seitlichen Freiarche zur Entlastung des See's erbaut werden. Die Schiffahrtswerke sind aber nicht vollendet. Die erste Schleuse am Corrib mit 22,0 Fuß (0 G.) Drempelhöhe ist gebaut; die oberste Schleuse am Mask mit 57,50 Fuß (0 G.) Oberdrempelhöhe desgleichen, die mittlere und der Schiffahrts canal sind unvollendet. (Die Schleusen haben 94 Fuß Länge und 16 Fuß Breite.)

Dagegen ist die Entlastung des See's durch eine große Freiarche von 2 Oeffnungen à 10 Fuß weit und 12 Fuß hoch und einem Entlastungscanal in's Werk gesetzt. Der Fachbaum der Freiarche liegt auf 56,5 Fuß 0 G. Die Schleuse wird in der Weise gehandhabt, daß der niedrigste Wasserstand des Lough Mask nicht unter 64 Fuß 0 G., und der höchste nicht über 69 Fuß 0 G. kommen darf, während vorher das Hochwasser auf 72 Fuß 0 G. stieg. Zu dem Ende werden die Schleusen beim Beginn der regnerischen Jahreszeit im Herbst jeden Jahres allmähig so weit geöffnet, daß der genannte Wasserstand im Winter nicht überschritten werden kann, und beim Herannahen der trockenen Jahreszeit werden die Schleusen allmähig so geschlossen, daß der genannte Minimalwasserstand erhalten bleibt.

Die Kosten der Anlage betragen:

a. für die Entwässerung . . . . .	116717 £
b. für Schiffahrtsanlagen . . . . .	102289 -
c. für Verbesserung der Mühlkraft . . . . .	36938 -
	in Summa 255944 £

Davon ist auferlegt:

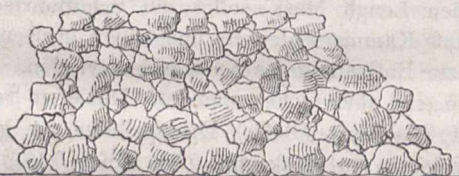
a. dem Schiffahrtsinteresse der Grafschaft Galway,	
Mayo und der Stadt Galway	14883 £
Latus	14883 £
	255944 £

	Transport 14883 £	255944 £
b. der Grafschaft Galway für einige		
Bauwerke in deren Interesse .	2511 -	
den entwässerten Ländereien .	28000 -	
c. den Wassermühlen in Galway	14084 -	
	zusammen	59478 -
Auf die Staatskasse sind übernommen		196466 £.

### III. Turloughmore-District.

Des Turloughmore-Districtes ist bereits bei Gelegenheit der Beschreibung des Sammelgebietes des Lough Corrib Erwähnung geschehen und im Allgemeinen dessen Beschaffenheit beschrieben worden.

Der Untergrund des Sammelgebietes des Turloughmore gehört ganz und gar dem Kalkstein einer älteren Gruppe der Kohlenformation an. Dieser Kalkstein ist von großer Härte, einige Schichten sind so unverwitterlich, daß, wenn sie die Bodenoberfläche bilden, der Fels in unzähligen Klippen, Riffen und einzelnen Steinen durch die in den Spaltungen gebildete Ackerkrume hindurchragt. An einigen Stellen ist die felsige Bodenbeschaffenheit so vorherrschend, daß kaum ein culturfähiger Raum übrig bleibt. Häufig liegen aber die einzelnen harten unzerstörbaren Steine in dem aus der Verwitterung der umgebenden milderen Theile gebildeten fruchtbaren Boden gebettet, ohne Zusammenhang mit dem Muttergestein; es ist alsdann der erste Schritt zur Cultivirung des Bodens, daß die Steine ausgehoben und an den Rand des Grundstückes geschoben werden. Hier wird aus den gewonnenen Steinen eine trockene Mauer aufgeführt von 4 bis 5 Fuß Höhe und selbst darüber.



Die Steine werden geschickt 1 Stein stark zusammengepalst, so daß man durch die Fugen, welche die rundlichen Steine überall offen lassen, hindurch sehen kann. Sind mehr Steine im Grundstück vorhanden, als zur dünnen Mauerwand gehören, so werden stärkere trockene Mauern (double walls) ausgeführt. Die einfachen Mauern können natürlich keinen großen Seitendruck aushalten, so daß alte verständige Jagdpferde, welche angefeuert werden, über dieselben zu springen, es für bequemer halten, die Mauer mit der Schulter umzustossen und gemächlich durch die Bresche zu gehen. Diese Mauereinfriedigungen (stone walls), welche gleichzeitig als Frechtungen der Weidekämpfe dienen, geben der Landschaft im Westen Irlands den eigenthümlichen Charakter. Wo die Felsstücke und Rollsteine fehlen, tritt die der westfälischen Wallhecke ähnliche Einfriedigung an Stelle der stone walls.

Die Kalksteinformation hat einen solchen Reichthum an höhlenartigen Gängen und Spalten, daß ein großer Theil der atmosphärischen Niederschläge sofort in dieselben abgeführt wird. Das verschluckte Wasser tritt in den Niederungen in starken Springen zu Tage und speist die Flüsse, den Clare, den Grange, den Abbert oder den Killacloghen oder auch direct das Wasserbecken des Cloonkeenlough und das Turloughmore.

Das Turloughmore ist ein ausgedehntes flaches Becken, von allen Seiten von höherem Lande umgeben. (Es enthält ungefahr 1000 acres). Auf Blatt Q ist eine Situation und ein

Längenprofil des Districts gegeben; letzteres ist durch die tiefsten Stellen des Rinnsales gelegt und läßt eine unfertige Thalbildung nicht verkennen. Von dem Punkte *a* an war die Erosion nicht kräftig genug, um ein constant geneigtes tiefes Flußbette zu erzeugen; einzelne Riffe und längere Untiefen durchsetzen die Rinne.

Das erste Riff liegt unter der Weirbridge, auf dem zweiten Riff steht die Mühle und Brücke von Claretuam und die bekannte Aalwehre. Unterhalb dieses Riffes liegt die durch Alluvion nicht ausgefüllte Lache des Cloonkeenlough, vor der Melioration in einer Ausdehnung von mindestens 660 acres; dann folgt wieder ein Riff von hartem Kalkstein und Rollsteinen, welches den Cloonkeenlough schließt, mit jähem Abfall zum Turlough. Letzteres ist wieder abgeschlossen durch ein hohes und breites Plateau, auf welchem die Landstraße von Galway nach der Ortschaft Lackagh liegt. Das Plateau erhebt sich 20 Fuß und mehr über die Grundfläche des Turloughmore. Zwei muldenförmige Einsattelungen *d e g* und *d f g* bilden die offenen Abzüge, wenn die Fluth 20 Fuß über den Boden des Turlough gewachsen ist. Letzter würde ein ausgedehnter Landsee, welcher seine Abflußrinne durch eine der beiden Einsattelungen hätte, geworden sein, wenn nicht die Gänge und Höhlen im Kalksteingebirge vorhanden wären.

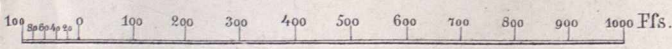
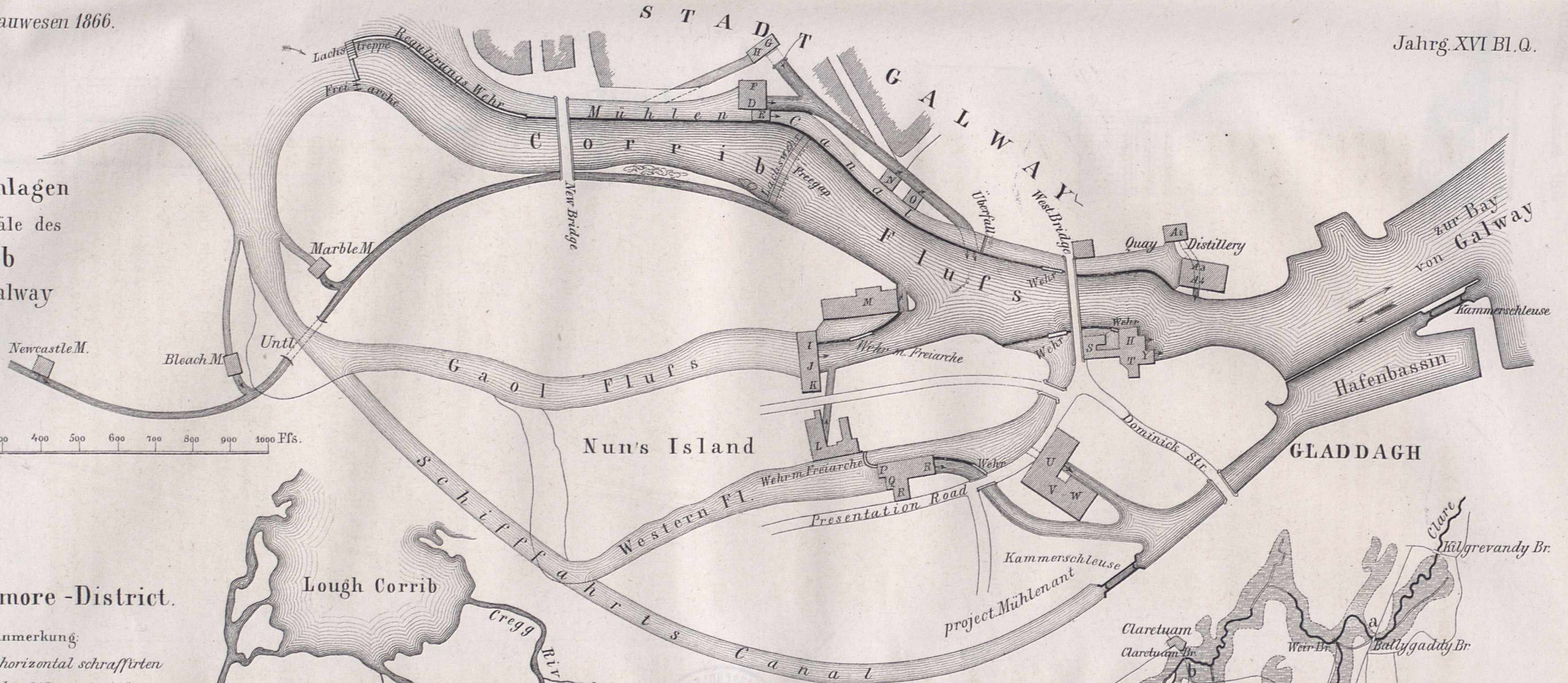
Bereits am Rande des Cloonkeenlough liegen die Eingänge von verschiedenen Höhlen, so daß, wenn das Wasser über den gewöhnlichen Stand steigt, ein Theil des Wassers abgeführt wird und in den Springen des Creggflusses wieder ans Tageslicht kommt. Die meisten Eingänge liegen im Turloughmore in verschiedenen Höhenlagen, und führen zu den unterirdischen Gängen zum Cregg und Claregalway.

Der Wasserfang der Abzugshöhlen des Turlough ist schätzungsweise bestimmt. Man hat die Beobachtung gemacht, daß die ungeheure Wassermenge, welche häufig denselben in einer mittleren Tiefe von 6 bis 8 Fuß, an vielen Stellen aber 20 Fuß überdeckt, nachdem die aufsergewöhnlichen Zuflüsse aufgehört, im Laufe eines Monats vollständig durch die Höhlen abgezogen ist. Da nun das Bassin ca. 30492000 Cubikfuß Wasser enthielt, so vermochten die Höhlen täglich 10164000 Cubikfuß in sich aufzunehmen. Die größte Regenmenge, welche auf der Oberfläche des Turlough (excl. Sammelgebiet) fallen kann, beträgt nun 2178000 Cubikfuß per Tag. Es lag daher nahe, das Project so einzurichten, daß die äußeren Zuflüsse des Beckens peripherisch um das Turlough herum bis zur tiefsten Einsenkung des Abflußplateaus und durch einen mäßigen Einschnitt in dasselbe in den Claregalway geleitet wurden, während man die Entwässerung des Turlough selber den Höhlen überließ. Dieses Project ist in punktirten Linien in die Karte eingetragen.

Das bis zur Corrofinbrücke sich sammelnde Wasser wird hiernach zur Rechten des Turlough bis zum Lackagh-Sattel, und weiter zum Claregalway geleitet, das Wasser des Abbert aber durch Vermittelung eines sanften Höhenzuges quer über die Fläche des Turlough zu dem ersteren Canale hin. Das Bassin des Cloonkeenlough mit 660 acres Oberfläche sollte zum Regulirungsbassin für die gleichmäßige Abführung der Fluthen eingerichtet werden. Die Oeffnungen der Höhlen sollten nach diesem Projecte erweitert und geräumt und Abzugsräben zu denselben hingeführt werden.

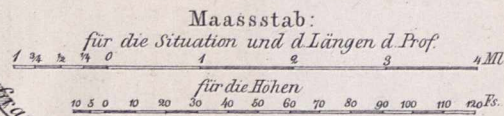
Weil indessen die Fläche des Turlough so werthvoller Boden ist, daß er an den meisten Stellen Ackercultur zuläßt, weil ferner die Eingänge der wirksamsten Abzugscanäle nicht gerade in der Sohle des Turlough liegen, auch leicht Verstopfungen vorkommen können, weil ferner die Führung des Abbert durch das Turloughbecken mit seinen Eindeichungen

# Vorflut - Anlagen u. Mühlenanläge des Corrib in der Stadt Galway



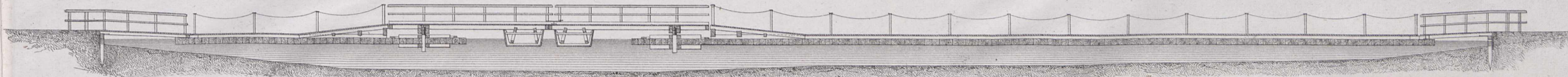
## Turloughmore - District.

Anmerkung:  
Die schwach horizontal schraffirten  
Flächen standen früher periodisch un-  
ter Wasser.

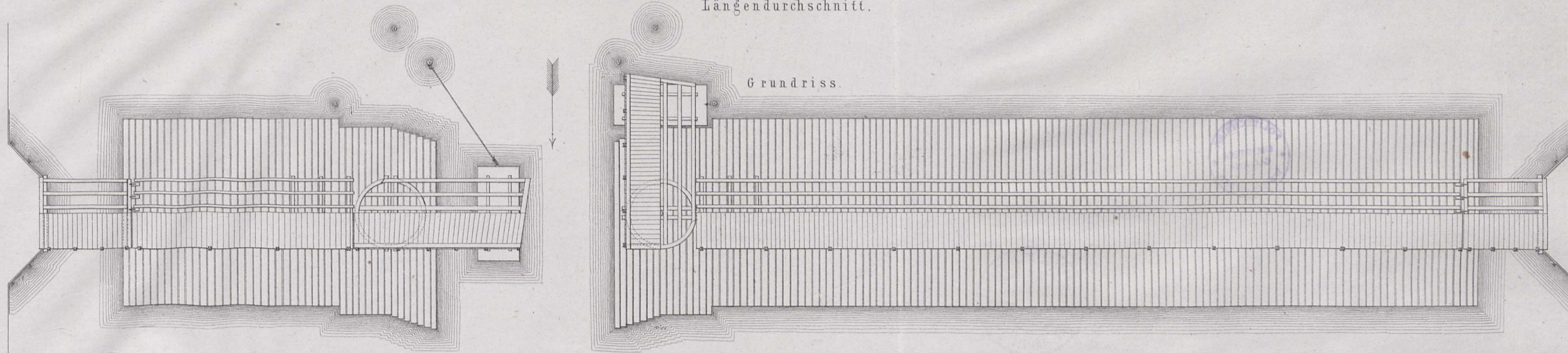


## Längenprofil des Clare.





Längendurchschnitt.



10 5 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 F.

Details.

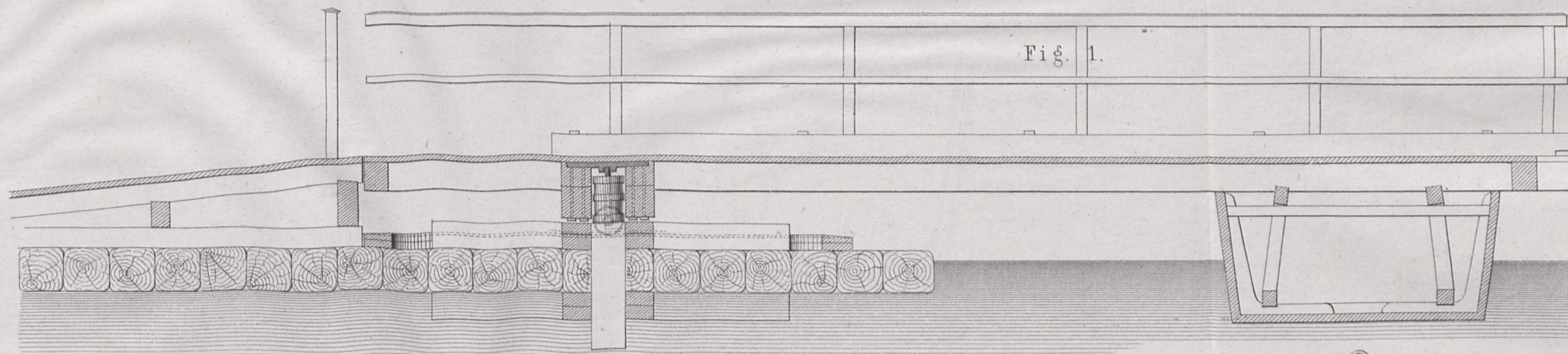


Fig. 1.

Fig. 3. Drehzapfen.

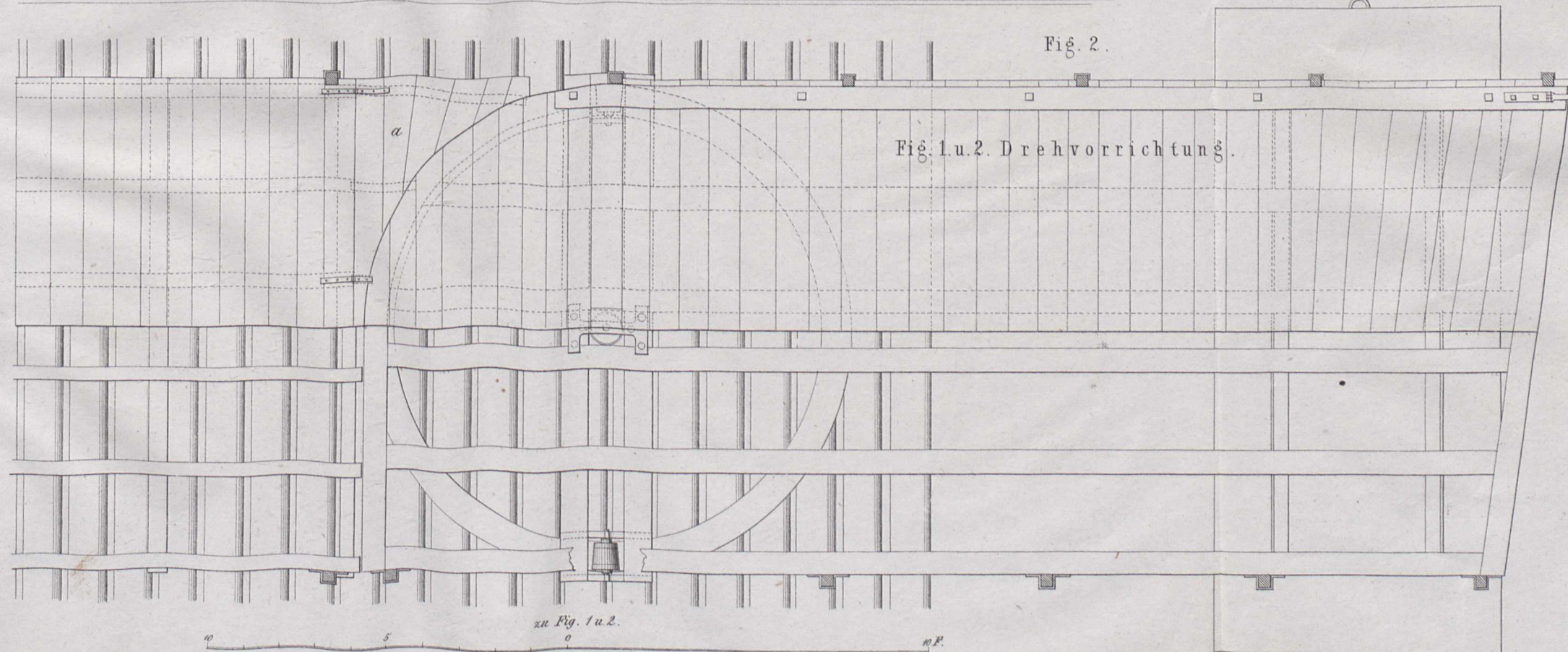
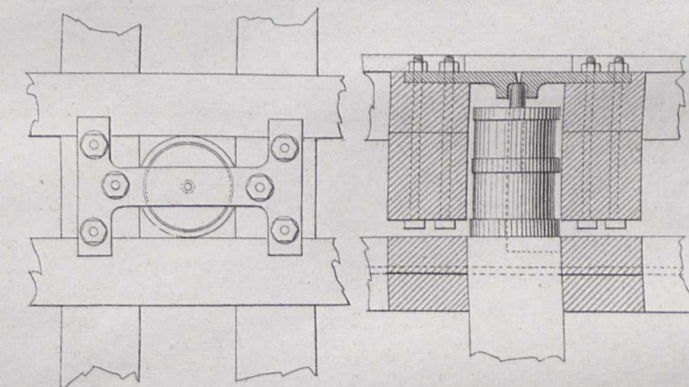


Fig. 2.

Fig. 1 u. 2. Drehvorrichtung.

Schliessriegel.

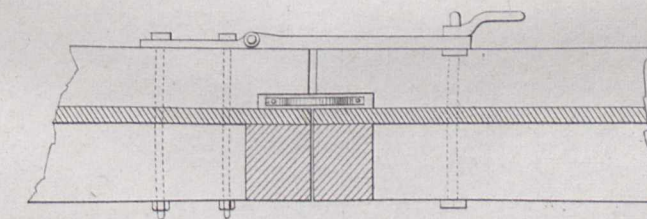
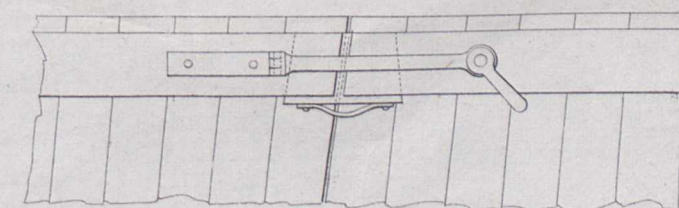


Fig. 4.



10 5 0 10 F.

zu Fig. 3 u. 4. 1 2 3 4 5 6 F.



und Ueberführungen nicht unerhebliche Kosten verursacht haben würde, so hat man den Plan fallen lassen, sich zu einer durchgreifenden Correctur entschlossen und eine vollständige offene Entwässerung des Turlough durch söhlichen Einschnitt in das Plateau bei Lackagh vermittelt. Die auf Blatt Q beigefügte Skizze, der dem Vorprojecte beigegebenen Karte entnommen, giebt ein Bild der Hauptanlagen und der Gräben, durch welche die Seitenthäler aufgeschnitten sind. Die Sohlenlage des neuen Bettes scheint durchgängig noch tiefer ausgeführt zu sein, als in dieser Skizze gezeichnet ist, da auch der Cloonkeen fast ganz trocken gelegt war.

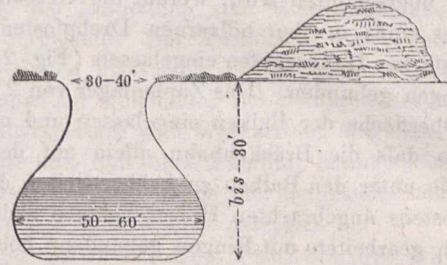
Die Abmessungen der neuen Recipienten bei kleineren Sammelgebieten wurden gewöhnlich nach der Annahme bestimmt, daß der durchschnittliche Maximalregenfall  $1\frac{1}{2}$  Zoll über die Oberfläche des Sammelgebietes beträgt, indess ca. 0,4 dieses Regenfalles von den Flüssen bei Fluth abgeführt wird, während die übrigen 0,6 theils verdunsten, theils vom Boden zurückgehalten werden.

In dem vorliegenden Falle war, abgesehen von dem Unterschiede, welcher nach Maafsgabe der Größe des Sammelgebietes zu machen ist, die vorstehende Herleitung um so weniger brauchbar, als der klüftige Kalkstein in ähnlicher Weise, wie solches im oberen Sammelgebiet der Lippe in Westfalen zu beobachten ist, die atmosphärischen Niederschläge bereits bevor sie zu den Rinnsalen und Recipienten gelangen, verschluckt und in langsamer gleichmäßiger Vertheilung den Hauptrecipienten in üppigen Quellen (Springe genannt) zuführt.

Die Abmessungen der Hauptrecipienten sind beim Turloughmore durch directe Fluthmessungen bestimmt.

Ueber die Eigenthümlichkeit der Profilirung der Recipienten soll bei Gelegenheit der Beschreibung der Entwässerungsanlagen im Shannongebiete Mittheilung gemacht werden.

Hier sei nur erwähnt, daß der Einschnitt bei Lackagh in einem Kalksteinboden gemacht worden ist, der eine solche Festigkeit besitzt, daß man im Stande war, zur Ersparung



von Raum und Arbeit dem Einschnitt ein ausgebauchtes birnförmiges Querprofil zu geben, so daß der Fluthschlauch weiter ist, als die obere Oeffnung zwischen den beiden Ufern. Der Effect der Anlage ist ein vollständiger, indem nicht allein das Becken von allen Fluthen befreit ist, daher in jeder Weise cultivirt werden kann, sondern auch die gegebene Vorfluth für die weitere Umgebung des Beckens von den segensreichsten Folgen ist. Unter andern wirkt der tiefe Einschnitt bei Lackagh als Drain für die ganze früher versumpfte Umgebung.

Die Anlage hat gekostet 60718 £. Davon sind von Specialinteressenten der Brücken etc. gedeckt	1718 £
der meliorirten resp. neu gewonnenen Fläche auferlegt in einer 24 Jahre lang zu zahlenden jährlichen Amortisationsrente	23000 -
Vom Staate sind übernommen	36000 -
	Summa wie oben.

(Schluß folgt.)

## Anderweitige Mittheilungen.

### Die Flossbrücke über die Havel in Spandau.

(Mit Zeichnungen auf Blatt R im Text.)

Für die Dauer des im vergangenen Jahre erfolgten Neubaus der Havelbrücke in Spandau wurde vom Unterzeichneten unterhalb dieser Brückenstelle eine Interimsbrücke entworfen und ausgeführt, welche, nachdem sie allen Anforderungen entsprochen hat, im Nachstehenden näher beschrieben ist.

Zwei gegenüberliegende Landungsstellen dicht oberhalb der Havelbrücke der Berlin-Hamburger Eisenbahn wurden aus lokalen Gründen zum Uebergang gewählt. Hieraus folgte, daß der Schiffsdurchlaß in die Richtung der 30 Fufs weiten Durchfahrt der Eisenbahnbrücke zu verlegen war; da jedoch der Stromstrich die Mittellinie der Brücke nicht rechtwinklig trifft, so wurde die Weite des Durchlasses der Interimsbrücke auf 35 Fufs festgesetzt. Die größte Last, welche die Brücke passirt, sollte incl. der Wagen 80 Centner nicht überschreiten. Hiernach wurde die Brückenbahn aus dicht nebeneinander liegenden Stämmen von Tannen-Kantholz mit 36 bis 40 Fufs Länge entworfen; es sind jedoch viele Stämme in Längen bis 60 Fufs verwendet, wodurch das Tragvermögen der Brücke bis auf 100 Ctr. vermehrt ist. Die einzelnen Stämme sind an ihren Enden durch starke aufgenagelte Latzen verbunden und werden in ihrer Lage durch 8 bis 10 Fufs tief und in Abständen von circa 15 Fufs eingerammte Pfähle gesichert.

An beiden Ufern sind Schälungen angebracht, auf welche sich die Landbrücken auflegen; diese sind hier mittelst eiserner Haken und Oesen mit dem Holm der Schälung verbunden. Die Auflagerung auf das Floßholz geschieht in einem Abstände von 4 Fufs vom Ende, um das Schwanken und Eintauchen des Floßholzes zu vermeiden. Beim Wechsel des Wasserstandes schleift das Ende der Landbrücke auf dem Floßholze, die Streckhölzer für den Belag sind so weit zurückgezogen, als es die Bewegung der Landbrücke erfordert; um aber zwischen den Auflagerbalken und den Streckhölzern eine Unterstüzung und Befestigung des Belags zu sichern, sind neben den festen Streckhölzern noch kurze dergleichen mit Charnierbändern an dem Auflagerbalken befestigt. Die Streckhölzer für den festen Belag der Brücke sind unter sich und mit dem Floßholz durch Spitzklammern vielfach verbunden; der Belag ist aus 2zölligen Kiefern-Bohlen hergestellt.

Die Vorrichtung zum Oeffnen des Schiffsdurchlasses besteht aus zwei beweglichen Brückentheilen, von denen jeder auf einem Prahm von 8 Fufs Breite, 18 Fufs oberer Länge und  $2\frac{3}{4}$  Fufs Bordhöhe, mit dem anderen Ende auf dem der Durchfahrt zunächst liegenden Theile des Flosses ruht. Um die Vorrichtung bei jedem Wasserstande practikabel zu erhalten, kam es darauf an, den Drehpunkt auf dem Flosse selbst

zu befestigen. Dies ist in der Art geschehen, dafs nach Fig. 1 auf Blatt R der hölzerne Drehpfosten unter- und oberhalb des Flosholzes durch ein Geschlinge von je 4 Balkenstücken umfaßt und überschritten wird, worauf die Geschlinge unter sich verbolzt sind; in den hölzernen Drehpfosten ist dann ein 2 Zoll starker Hakenzapfen eingelassen (Fig. 2) und mit eisernen Ringen gebunden. Das Zapfenlager von 2 Zoll Tiefe ist in die Oberfläche der Balken eingelassen und nach unten verbolzt, so dafs die Brückenbahn allein auf dem Zapfen schwingt; die unter den Balken zu beiden Seiten des hölzernen Drehpfostens angebrachten Hölzer nehmen zwischen sich zwei conisch gearbeitete mit Ringen gebundene hölzerne Rollen auf, welche auf einem Kranze von doppelter Bohlenlage derart schwingen, dafs sie nur bei geschlossener Brückenbahn gegen den für diese Lage schräg gearbeiteten Kranz auflaufen und in dieser Weise sowohl den Zapfen entlasten, als auch das hintere Brückende fest unterstützen. Am Schluß der Brücke sind die Balken schräg geschnitten und durch einen Kopfbalken verbunden, durch welche Anordnung eine Klappe vermieden und die Absicht erreicht wurde, den Druck übergeführter Lasten durch entsprechend angebrachte Ueberwürfe auf beide Prahme gleichzeitig zu vertheilen. Zu diesem Zwecke sind über den Ortbalcken und den Belag nochmals Balken gestreckt, welche mit ersteren verbolzt sind und ziemlich scharf, soweit es die Drehung erlaubt, mit den Hirnenden zusammenstoßen; über diese Stöße wird ein starker eiserner Riegel gelegt (Fig. 4) so, dafs er mit seinem freien

Ende über einen Schraubenbolzen mit vorstehendem Gewinde übergeworfen und darauf mit einer Flügelmutter fest angezogen wird. Beim Schließen der Brücke ist der Zudrang der Passanten meist so stark, dafs der völlige Schluß des Ueberwurfs nicht abgewartet wird und die in Schwingung versetzten Prahme das Schließen des Riegels erschweren; es ist deshalb nachträglich noch die Einrichtung getroffen, dafs zunächst ein eichenes, 18 Zoll langes, durch die oberen ausgeschorenen Balken hindurchreichendes Keilstück eingeschoben wird, worauf die Schwankungen so weit sich ermäßigen, dafs der Riegel übergeworfen werden kann. Die Wirkung dieses Riegels ist eine wesentliche, indem immer erst die Tragfähigkeit beider Prahme in Anspruch genommen wird, bevor seitlicher Druck den Drehzapfen trifft. Der Aufzug der Brücke erfolgt gegen den Strom, nachdem zuvor der die Drehung hindernde Klappentheil *a* aufgehoben ist, mittelst Ziehens an einer um einen Pfahl geschlungenen Leine, was ein Mann für jede Hälfte der Drehbrücke mit Leichtigkeit innerhalb 8 bis 10 Sekunden bewerkstelligt. Das Schließen der Brücke bewirkt der Strom, nachdem zuvor die Prahme einen Anstofs erhalten haben. Jeder Prahm hat bei 1 Fufs Eintauchung eine Tragfähigkeit von 75 Centnern, ist von 2 Zoll starken Planken, 3 Zoll starken Knieen und Bodenblatt gearbeitet und kostet 92½ Thlr.

Die Herstellung und Unterhaltung der Interimsbrücke kostete für die Dauer der Bauzeit, also circa 3 Monate, mit Einschluß der Prahme 1300 Thlr.

Beyer.

## Der Tunnel durch den Mont-Cenis.

(Nach einer Mittheilung des Geh. Regierungsraths Hoffmann vom Januar d. J.)

Der zur Verbindung der Eisenbahnen Piemonts und Savoyens resp. Italiens und Frankreichs bestimmte Tunnel durch den Mont-Cenis erhält eine Gesamtlänge von 3244,61 Ruthen (12220<sup>m</sup>). Derselbe wird in gerader Linie vollständig profilmäßig durchgeführt und ausgemauert. Außerdem müssen jedoch an beiden Eingängen wegen der Richtung der anschließenden Bahnlinien besondere in Curven liegende Tunnelstrecken hergestellt werden, welche in entsprechender Entfernung von den Eingängen aus der geraden Linie abzweigen. Die Höhenlage des Tunnels beträgt an dem südlichen Eingange 4254,79 Fufs (1335<sup>m,38</sup>) und an dem nördlichen Eingange 3832,42 Fufs (1202<sup>m,82</sup>) über dem Meere.

Um auch nach der Südseite für die Wasserableitung das nöthige Gefälle zu erlangen, ist die Höhe der Mitte des Tunnels auf 4264,57 Fufs (1338<sup>m,45</sup>) festgesetzt, wodurch sich für die südliche Hälfte ein Gefälle von rot. 1:2000 (0<sup>m,50</sup> pro mille) und für die nördliche Hälfte von rot. 1:45 (22<sup>m,20</sup> pro mille) ergibt. Der höchste Punkt des Gebirges über dem Tunnel hat eine Höhe von 9396,61 Fufs (2949<sup>m,16</sup>), liegt also 5132,04 Fufs (1610<sup>m,71</sup>) höher als der höchste Punkt der Tunnelsohle.

Bei der Ausführung hat sich ergeben, dafs das Gefälle von 1:2000 in der südlichen Hälfte für den regelmäßigen Abzug des Wassers etwas zu geringe ist, weshalb man weiterhin das Gefälle von 1:1000 eingeführt hat. Da es nicht in der Absicht liegt, den höchsten Punkt der Tunnelsohle noch höher, als angegeben, zu legen, so wird nur übrig bleiben, in der Mitte eine kurze Strecke horizontal auszuführen, was kein Bedenken hat.

Die Ausführung des Tunnels geschieht in der Weise, dafs

zunächst in der Sohle ein Richtstollen von durchschnittlich 10,20 Fufs (3<sup>m,20</sup>) Weite und 8,92 Fufs (2<sup>m,80</sup>) Höhe hergestellt und sodann von diesem Richtstollen aus die Erweiterung des Profils nach oben und nach beiden Seiten bewirkt wird. Der vollendete Tunnel erhält eine Weite von 25,50 Fufs (8<sup>m</sup>) und eine Höhe von 20,07 Fufs (6<sup>m,30</sup>). Für den Wasserabfluß wird in der Mitte der Sohle ein überwölbter Canal angelegt.

Zum Vortreiben des Richtstollens werden Bohrmaschinen verwendet, welche auf einem eisernen Wagengestell in verschiedenen Höhen und Abständen angebracht sind und durch comprimirt Luft betrieben werden. Die Bohrmaschinen, von welchen bis zu 10 Stück auf dem Wagen Platz finden, lassen sich auf demselben in verschiedener Richtung so verstellen, dafs es möglich wird, an beliebigen Punkten der Angriffsfläche 60 bis 80 Löcher zu bohren, deren Zahl, Weite und Tiefe sich nach der Beschaffenheit des zu durchbrechenden Gesteins richtet. Der Bohrer macht stets eine drehende Bewegung, und wird dem Bohrloch ununterbrochen ein feiner Wasserstrahl zugeführt. Nachdem die erforderliche Anzahl Bohrlöcher hergestellt ist, wird der Wagen auf dem vorhandenen Geleise bis auf eine angemessene Entfernung zurückgezogen, der Stollen durch einen starken Thürverschluß abgesperrt und sodann die Sprengung in gewöhnlicher Weise mit Pulver bewirkt. Demnächst werden die Massen mittelst kleiner eiserner Transportwagen auf einem besonderen, neben dem Hauptgeleise gelegten, ganz schmalen Geleise an dem eisernen Wagengestell vorbeitransportirt und dann auf grössere Wagen geladen. Nach erfolgter Räumung wird das Wagengestell mit der Bohrmaschine wieder vor Ort gebracht und die Bohrarbeit von Neuem begonnen. Die Ausweitung des Richtstollens geschieht in ge-

wöhnlicher Weise. Der Stollen wird, soweit erforderlich, durch Auszimmerung gestützt; die Decke desselben erhält einen auf quer übergelegten Schienen ruhenden Bohlenbelag, um durch die Aufbruchsarbeiten den Betrieb auf dem Stollengeleise nicht zu behindern.

Die Herstellung der erforderlichen Zahl von Bohrlöchern erfolgt in einem Zeitraum von durchschnittlich etwa 6 Stunden, wobei ein Theil der Zeit zur Verstellung der Bohrmaschinen, Auswechslung der Bohrer etc. erfordert wird. Ein gleicher Zeitraum ist zur Zurückführung des Wagengestells, zur Absprennung, zur Abräumung der gesprengten Massen und zur Verschiebung des Wagengestells mit den Bohrmaschinen nöthig, so daß bei ununterbrochener Arbeit, welche durch regelmäßige Ablösung erhalten wird, in 24 Stunden zweimal gesprengt werden kann.

Die für die Bohrmaschinen erforderliche comprimirt Luft wird außerhalb des Tunnels durch besondere Compressions-Apparate beschafft, welche mittelst Wasserkraft betrieben werden. Durch diese Apparate wird die Luft in große Reservoirs gepreßt und von hier aus in gußeisernen Röhren von 7,65 Zoll ( $0^m,20$ ) lichter Weite in den Tunnel geleitet. Soweit die Ausmauerung des Tunnels bereits hergestellt ist, wird die Röhrenleitung in angemessener Höhe längs der Seitenwände des Tunnels geführt und demnächst in den noch offenen Sohlen-canal gelegt. In dem eigentlichen Richtstollen theilt sich die Leitung in 2 Röhren von geringerer Weite, welche an den Seiten auf der Sohle des Stollens liegen. Diese engeren Röhren, welche aus Schmiedeeisen gefertigt sind, reichen jedoch nicht bis vor Ort, vielmehr werden dieselben in dem letzten Theile durch Kautschukschläuche mit starkem Hanf-Ueberzuge ersetzt, welche nach erfolgter Herstellung der Bohrlöcher mit dem Wagengestell bis zum Thürverschluß zurückgebracht werden.

Der Verlust an Pression, welchen die Luft in der langen Röhrenleitung erleidet, ist sehr gering und kann nach den bisherigen dieserhalb angestellten Versuchen auch bei der längsten Leitung höchstens zu  $\frac{1}{10}$  Atmosphäre angenommen werden.

Bei den zuerst angewandten Compressions-Apparaten wurde die Kraft einer stoßweise wirkenden Wassersäule zur Comprimierung benutzt, und gelang es auf diese Weise, bei einer Höhe des Wasserstandes von 82,84 Fufs ( $26^m$ ) die Luft bis auf 6 Atmosphären (5 Atmosphären Ueberdruck) zu comprimieren, und in die Luftbehälter zu treiben, in welchen durch Communication mit einem in der Höhe von 159,31 Fufs ( $50^m$ ) angelegten Wasserbassin beständig die gleiche Luftpression erhalten wird.

An dem südlichen Eingange bei Bardonnèche, wo zuerst die Compressions-Apparate in Gang gesetzt wurden, konnte das vorhandene bedeutende Wassergefälle bei hinreichender Wassermenge zur Compression benutzt werden; an dem nördlichen Eingange bei Modane war jedoch das Wasser in der erforderlichen Höhe nicht in genügender Menge zu beschaffen, und mußte dazu übergegangen werden, dasselbe aus dem Arc-Flusse bis zu der angegebenen Höhe zu heben, wobei das Gefälle des Arc-Flusses zum Betriebe der Pumpen mittelst überschlächtiger Wasserräder verwendet wird.

Neben dieser Einrichtung hat man jedoch bald auf Herstellung eines anderen Compressions-Apparates Bedacht genommen, bei welchem Kolbenpumpen zur Anwendung kommen. Dieser Apparat ist viel einfacher, und kann mittelst desselben das dreifache Quantum an comprimirt Luft beschafft werden. Man hat deshalb an beiden Seiten die älteren Säulen-Compressoren — *compressore a colonna* — ganz aufgegeben und bringt jetzt die neuen Pumpen-Compressoren — *compressore a tromba* — ausschließlich in Anwendung.

Die Ventilation der Arbeitsstellen wird durch die zu den Bohrmaschinen gebrauchte comprimirt Luft bewirkt, außerdem läßt man aus der Röhrenleitung nach Erforderniß ein geeignetes Quantum Luft ausströmen.

Neben der Luftleitung sind Röhrenleitungen für Wasser und Gas hergestellt. Zur Ausführung des Tunnelbaues sind an beiden Seiten großartige Einrichtungen getroffen. Außer den Gebäuden zur Aufstellung der Compressions-Apparate und für die Luftreservoirs sind Werkstätten, Magazine, Wohnungen für Arbeiter mit und ohne Familie, Krankenhäuser, Bureaus in angemessener Ausdehnung etc. hergestellt und ist für alle Bedürfnisse des Baues Sorge getragen.

An der Südseite des Tunnels bei Bardonnèche werden die Compressions-Apparate nach dem neuen System — Pumpen-Compressoren — durch 5 überschlächtige Wasserräder von 17,20 Fufs ( $5^m,40$ ) Durchmesser und 12,74 Fufs ( $4^m$ ) Breite betrieben, wozu die Gebäude an dem Abhange terrassenförmig über einander errichtet sind. Da das vorhandene Gefälle ausreicht, so wird beabsichtigt, noch 2 solcher Wasserräder anzulegen und zum Betriebe der Pumpen-Compressoren zu verwenden. Nach der Versicherung des bauleitenden Ingenieurs ist das durch einen Canal hergeleitete Wasser das ganze Jahr hindurch in hinreichender Quantität vorhanden. Namentlich bleibt dasselbe im Sommer constant, und nur im Winter bei heftigem Frost tritt eine geringe Verminderung ein, welche jedoch nicht erheblich ist, so daß die zum Betriebe der Bohrmaschinen und zur Ventilation erforderliche Luft stets in vollständig ausreichender Quantität beschafft werden kann.

Das Gestein besteht an der Südseite durchgängig aus quarzigem Thonschiefer, welcher eine vollständige Ausmauerung des Tunnels nöthig macht. In diesem Gestein werden gegenwärtig Bohrlöcher von 45,9 bis 53,5 Zoll ( $1^m,20$  bis  $1^m,40$ ) Tiefe eingetrieben, und es ist auf diese Weise möglich, daß bei zweimaliger Sprengung in 24 Stunden der Richtstollen um rot.  $6\frac{1}{2}$  bis 8 Fufs ( $2^m$  bis  $2\frac{1}{2}^m$ ) vorgetrieben wird, wie dies im Laufe des vorigen Jahres erreicht wurde.

In der letzten Zeit hatte die Arbeit an der Südseite eine nicht unerhebliche Störung dadurch erlitten, daß unter den Arbeitern im Tunnel die Cholera ausgebrochen war und plötzliche Erkrankungen mit tödtlichem Ausgange während der Arbeit vorkamen. In Folge dessen hatten die Arbeiter in großer Zahl sich entfernt. Es war jedoch dafür Sorge getragen, daß die Vortreibung des Richtstollens keine Unterbrechung erlitten hatte, und haben hiernach nur die Erweiterungsarbeiten eine Verzögerung erfahren. Vor Ort fand ich 7 Bohrmaschinen in voller Thätigkeit.

Bis zum 1. December v. J. betrug die Länge vom südlichen Eingange bis vor Ort 806,90 Rathen ( $3039^m$ ), davon waren nahe  $\frac{4}{5}$  vollständig ausgemauert und etwa  $\frac{1}{5}$  in der Ausmauerung und Ausweitung begriffen. Es war jedoch die Absicht, nunmehr nach beseitigter Cholera mit vermehrten Kräften auch die Ausweitung und Ausmauerung zu betreiben, um die unvollendete Strecke möglichst abzukürzen.

Ungewöhnliche Wasserzuflüsse haben sich bis jetzt im Tunnel nicht gezeigt.

Obgleich außerhalb des Tunnels eine Kälte von 8 bis 10 Grad herrschte, so veränderte sich diese Temperatur doch allmählig im Innern des Tunnels, bis dieselbe am Ende der ausgemauerten Strecke in einen hohen Wärmegrad — über  $20^\circ$  Reaumur — übergegangen war. Durch die in den Bohrmaschinen verbrauchte comprimirt Luft und durch das außerdem nach Bedürfniß aus der Röhrenleitung abgelassene Quantum wurde jedoch auf den Arbeitsstellen eine ganz gute reine Luft erzeugt, so daß nicht die mindeste Beschwerde für die Arbeiter vorhanden ist. Zur Ventilation war in dem oberen Theile

des vollendeten Tunnels eine etwas gesprengte Zwischendecke hergestellt, welche von Holz construiert und mit Bohlen belegt, außerdem mit Erde luftdicht überdeckt ist. Der dadurch abgetrennte obere Theil des Tunnels, welcher im höchsten Punkte des Profils eine lichte Höhe von 4,46 Fufs ( $1^m,40$ ) hat, dient dazu, um den Pulverdampf und die schlechte Luft nach dem Eingange des Tunnels abzuleiten und dadurch eine Circulation der in den unteren Theil von aussen eintretenden Luft herbeizuführen. Zur Erleichterung des Abzugs ist über dem Eingang des Tunnels ein 191,17 Fufs ( $60^m$ ) hoher Kamin theils im Felsen ausgeführt, theils aufgemauert, welcher bis jetzt den Zweck genügend erfüllt hat. Um die Ableitung bei der immer gröfser werdenden Entfernung noch mehr zu befördern, wird beabsichtigt, über dem Tunnel-Eingange einen durch eine Turbine zu betreibenden Ventilations-Apparat aufzustellen, wozu ein Wassergefälle disponibel ist.

An der Nordseite des Tunnels bei Modane oder Fourneau liegt der Tunnel-Eingang 334,55 Fufs ( $105^m$ ) über der Sohle des Arc-Thales. Da das Material zum Ausmauern des Tunnels heraufgeschafft werden mufs, so ist hier eine selbstwirkende Eisenbahn im Gefälle von  $1:2\frac{1}{2}$  hergestellt.

Die Compressions-Apparate nach dem neuen Systeme — Pumpen-Compressoren — werden durch 6 ober-schläch-tige Wasserräder von beiläufig gleichen Dimensionen, wie an der Südseite, betrieben. Diese Wasserräder liegen jedoch neben einander, und liefert der Arc-Flufs für dieselben zu jeder Jahreszeit genügendes Wasser. Die älteren Säulen-Compressoren sind auch hier ganz aufser Gebrauch gesetzt und werden demontirt.

Das Gestein bestand an der Nordseite anfangs aus Thonschiefer, in welchem stellenweise Anthrazit vorkommt, ging aber später in ganz festen Quarz über, welcher grofse Schwierigkeiten für die Bearbeitung bietet, so dafs in demselben nur Bohrlöcher bis zur Tiefe von 19,12 Zoll ( $0^m,50$ ) eingetrieben werden und der Richtstollen bei zweimaliger täglicher Sprengung kaum 2,55 bis 3,19 Fufs ( $0^m,80$  bis  $1^m$ ) vorrückt. Der feste Quarz war bei der Besichtigung bereits auf 26,55 Ruthen ( $100^m$ ) Länge durchgearbeitet und hatte in letzter Zeit an Festigkeit abgenommen, so dafs man hofft, derselbe werde bald gänzlich aufhören und in den an der Südseite vorkommenden quarzigen Thonschiefer übergehen. Vor Ort habe ich 9 Bohrmaschinen in voller Thätigkeit gefunden.

Wie an der Südseite, ist auch an der Nordseite eine vollständige Ausmauerung des Tunnels nöthig gewesen. Nur in dem festen Quarz glaubt man die Ausmauerung zum Theil entbehren zu können. Die Höhe des Richtstollens wurde an dieser Stelle etwas ermäßigt.

Bis zum 1. December v. J. betrug die Länge am nördlichen Eingange bis vor Ort 582,81 Ruthen ( $2195^m$ ); davon sind gegen  $\frac{3}{4}$  vollständig ausgemauert und etwa  $\frac{1}{4}$  in der Ausmauerung resp. Ausweitung begriffen. Die Ausweigungs-Arbeiten waren in letzter Zeit auch hier etwas verzögert worden, weil man Anstand genommen hatte, den gewöhnlichen Abgang von Arbeitskräften durch Annahme neuer Arbeiter zu ersetzen, um nicht von dem zu Bardonnèche abgegangenen Personal die Cholera auch an der Nordseite einschleppen zu lassen. Nachdem die Cholera beseitigt schien, sollten die Ausweigungs-Arbeiten mit verstärkten Kräften nachgeholt werden, um mit der Ausmauerung in möglichst geringem Abstände dem Vorschreiten des Richtstollens zu folgen. Ungewöhnliche Wasserzuflüsse haben sich auch hier bis jetzt nicht gezeigt.

In gleicher Weise, wie an der Südseite, wird auch an der Nordseite durch die von den Bohrmaschinen verbrauchte comprimirt Luft und durch das außerdem nach Bedürfnis aus der

Röhrenleitung abgelassene Quantum die Luft auf den Arbeitsstellen gereinigt und jede Beschwerde für die Arbeiter beseitigt. Auch ist zur Ableitung des Pulverdampfes etc. in dem oberen Theile des vollendeten Tunnels ebenfalls eine Zwischendecke hergestellt, welche bis jetzt zu diesem Zwecke ohne weitere Vorkehrungen vollständig genügt hat, ungeachtet der Tunnel an der Nordseite in einer Steigung von  $1:45$  liegt, so dafs die schlechte Luft im Gefälle abziehen mufs. Um in dieser Beziehung jedoch bei weiterem Fortschreiten der Arbeit jedem Nachtheile vorzubeugen, wird beabsichtigt, auch hier einen wirksamen gröfseren Ventilations-Apparat aufzustellen, welcher den raschen Abzug des Dampfes befördern soll. Zum Betriebe dieser Ventilations-Maschine hat man eine Wasserkraft von bedeutender Druckhöhe disponibel, für welche das ganze Jahr hindurch hinreichendes Wasser vorhanden ist.

Im Ganzen betrug am 1. December v. J. die Länge von dem Eingange bis vor Ort:

a) an der Südseite bei Bardonnèche	806,90	Ruthen	(3039 <sup>m</sup> )
b) an der Nordseite bei Modane	582,81	-	(2195 <sup>m</sup> )
		zusammen	1389,71 Ruthen (5234 <sup>m</sup> )

Da der Tunnel überhaupt eine Länge von 3244,61 Ruthen ( $12220^m$ ) erhält, so bleiben noch 1854,90 Ruthen ( $6986^m$ ) zu durchbrechen.

Bis zu welchem Zeitpunkt der Durchbruch beendet und der ganze Tunnel vollendet sein wird, hängt wesentlich von der Beschaffenheit des Gesteins ab.

Nachdem der Quarz überwunden sein wird, wozu nach dem Verhalten und den bereits eingetretenen Veränderungen der Beschaffenheit desselben in der letzten Zeit, so wie nach den Gesamt-Verhältnissen des Gebirges bald gegründete Aussicht vorhanden zu sein scheint, hofft man an beiden Seiten zusammen  $12\frac{3}{4}$  bis 16 Fufs (4 bis  $5^m$ ) täglich zu durchbrechen. Nach beendigtem Durchbruch werden noch 6 Monate erforderlich sein, um die gänzliche Vollendung des Tunnels herbeizuführen, wenn es gelingt, die Ausweigungs-Arbeiten mit vermehrten Kräften so weit als möglich nachzuholen, und so glaubt man, im Jahre 1870 die Vollendung des ganzen Tunnels herbeizuführen zu können. Vergleicht man die bisherigen Erfolge mit der verwendeten Zeit, so könnte die obige Annahme gewagt erscheinen, allein es mufs hierbei berücksichtigt werden, dafs in den ersten Jahren die erforderlichen Vorbereitungen und grofsartigen Anlagen zum Betriebe der Arbeiten zur Ausführung kommen mufsten, dafs die mechanischen Einrichtungen vielfache Abänderungen und Verbesserungen erfahren haben, wozu aufser den Bohrmaschinen die Compressions-Apparate zu rechnen, welche letztern gänzlich umgestaltet worden sind, und dafs somit, auch abgesehen von den sonstigen Hindernissen und Schwierigkeiten, die Resultate nicht den gewünschten Umfang erreichen konnten. In der ersten Hälfte des Jahres 1865 betrug der Fortschritt der Richtstollen-Arbeit an beiden Seiten zusammen 190,64 Ruthen ( $718^m$ ); in der zweiten Hälfte würde er sicher noch gröfser gewesen sein, wenn nicht das Vorkommen des Quarzes an der Nordseite denselben behindert hätte. Wenn nach dem Aufhören des Quarzes der tägliche Fortschritt von  $12\frac{3}{4}$  bis 16 Fufs (4 bis  $5^m$ ) erreicht sein wird, so dürfte die Hoffnung auf Vollendung des Tunnels bis zum Jahre 1870 wohl gerechtfertigt sein, insofern keine ganz unvorhergesehene Hindernisse und Störungen eintreten.

Es hat keine Schwierigkeit, mit den angegebenen Einrichtungen und Apparaten das erforderliche Quantum comprimirt Luft zu beschaffen, zumal zum Betriebe der Pumpen-Compressoren auch jede andere Kraft würde verwendet werden können, wenn jemals die vorhandene Wasserkraft nicht

ausreichen möchte. Bis jetzt genügen an der Südseite die vorhandenen 5 Wasserräder, und werden, wie bereits angegeben, für weiteren Bedarf noch 2 Wasserräder aufgestellt; an der Nordseite werden von den zu den Pumpen-Compressoren vorhandenen 6 Wasserrädern nur 5 regelmäßig in Betrieb gehalten, um die an den Maschinen vorkommenden Reparaturen ausführen zu können, und befinden sich diese 5 Räder nur 16 Stunden täglich, also während  $\frac{2}{3}$  der Zeit, in Betrieb, um das erforderliche Luftquantum zu comprimiren.

Sollte der Quarz an der Nordseite in unerwarteter Weise noch weiter vorkommen, so würde dadurch der Fortschritt allerdings erschwert werden, indessen könnte dies doch nur Einfluss auf den Beendigungstermin haben. Die sichere Vollendung scheint dadurch nicht in Frage gestellt werden zu können und dürfte auch dann nicht zweifelhaft sein, wenn die Länge des Tunnels noch einige Kilometer größer wäre.

Wenn man die großartigen Anlagen an den Tunnel-Eingängen übersieht, den geregelten und umsichtigen Betrieb der Arbeiten beobachtet und von den Leistungen der mit comprimierter Luft betriebenen Bohrmaschine vor Ort Ueberzeugung gewonnen hat, dann findet man die Zuversicht gerechtfertigt, mit welcher die Leiter dieses großen Unternehmens den raschen Fortschritt und die baldige Beendigung des Werkes erwarten, und kann mit denselben nur wünschen, dass nicht unvorhergesehene Schwierigkeiten hemmend entgegenreten.

An beiden Seiten des Tunnels müssen zur Herstellung der Eisenbahn-Verbindung noch die anschließenden Bahnstrecken ausgeführt werden, und zwar an der Südseite von Susa nach Bardonnèche auf 5,31 Meilen (40 Kilometer) Länge und an der Nordseite von St. Michel nach Modane auf 2,26 Meilen (17 Kilometer) Länge. Nach den dieserhalb eingezogenen Erkundigungen liegt es in der Absicht, den Bau an der Südseite zwischen Susa und Bardonnèche schon im nächsten Frühjahr zu beginnen, wogegen an der Nordseite zwischen St. Michel und Modane das Project noch nicht festgestellt sein soll. An der Südseite beträgt der Höhenunterschied zwischen Susa und Bardonnèche 2462,93 Fufs (773<sup>m</sup>), so dass bei gleichmäßiger Vertheilung auf die ganze Länge sich hier eine Steigung von 1:51,75 ergeben würde. Es lässt sich aber sene gleichmäßige Vertheilung nicht bewirken, und werden voraussichtlich Steigungen bis zu 1:40 eingeführt werden müssen. An der Nordseite sollen dem Gefälle des Arc-Thales entsprechend Steigungen bis zu 1:30 erforderlich werden.

Die nach dem System des Ingenieur Fell über den Mont-Cenis zu erbauende Eisenbahn soll von St. Michel bis Susa in einer Gesamtlänge von 10,22 Meilen (77 Kilometer) hergestellt werden, und ist bereits an dem nördlichen Abhange des Mont-Cenis oberhalb Lanslebourg in einer Höhe von etwa 5000 Fufs über dem Meere eine Strecke von 531 Ruthen (2 Kilometer) Länge versuchsweise ausgeführt, auf welcher Probefahrten stattgefunden haben.

Diese Eisenbahn hat eine Spurweite von 3 Fufs 6 Zoll (1<sup>m</sup>,10) und wird soweit als thunlich auf die vorhandene Chaussee gelegt. Wo die Strafe nicht die erforderliche Breite besitzt oder die Krümmungs-Verhältnisse dies bedingen, werden Erbreiterungen ausgeführt.

Die ungünstigen Curven haben einen Radius von 127,45 Fufs (40<sup>m</sup>). Die Steigungen betragen in maximo 1:12 bis 1:10, es sollen aber auch sogar Steigungen von 1:8 zu überwinden sein. Das Geleise ist in Stahlschienen auf Querschwellen in gewöhnlicher Weise hergestellt, hat aber in der Mitte eine dritte, ganz durchlaufende, flach gelegte Schiene,

Zeitschr. f. Bauwesen. Jahrg. XVI.

welche auf einer über die Querschwellen gestreckten und mit denselben fest verbundenen Langschwelle in eisernen Stühlen ruht und etwa 9 Zoll höher liegt, als die beiden äußeren Schienen. Zu beiden Seiten der mittleren Schiene laufen je 2 horizontale Räder der Locomotive, welche mehr oder weniger gegen die Schiene gepresst werden können, um beim Ersteigen der steilen Strecken unter Anwendung eines Sandstreu-Apparates die nöthige Adhäsion zu erreichen und zugleich jede Entgleisung zu verhindern. Ueber die mittlere Schiene sind an den Stößen Laschen gelegt, welche durch Schraubenbolzen mit den Schienen und zunächst am Stofse auch mit den eisernen Stühlen fest verbunden sind. Letztere erhalten auf den Langschwellen eine solide Befestigung. Die mittleren Schienen haben die gewöhnliche Länge und sind außer an den Enden in den geraden Linien noch 2 mal, in den Curven aber bis zu 4 bis 5 mal unterstützt. Auf der versuchsweise hergestellten Strecke hat man auch zu den mittleren Schienen gewöhnliche Stahlschienen mit gewölbtem Kopf und schmalen geraden Fufs verwendet; es wird jedoch beabsichtigt, zur definitiven Ausführung symmetrische Schienen mit geraden Köpfen ohne Wölbung zu beschaffen, welche für die horizontal laufenden Räder eine volle Berührungsfläche darbieten. An den Wegeübergängen und in den Ausweichungen wird die mittlere Schiene soweit als erforderlich unterbrochen.

Die hergestellte Probestrecke ist mit sehr vieler Sorgfalt ausgeführt. Namentlich ist das Gestänge, besonders in den Curven mit großer Accuratesse ausgerichtet.

Die Locomotive zum Betriebe dieser Bahn, welche schon früher auf einer anderen Strecke benutzt sein soll, ist vier-rädrig ohne Tender. Dieselbe hat 2 innen liegende Cylinder, einen Radstand von 6 $\frac{1}{2}$  Fufs, gekuppelte Räder von 25 Zoll Durchmesser und außerdem die erwähnten von der Maschine bewegten horizontalen Räder. Coaks und Wasser befinden sich vor und neben dem Kessel. Die Hinterräder der Locomotive werden an ihrer hinteren Seite durch gewöhnliche Bremsklötze gebremst. Außerdem ist für die mittlere Schiene eine besondere Bremsvorrichtung vorhanden, durch welche eiserne Hebel fest an die Schiene angepresst werden.

Eine andere ältere Locomotive für dergleichen Bahnen hat 4 Cylinder und an den horizontalen Rädern unten Spürkränze, welche jedoch später nicht mehr für nöthig gehalten wurden.

Das Gewicht der Locomotive mit Coaks und Wasser beträgt rot. 360 Ctr.

Die Personenwagen und Güterwagen haben einen etwas geringeren Radstand als die Locomotiven. Dieselben sind an jedem Ende mit einem Paar horizontaler Räder in der Höhe der mittleren Schiene versehen, welche jedoch nicht verrückt werden können und nur dazu bestimmt sind, die Entgleisung zu verhindern.

In einem Personenwagen sind 12 Sitzplätze vorhanden.

Die angestellten Versuchsfahrten sollen bezüglich der Sicherheit ein günstiges Ergebnis geliefert haben. Die Leistungen beschränken sich darauf, dass von der Locomotive zu 360 Ctr. Gewicht eine Gesamtlast von 500 Ctr. bei einer Geschwindigkeit von 2 Meilen in der Stunde transportirt wurde. Nach anderen Angaben hat die Last bis zu 600 Ctr. betragen, und würde man einen leichten Personenzug in der Stunde 2 $\frac{1}{2}$  Meilen befördern können. Zur Beseitigung des Schnees beabsichtigt man Schneepflüge zu verwenden, auch sollen bedeckte Galerien zum Schutz gegen Lawinen soweit als erforderlich angelegt werden.

Die Unternehmer Brassey & Co. beabsichtigen, die Her-

stellung der ganzen Bahn nach der Construction und den Dimensionen der Probestrecke binnen 18 Monaten zu bewirken. Ob die Anlage nur als eine vorübergehende — bis zur Vollendung des Tunnels — zu betrachten ist, oder ob solche

auch später beibehalten werden wird, ist wohl noch nicht vorgesehen. Uebrigens hoffen die Unternehmer, bei einer Benutzung bis zur Vollendung des Tunnels vollständig ihre Rechnung zu finden.

## Concurrenz-Ausschreiben für Architekten

### a) betreffend Entwürfe für den Neubau einer evangelischen Kirche zu Neunkirchen.

Die Familie Stumm zu Neunkirchen (Reg.-Bez. Trier) beabsichtigt, dortselbst eine evangelische Kirche mit ca. 700 Sitzplätzen zu erbauen und für die Aufstellung des Bauplanes zu derselben eine Preisbewerbung zu veranstalten. — Für das besterachtete Project wird ein Preis von 60 Friedrichsd'or, für das zweitbeste ein Preis von 20 Friedrichsd'or ausgesetzt. Die Beurtheilung der eingegangenen Projecte geschieht durch eine von den Bauherren zu erwählende Commission, welcher mehrere geprüfte Baumeister angehören werden. — Als äußerster Termin für die Einlieferung der Projecte wird der 15. Mai d. J. festgesetzt. — Diejenigen Herren Architekten, welche sich an dieser Preisbewerbung zu betheiligen beabsichtigen, wollen sich wegen Mittheilung des speciellen Programms und Ertheilung sonstiger Auskunft mündlich oder schriftlich an Herrn Pfarrer Riehn zu Neunkirchen wenden.

### b) betreffend Entwürfe für den Neubau eines Hospitals in Düsseldorf.

Der Marien-Hospital-Verein beabsichtigt die Errichtung eines Hospitals, welches a) ein allgemeines Krankenhaus, b) ein Pflegehaus, c) eine Hauscapelle und d) ein Pocken-, Cholera- resp. Typhus-Haus umfassen soll. Bauprogramm und Situationsplan des Bauterrains liegen zur Einsicht bei dem Vorsitzenden und dem Rendanten des Vereins, Reg.-Rath v. Mallinckrodt und Möbelfabrikant Carl Hilgers offen, und werden auf Wunsch Exemplare davon mitgetheilt werden. Indem wir behufs Erlangung geeigneter Bau-Entwürfe zwei Preise im Betrage von 50 und 20 Friedrichsd'or hierdurch aussetzen, laden wir die Herren Architekten zur Concurrenz unter folgenden Bedingungen ein:

1. Was die zu lösende Aufgabe betrifft, so ist dieselbe in dem obenerwähnten Bauprogramm des Näheren entwickelt und dessen Inhalt maafsgebend.
2. Die Entwürfe sind bis zum 1. August d. J. an den Herrn Carl Hilgers hieselbst einzusenden.
3. Die Zuerkennung der Preise erfolgt durch eine von dem unterzeichneten Vorstände zu berufende Commission, welche aus 3 Mitgliedern des Vorstandes und 4 anderen in Beziehung auf Bautechnik resp. innere Hospital-Einrichtung besonders sachverständigen Männern bestehen wird. Die glücklichste Vereinigung möglicher Zweckmäfsigkeit aller Anlagen und Einrichtungen, möglicher Oekonomie in den Mitteln unter Verwendung möglichst ächten und dauerhaften Materials, sowie endlich malerischer Wirkung des Ganzen — das ist der Gesichtspunkt, welcher für die Entscheidung leitend sein soll.
4. Die gekrönten Entwürfe werden Eigenthum des Vereins, welcher in Beziehung auf deren Ausführung freie Hand behält. Die übrigen Entwürfe werden den betreffenden Einsendern wieder zur Disposition gestellt werden.

5. Die Preise werden sofort nach geschehenem Spruch ausbezahlt.

Düsseldorf, den 26. Februar 1866.

Der Vorstand des Marien-Hospital-Vereins.  
v. Mallinckrodt.

### c) betreffend Entwürfe für den Neubau eines Bade-Etablissements in Kissingen.

Die unterzeichnete Actien-Gesellschaft beabsichtigt den Bau eines den Anforderungen der Wissenschaft und den Bedürfnissen des Kurorts Kissingen entsprechenden grossen Bade-Etablissements mit Restaurations-Lokalitäten, und eröffnet hiermit die Concurrenz für einen geeigneten Bauplan.

Es ergeht daher an die Herren Architekten des In- und Auslandes das ergebene Ersuchen, Pläne für diesen Bau bis zum 30. Juni 1866 einzureichen.

Als Preise für die beiden besten Pläne sind 500 Thaler und 250 Thaler Courant bestimmt, wobei bemerkt wird, daß das Preis-Gericht später bekannt gegeben wird.

Die prämiirten Pläne werden Eigenthum der Gesellschaft. Programm und Situationsplan sind von Herrn Friedrich Feustel in Kissingen zu beziehen.

Kissingen, den 22. Februar 1866.

Der Vorstand des Actien-Bade-Etablissements.

### d) betreffend Entwürfe zu einer festen Strafsenbrücke über den Seeabfluß in Luzern.

Die Stadt Luzern beabsichtigt die Errichtung einer neuen festen Strafsenbrücke über den Seeabfluß.

Der Stadtrath ladet nun die schweizerischen und auswärtigen Techniker ein, sich bei dem Concourse zu betheiligen, welcher zur Beibringung einer Auswahl von Bauplänen eröffnet ist.

Die Concurpläne sind bis 1. Juli 1866 an die Canzlei des Stadtrathes in Luzern einzureichen und es wird ausdrücklich bemerkt, daß spätere Eingaben keine Ansprüche auf Berücksichtigung haben.

Jeder Plan ist mit einem Motto zu bezeichnen. Der Name und die genaue Adresse der Concurrenten ist demselben in einem besondern versiegelten und mit dem gleichen Motto versehenen Couvert beizulegen.

Für die besten Entwürfe sind drei Preise von Fr. 1200, 800 und 400 ausgesetzt und es bleiben die mit Preisen bedachten Pläne Eigenthum des Stadtrathes. Die übrigen Einsendungen werden den Herren Concurrenten wieder zugestellt.

Der Stadtrath wird nach Ablauf des vorgenannten Termins ein Preisgericht von drei unbetheiligten Sachverständigen bezeichnen, welches die eingelangten Arbeiten prüfen und die ausgesetzten Preise den bestgelungenen Entwürfen, d. h. denjenigen, welche in technischer, praktischer und ästhetischer, sowie auch in ökonomischer Beziehung sich auszeichnen, zu-

sprechen wird, wobei das Preisgericht freie Hand hat, zu erwägen, ob die drei bestgelungenen Entwürfe auch wirklich preisfähig und in welchem Grade als solche zu honoriren sind.

Im Uebrigen werden die Herren Concurrenten auf das vollständige Concurr- und Bauprogramm verwiesen, welches

nebst Situationsplan und Flußprofil auf der Stadtraths-Canzlei in Luzern bezogen werden kann.

Luzern, den 14. December 1865.

Namens des Stadtraths: Der Präsident Abraham Stocker.  
Der Stadtschreiber Schürmann.

## Mittheilungen aus Vereinen.

### Architekten-Verein zu Berlin.

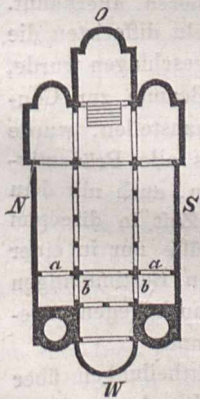
Versammlung am 14. October 1865.

Vorsitzender: Hr. Afsmann. Schriftführer: Hr. Fritsch.

Herr Böckmann legte eine Auswahl seiner Reiseskizzen aus Italien und Griechenland vor. Er erläuterte dieselben namentlich mit Bezug auf die Behandlungsweise und bezeichnete aus eigener Erfahrung als die gefährlichste Klippe für den Erfolg einer architektonischen Kunstreise das unwillkürliche, im Anfange vorwaltende Bestreben, „aus den Monumenten vor Allem ein schönes Bildchen zu machen“, wodurch eine malerische, mehr oberflächliche Auffassung leicht die Oberhand gewinnt.

Herr von Quast berichtete über die unter seiner oberen Leitung bewirkte, nunmehr vollendete Restauration der Kirche zu Gernrode. Die Kirche ist durch Kugler, der sie jedoch in völlig verbaute Zustand kennen lernte, zuerst gewürdigt, später bekanntlich durch Puttrich aufgenommen und näher beschrieben; doch war die Baugeschichte bisher nicht ganz festgestellt. Erst durch die bei der Restauration angestellten Untersuchungen sind nunmehr der Umfang und die Gestalt des ursprünglichen durch den Markgrafen Gero p. p. zwischen 958 und 965 errichteten einheitlichen Baues als erwiesen anzusehen.

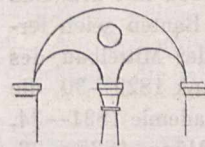
Derselbe umfaßte das dreischiffige Langhaus, an welches sich gegen Osten das Querschiff und der Chor mit ihren 3 Absiden anschlossen, während gegen Westen die 2 runden Thürme sich vorlegten, zwischen denen eine niedrigere Vorhalle sich befand. Ueber den Seitenschiffen waren bei der ersten Anlage Emporen angelegt, die mit Bogen auf Säulen gegen das Mittelschiff sich öffneten. Ebenso befand sich auf der Westseite eine Empore, die wahrscheinlich gleichfalls Bogenöffnungen gegen das Mittelschiff hatte, wie deren noch bei *a* und *b* der Grundriss-skizze erhalten sind. Im 12. Jahrhundert wurde eine erhebliche Veränderung vorgenommen. Die Emporen wurden gänzlich beseitigt und die Seitenschiffe um so viel



erniedrigt, daß deren Decke etwas höher zu liegen kam, als der ehemalige Fußboden der Emporen. Dafür wurden in den beiden Armen des Querschiffs neue, niedrige Emporen errichtet. Gegen Westen wurde eine zweite Absis vor die Thürme gelegt und zwischen denselben ein Glockenhaus emporgeführt, dessen östliche Wand auf Pfeiler gestellt wurde, die einen Theil der oben erwähnten Bogen bei *b* verdeckten und mit der Vermauerung derselben im Verband standen. Namentlich durch diesen letzteren Umstand ist der Beweis geführt, daß die Zerstörung der Emporen mit der Errichtung des Glockenhauses gleichzeitig, also, nach dem Style des letz-

teren zu urtheilen, in den Anfang des 12. Jahrhunderts fällt.

Das Bauwerk ist von hohem kunstgeschichtlichen Interesse, da es als die älteste spezifisch romanische Kirche in Deutschland anzusehen sein dürfte und fast vollständig erhalten ist. Die Ausführung ist eine sehr solide und structive aus großen, nicht ganz regelmäßigen Kalksteinquadern. Der Styl ist sehr einfach aber durchaus einheitlich. Die Ueber-



deckung ist durchweg durch Balkendecken bewirkt, die Maueröffnungen sind überwiegend so gestaltet, daß sie paarweise mit dazwischen stehender Säule gekuppelt und mit einem gemeinschaftlichen Entlastungsbogen überspannt sind. Dazwischen befinden sich zuweilen noch kleine Rosettenöffnungen. Bekannt sind die dreieckigen Bogen am nördlichen Thurm, überall, wo sie vorkommen, ein Zeichen des höchsten Alters. Die Details sind durchweg sehr roh, die Gesimse meist nur aus Platten und Schmiegen zusammengesetzt, aber entschieden wirkungsvoll. Die Säulen-Capitäle sind theilweise rohe Nachahmungen des korinthischen, theilweise (namentlich an den Thürmen) interessante Versuche neuer Bildungsformen mit Motiven, die aus dem Holzbau entlehnt zu sein scheinen.

Bei der Restauration, für die von der Herzoglichen Regierung zu Anhalt unumschränkte Geldmittel zur Disposition gestellt waren, waltete das Bestreben vor, den Gegensatz zwischen künstlerischer und archäologischer Restauration zu vermitteln. An der Architektur wurde daher möglichst wenig geändert und nur der ursprüngliche Zustand, soweit es anging, erneuert. Die Emporen wurden völlig wieder hergestellt, wobei man noch die alten Balkenlöcher vorfand und benutzte. Der westliche Anbau mußte natürlich erhalten bleiben, doch wurde die östliche Wand des Glockenhauses, um die oben erwähnten Oeffnungen frei legen zu können, etwas zurückgesetzt und das Glockenhaus im Ganzen ein wenig niedriger gelegt, um die Thürme freier hervortreten zu lassen. Die westliche Krypte wurde gegen das Mittelschiff geöffnet.

Die künstlerische Neugestaltung erstreckte sich namentlich auf die doch nicht mehr im ursprünglichen Zustande erhaltene Decke, die durchweg als reiche Schnitzdecke mit runden, am Auflager vierkantigen, eichenen Balken erneuert wurde. Es geschah dies namentlich, um diese alte, urdeutsche Technik des Holzschnitzwerks, die nach der Ansicht des Herrn Vortragenden viel älter ist als der romanische Styl, und denselben bis weit in die Renaissance hinein überdauert hat, neu zu beleben. Die Arbeit ist von gewöhnlichen Zimmergesellen unter öfterer Anschauung und dem Einflusse der alten Holzdenkmale in Quedlinburg, Halberstadt, Wernigerode etc. nicht nur ganz vorzüglich ausgeführt, sondern hat

auch nur 1500 Thlr. Mehrkosten verursacht. Die Holzdecke, die Bogenleibungen und die Ostabsiden sind mit reicher Malerei versehen, welche demnächst auch in der Westabside ausgeführt werden soll.

Herr Adler überreichte dem Verein eine Ansicht seiner im Bau begriffenen Thomaskirche zum Geschenk.

Von dem Vorsitzenden wurde ein Stück des neuesten atlantischen Telegraphenkabels vorgelegt.

#### Versammlung am 21. October 1865.

Vorsitzender: Hr. Afsmann. Schriftführer: Hr. Fritsch.

Herr Lämmerhirt widmete dem Andenken des im Laufe der Woche verstorbenen Baurathes Herrn Bürde einige Worte und theilte eine kurze Lebensskizze und eine Uebersicht von der Bauthätigkeit des Verstorbenen mit, dem Berlin die Ausführung der Mehrzahl aller seit 50 Jahren gebauten größeren öffentlichen Gebäude verdankt, und der namentlich als der treue und unermüdliche Gehülfe Schinkels, dessen bedeutendste Projecte er ins Leben rief, sich ein Gedächtniß geschaffen hat. Bürde hat ein Alter von 70 Jahren erreicht. Seine hiesige Thätigkeit begann, nachdem er als Jüngling in den Freiheitskriegen gefochten und im Jahre 1817 sein Feldmesser-Examen bestanden hatte, im Jahre 1818 mit dem Bau des Schauspielhauses. Von seinen früheren Bauten seien ferner erwähnt: das alte Museum 1823—26, der Mittelbau des Gewerbe-Institutes 1827, der Umbau der Bank 1829—30, die neue Packhofs-Anlage 1828—32, die Bau-Akademie 1831—34, das Salzmagazin 1834, der erste Umbau der Münze 1835—36, die Einrichtung des Lustgartens, die Ingenieurschule, die Herstellung der Gensdarmenmarktthürme, die Erweiterung des Stadtgerichts 1838—46. Wegen seiner ausgezeichneten Leistungen wurde er auf Verwendung Beuth's von einem Examen ganz dispensirt und 1832 zum Bauinspector, später, 1847, zum Baurath ernannt. In den Jahren 1844—47 leitete er den Bau des neuen Doms bis zu dessen Sistirung. In den Jahren 1848—51 hat er die Lokale für alle in Preußen mittlererweile entstandenen parlamentarischen Körperschaften eingerichtet resp. gebaut: für die Berliner Nationalversammlung in der Singakademie, im Concertsaal des Schauspielhauses und im Dom zu Brandenburg, für das deutsche Rumpf-Parlament in Erfurt, sowie später für die erste und zweite Kammer in Berlin. Nach dem Brande der ehemaligen ersten Kammer ist die Durchführung der Französischen Strafe und die schließliche Verlängerung derselben hauptsächlich den Bemühungen Bürde's zu danken. In die letzte Periode seines Lebens fallen: der Umbau des ehemaligen Königstädtischen Theatergebäudes, die neue Einrichtung des Schauspielhauses, das Palais des Prinzen Adalbert, das Finanzministerium und schließlich der neue Erweiterungsbau der Münze, dessen Vollendung er nicht mehr erlebt hat.

Herr Ernst legte die erste Lieferung des in seinem Verlage erscheinenden Stüler'schen Werkes über das Schloß zu Schwerin zur Ansicht vor und rühmte die Ausstattung desselben als ebenbürtig den besten englischen und französischen Werken.

Von den im Fragekasten befindlichen Fragen wurde eine Frage nach der besten Dachrinnenconstruction bei Anwendung einer Attika durch die allgemeine Ansicht zu Gunsten der bekannten Knoblauch'schen, verdeckt innerhalb des Dachbodens liegenden Rinne entschieden.

Der Vorsitzende Herr Afsmann gab einige nähere Notizen über das Haus in der Wasserthorstrasse, dessen am Tage vorher erfolgter Einsturz ganz Berlin in Aufregung versetzt hatte.

Das betreffende Gebäude war auf einem Hofe mit einem Theil der Vorderfront an einen Seitenflügel gelehnt, im Uebrigen freistehend, 57 Fufs lang, 38 Fufs tief erbaut. Dasselbe enthielt einen Keller und 5 Geschosse und war in den oberen Stockwerken, die als Tischlerwerkstätten benutzt wurden, nur durch eine Mittelwand getheilt, welche durch 3 Gurtbogenöffnungen von 11 Fufs lichter Weite mit 2 Zwischenpfeilern von 3 Fufs Breite durchbrochen war. Die Mauerstärken waren bei den Frontmauern in den obersten beiden Geschossen 15 Zoll, in den beiden darunter liegenden 21 Zoll, im Erdgeschofs 26 Zoll, im Keller 31 Zoll. Die Mittelwand war in den oberen Geschossen 15 Zoll, im Kellergeschofs 21 Zoll stark, die 38 Fufs langen, freistehenden Giebel im Keller und Erdgeschofs 15 Zoll, sonst 10 Zoll stark. Das Gebäude ist vollständig in sich zusammengestürzt; nur der Theil der Mittelwand, in welchem die massiven Leimküchen und die Schornsteine sich befanden, ist stehen geblieben.

Als die wahrscheinliche Ursache des Einsturzes ist die Beschaffenheit der Mittelwand im Keller zu bezeichnen, wo in der 2 Stein starken Mauer unregelmäßige Kalksteine ohne Verband mit den Ziegeln vermauert sich vorfanden. Möglicherweise hat zu der Katastrophe auch beigetragen, daß in den Tischlerwerkstätten zum Anbringen der sogenannten „Bammelagen“ in die 3 Fufs breiten Mauerpfeiler der Mittelwand von beiden Seiten 8 Zoll tiefe Löcher eingestemmt worden sein sollen.

Seit Wochen waren übrigens Bewegungen in den Pfeilern beobachtet worden. Die Bögen der Mittelwand waren verankert. Als Mörtel zu derselben war Kalk und Cement, zu dem übrigen Mauerwerk ein ziemlich schlechter Kalkmörtel verwendet. Eine Ueberlastung durch Bretter scheint nicht stattgefunden zu haben.

Die Abnahme des Baues war in üblicher Weise durch zwei Rathmeister erfolgt und sind in dem betreffenden Protocolle keine Erinnerungen gemacht.

An diese Mittheilung knüpfte sich eine kleine Discussion über die Mittel, um ähnlichen Unglücksfällen vorbeugen zu können. Als Wurzel des Uebels wurde die zunehmende Verschlechterung des Handwerks, der immer fühlbarere Mangel an guten Gesellen und zuverlässigen Polieren anerkannt. Ueber die einzuschlagenden Gegenmaafsregeln differirten die Ansichten. Während von der einen Seite vorgeschlagen wurde, anstatt der jetzigen Rathmeister besoldete Beamte zur Controlirung und Abnahme der Privatbauten anzustellen, wurde von der anderen Seite geltend gemacht, daß alle Präventiv-Maafsregeln sich als nutzlos erweisen dürften, auch mit dem nach Gewerbefreiheit strebenden Geiste der Zeit in directem Widerspruche ständen und daß wirkliche Hülfe nur in einer energischen Handhabung der strafgesetzlichen Bestimmungen gegen alle fahrlässigen Meister, namentlich auch gegen sogenannte „Schutzmeister“ gefunden werden könne.

Herr Orth ergänzte seine früheren Mittheilungen über die neue Brücke der Verbindungsbahn am Unterbaum durch Besprechung und Erläuterung der constructiven Details. Eine ausführliche Publication über die ganze Bau-Ausführung ist jedenfalls in der Zeitschrift für Bauwesen zu erwarten. Außerdem legte Herr Orth noch das Project zu einer nach demselben Princip construirten Brücke auf der Berlin-Görlitzer Bahn mit 3 Oeffnungen à 60 Fufs vor, bei welcher die Höhe der Eisenconstruction in der Mitte nur 11 Zoll beträgt, sowie einige Projecte zu Wege-Ueberführungen, bei denen die ganze Höhe zwischen Schienenoberkante und Constructions-Unterkante in der Mitte sogar bis auf 11½ Zoll ermäßigt ist.



Versammlung am 28. October 1865.

Vorsitzender: Herr Afsmann. Schriftführer Herr Fritsch.

Der Vorsitzende macht die Mittheilung, daß im Laufe dieses Winters im Lokale des Vereins kunstgeschichtliche Vorlesungen gehalten werden sollen, wie solche in früheren Jahren schon mehrfach stattgefunden haben. Herr Professor Eggers ist zu einem Cyklus von Vorträgen über die Kunst unter den Päpsten Julius II. und Leo X. gewonnen worden, und fordert der Vorsitzende zur Subscription auf.

Herr Meyer berichtet über den vor einigen Wochen erfolgten Einsturz eines Getreidespeichers in der Alexanderstrasse.

Das Gebäude war excl. Treppenhaus 69 Fufs lang, 50 Fufs 10 Zoll tief, excl. Keller 5 Stock hoch ausgeführt und waren zur Unterstützung der Balken 2 Reihen Unterzüge darin angebracht, die von Doppelstielen getragen wurden, welche im Keller auf Mauerpfeilern ruhten. Die Mauerstärken entsprachen nicht nur den bei der baupolizeilichen Revision des Projects genehmigten, sondern waren theilweise noch größer, ebenso waren die Dimensionen der Hölzer völlig ausreichend und muß überhaupt die ganze Bau-Ausführung im Vergleich zu der sonst üblichen als eine vorzügliche bezeichnet werden. Abweichungen von der revidirten Bauzeichnung waren insofern vorgekommen, als einmal das Gebäude 50 Fufs 10 Zoll statt 46 Fufs tief ausgeführt worden ist, andererseits die Abmessungen mehrerer Pfeiler verändert worden sind (ohne jedoch ihren Quadratinhalt zu verringern), und daß statt der projectirten Gurtbögen zur Verbindung der Stütz Pfeiler im Keller, sowie über der Durchfahrt im Erdgeschosse doppelte schmiedeeiserne Träger angewendet worden sind.

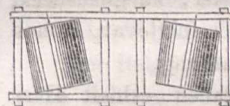
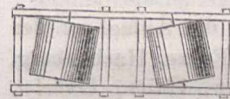
Ursache des Einsturzes ist jedenfalls das Weichen einer Mittelstütze gewesen, da die Frontwände nach Innen gefallen sind. Die Untersuchung und Aufgrabung hat auch hier ergeben, daß bei einem der Stütz Pfeiler im Keller über dem Fundament noch unregelmäßige Kalksteine vermauert waren. Auch hat sich herausgestellt, daß diese Pfeiler sämtlich isolirt fundamirt waren und daß das Fundament nur um 6 Zoll auf jeder Seite verbreitert war. Ebenso muß es als Verstoß gerügt werden, daß die in der untern Platte nur  $3\frac{1}{2}$  Zoll breiten schmiedeeisernen Träger ohne Zwischenlager auf die Pfeiler gestreckt waren.

Der Herr Vortragende hat im Verlaufe der letzten Wochen sehr viele Speicher im amtlichen Auftrage revidirt. Er theilte mit, daß er hierbei als die zulässige höchste Belastung unter gewöhnlichen Verhältnissen, also bei 9 und 10 Zoll starken, 3 Fufs von Mitte zu Mitte entfernten, 14 Fufs freitragenden Balken, eine 3 Fufs hohe Aufschüttung von Roggen angenommen habe. Dies ergibt pro Quadratfuß Grundfläche eine Last von ca. 120 Pfund, resp. mit Hinzurechnung von 50 Pfund für das Gewicht der Construction und zufällige Erschütterungen eine Gesamtlast von 170 Pfund. Unter Annahme einer gleichen Belastung würde jener Pfeiler, der wahrscheinlich Ursache des Einsturzes gewesen ist, ungefähr mit 107 Pfund pro Quadratfuß Querschnitt in Anspruch genommen worden sein, was durchaus nicht ungewöhnlich ist. Nach einer aus der Versammlung gegebenen Notiz sollen die Vierungspfeiler der hiesigen Michaeliskirche ca. 430 Pfund pro Quadratfuß zu tragen haben. Zur Zeit des Einsturzes ist übrigens auch in dem betreffenden Speicher eine bei Weitem höhere (angeblich 4 bis 6 Fufs) und dabei unregelmäßige Schüttung vorhanden gewesen. Im Laufe der weiteren Besprechung wurde auch die Frage über die höchste zu-

lässige Belastung des Sandbodens angeregt. Herr Weishaupt erwähnte, daß beim Bau der Wittenberge'schen Brücke Untersuchungen darüber angestellt seien. Als die Grenze, welche man gewöhnlich nicht überschreitet, wurde im Allgemeinen eine Belastung von 20 bis 25 Pfund pro Quadratfuß Grundfläche angegeben, doch soll dieselbe bei der hiesigen Schlosskuppel und der Synagoge ungefähr 50 Pfund betragen.

Herr Meyer legte schliesslich noch Proben der Ziegelsteine aus einem Hause in der Bernauer Strasse vor, das wegen Gefahr des Einsturzes polizeilich geräumt worden ist. Dieselben waren mit Leichtigkeit zu zerbrechen und zwischen den Fingern zu Staub zu zermalmen.

Demnächst machte Herr Lucae einige Mittheilungen über eine Dampfwalze, welche er während seiner letzten Anwesenheit in Paris in Thätigkeit gesehen hatte. Dieselbe besteht aus einem hölzernen, 5 Meter langen Geschlinge, in welches die beiden  $1\frac{1}{2}$  M. im Durchmesser großen eisernen Walzen eingespannt sind. Ueber der vorderen befindet sich die Maschine, wozu eine vorhandene Locomobile benutzt ist, über der hinteren der Tender und das Kohlenbehältniß, dazwischen der Raum für den Maschinisten und den Lenker der Maschine. Die Bewegung der Räder wird durch Ketten übertragen, welche auf mit Zähnen besetzten Trommeln laufen. Am Bemerkenswerthesten ist die Lenkung der ganzen Vorrichtung, die mit überraschender Leichtigkeit von Statten



geht. Während nämlich je ein Achsenlager der Walzen fest ist, sind die beiden gegenüberliegenden in der Längsrichtung der Maschine verschiebbar, so daß die Walzen die nebenstehend skizzirten Lagen annehmen können, wodurch eine Zickzackbewegung ermöglicht ist. Herr Lucae erwähnt, daß er diese Notizen dem Architekten Herrn

Braun in Paris verdankt, der eventuell gern bereit sein würde, speciellere Zeichnungen und Beschreibungen darüber in der Zeitschrift für Bauwesen zu veröffentlichen.

Herr Lucae schilderte ferner einen Besuch des berühmten Rothschild'schen Schlosses Ferrières und gab eine kurze Beschreibung von demselben. Es liegt ca.  $4\frac{1}{2}$  Meilen von Paris an der Straßburger Eisenbahn in einer nicht gerade schönen Gegend. Bei dem Bau sind sehr viele Architekten thätig gewesen. Der ursprüngliche Entwurf ist von dem Engländer Paxton ausgegangen und war, wie die Grundlage noch jetzt verräth, mittelalterlich, die schliessliche Vollendung ist dem Pariser Architekten Lamy anheimgefallen. Das Außere macht den Eindruck eines fürstlichen Schlosses und ist unter Anwendung eines vorzüglichen marmorartigen Kalksteins in einer Pilasterarchitektur ausgeführt, der man eine gewisse Reinheit aber auch Nüchternheit nicht absprechen kann. Das Innere ist mit einer fabelhaften Pracht unter Anwendung aller erdenklichen kostbarsten Materialien ausgestattet, in Folge dessen aber auch kaleidoskopisch überladen. Am interessantesten ist der große Raum in der Mitte des Gebäudes, um den sich die übrigen Theile gruppieren, das Wohnzimmer der Familie, 84 Fufs lang, 42 Fufs breit, ca. 40 Fufs hoch. Dasselbe ist durch Oberlicht, am Abend nach dem bei den neueren französischen Theatern angewendeten Princip durch außerhalb angebrachte Gasflammen erleuchtet. Durch diese helle Decke und die geschickte Decoration (in halber Höhe ist eine durchlaufende Galerie auf Atlanten angebracht, der untere Theil mit rothen Sammettapeten, der obere mit Gobelins bekleidet) macht der Saal durchaus nicht den wüsten Eindruck, den man nach den Dimensionen erwar-

ten sollte, sondern im Gegentheil den Eindruck wohnlicher Behaglichkeit. Hierzu trägt auch die Meublierung bei, die 6 bis 8 verschiedene Etablissements von Sophas und Tischen, ein Billard, einen Concertflügel u. s. w. umfaßt.

Gegen Norden schliessen sich ein Vestibül mit 2 Treppen und davor die Unterfahrt, gegen Westen das Haupttreppenhaus, gegen Süden ein durch Säulen getheilter Saal mit einer Vorhalle nach dem Garten, gegen Osten eine Reihe von Sälen mit davor liegender offener Säulenhalle, als Haupträume an, die 4 Ecken werden von vorspringenden Thurmbauten flankirt. Die beiden Hauptcorridore auf den Längsseiten des mittleren Saals sind durch Oberlicht in beiden Stockwerken erhellt, indem der obere Corridor nur in halber Breite als Galerie durchgeführt ist.

Die Küchenanlagen befinden sich 100 Schritte vom Schlosse entfernt. Die ca. 48 Fufs und 26 Fufs grofse, halb über, halb in der Erde liegende Hauptküche ist durch einen Tunnel mit dem Schlosse verbunden, in welchem auf einem seitlichen Vorsprunge in Tischhöhe eine Duodezeisenbahn die Speisen nach dem Schlosse befördert.

Die Baukosten der Gesamt-Anlage sollen sich auf circa 14 Millionen Francs belaufen haben.

#### Versammlung am 4. November 1865.

Vorsitzender: Hr. Afsmann. Schriftführer: Hr. Hering.

Nachdem durch übliche Abstimmung die Aufnahme der Herren: Busch, Grötzebach, Hochberger, Fritze, Hachenberg, Hahn, Wächter, Mitscher, May, Schäffer, Heim, Gabriel, A. Busse, Kubale, Totz, Kratz, Vehsemeier, Taeglichbeck, Lemcke, Stuertz als Mitglieder des Vereins erfolgt war, kamen innere Angelegenheiten desselben zur Berathung.

Von den eingegangenen Monatsaufgaben erhielt Herr Frühling das Andenken für die beste Lösung einer Bahnhofs-Anlage; die Abstimmung über die Entwürfe zu einem Trinkbrunnen blieb vorbehalten.

#### Versammlung am 11. November 1865.

Vorsitzender: Hr. Afsmann. Schriftführer: Hr. Hering.

Der Vorsitzende schenkt der Bibliothek ein Exemplar der von ihm herausgegebenen Hülftafeln zur Berechnung eiserner Stützen und Träger, wofür ihm der Dank des Vereins votirt wird.

Herr Grund beantwortet einige früher im Fragekasten befindliche Fragen. Im Betreff der Höhe der Masten bei Flußfahrzeugen erwähnt derselbe, daß ein bestimmtes Verhältniß zwischen Mast und Länge des Schiffes nicht obwalte, die Gröfse jenes sich vielmehr nach der Terrainbeschaffenheit richte; Berge und Wälder, welche die Ufer begrenzen, bedingen hohe Masten, die sich daher auf den Elbkähnen bis 110 Fufs, ja bis zu 120 Fufs Höhe vorfinden. Die größten, die obere Elbe befahrenden Kähne seien 19 bis 20 Fufs breit, 140 Fufs lang. Da die Schleusen für solche Dimensionen nicht eingerichtet sind, können diese Kähne für die Canalschiffahrt nicht benutzt werden. Die Kähne auf der Nieder-Elbe sind bis 22¼ Fufs breit, 160 Fufs lang, der Mast hat an der Wurzel 18 bis 22 Zoll Maximal-Durchmesser.

Auf dem Rhein wurde vor Erbauung der Cölner Brücke mehr gesegelt, jetzt fast nur von den aus Holland heraufkommenden Schiffen, während die übrigen sich zu Berg schleppen lassen. Im Jahrgang 1863 der Z. f. B. finden sich Mittheilungen über die beim Bau der Cölner Brücke zu Grunde gelegten Dimensionen der Fahrzeuge. Der Mast ist 90 bis

100 Fufs hoch, 18 bis 20 Zoll unten stark, 80 bis 90 Ctr. incl. Takelage schwer. Speciell hatte ein Schiff von 8456 Ctr. Tragfähigkeit einen 93½ Fufs hohen Mast. Dergleichen Schiffe sind ca. 150 Fufs lang, 22 bis 24 Fufs breit. — Die größten den Rhein befahrenden Schiffe sind die großen Kohlenschiffe, deren gegenwärtig 12 vorhanden; sie fassen 10000 bis 12000 Ctr. und ein in diesem Jahr für M. Stinner erbautes Schiff trägt sogar 14000 Ctr. Zu dergleichen großen Dimensionen ist man zunächst aus Rücksicht auf billigen Transport gekommen, aber auch dadurch, daß die Remorqueure wegen des engen Fahrwassers oberhalb St. Goar und bis durch das Binger Loch nur 2 Schiffe gleichzeitig schleppen dürfen. Letzterwähnte Schiffe sind 200 bis 230 Fufs lang, 25 Fufs breit und haben einen Tiefgang von 6 bis 6½ Fufs. Ihr Vordersteven steigt schräg an und bildet eine scharfe Kante. Da sie nur bei günstigem Winde die Segel benutzen, ist der Mast verhältnißmäfsig klein.

Herr Grund ging hierauf zu einer „über die Verbindung der Schiffbrücken mit dem Lande“ gestellten Frage über. Die Böcke, welche den die Strafsbalken unterstützenden beweglichen Unterzug tragen, sind theils in den Pontons, theils im Flusse selbst aufgestellt. Die Verstellung des Unterzuges bei wechselndem Wasser geschieht bei unbelasteter Brücke; ist der Unterzug an der richtigen Stelle, so wird die denselben hebende Kette oder Schraube durch je einen an beiden Enden unter den Unterzug gesteckten Splint entlastet. Der Unterzug selbst, der oft nur geringe Dimensionen, in Düsseldorf z. B. nur 10 u. 12 Zoll hat, wird gegen Brechen noch durch untergestellte Stützen gesichert. Bei seichtem Flußbette legt man wohl auch das erste Ponton weiter vom Ufer ab, wobei es nöthig ist, die Strafsbalken durch einen an ein Hängewerk gehängten Unterzug zu unterstützen. Die Construction ist, da sie bei Eisgang entfernt werden mufs, möglichst einfach und nicht zu steif zu wählen, da es für Schiffbrücken vortheilhaft ist, wenn die Fahrbahn überall etwas elastisch bleibt. —

Herr Sluyterman van Langeweyde hielt einen längeren Vortrag über die Traject-Anstalt zwischen Lauenburg und Hohnstorf. Dieselbe liegt in der Route Hamburg resp. Lübeck-Büchen-Lauenburg-Lüneburg etc. und schafft einen näheren Weg von Hamburg resp. Lübeck nach Hannover, Frankfurt a. M., u. s. w. Zur Ueberschreitung der Elbe wurde anstatt einer kostspieligen Brücke eine Traject-Anstalt ausgeführt. Der Weg, den die Dampfähre mit Rücksicht auf das Fahrwasser zu nehmen hat, ist dem Steuermann durch Signallaternen am Ufer bezeichnet. Zur Verbindung der beiden Telegraphenstationen in Lauenburg und Hohnstorf ist ein Kabel durch den Elbstrom gelegt. Zum Schutz der Landungsstellen gegen Strom und Eisgang ist in Lauenburg ein Erddamm, in Hohnstorf ein hölzerner Hafendamm angeordnet. An beiden Ufern sind ausserdem hölzerne Landungsgerüste ausgeführt. Von diesen aus besteigen die Passagiere das Schiff von dessen Breitseite aus, wogegen die Waggons an dessen Kopfseite mittelst einer mit 1:9 geneigten Ebene auf das Schiffsverdeck herabgelassen werden. Bei Ankunft von Personenzügen wird das Dampfschiff nur als Personenfähre benutzt. Dasselbe schafft die Passagiere in 10 Minuten nach dem Bahnhofe des anderen Ufers, ohne sich weiter mit Waggons zu belasten. In der Zwischenzeit zwischen zwei Personenzügen ist das Schiff mit der Expedition der Güterzüge beschäftigt, und zwar werden jedesmal 4 Güterwagen gleichzeitig übergeführt. Zum Heraufziehen der Waggons ist eine stehende Dampfmaschine ausgeführt; beim Herablassen wird diese ausgerückt und ein Arbeiter an einer Bremse ausserhalb des Maschinenhauses regulirt die Geschwindigkeit des herabfahrenden Wagens. Am

unter Ende der geneigten Ebene vermittelt ein Schlitten den Uebergang auf die Fähre. Derselbe wird nur beim Wechsel des Wasserstandes heraufgezogen oder herabgelassen und zwar innerhalb der Grenzen von  $-1$  Fuß 3 Zoll bis  $+17$  Fuß am Pegel. Die zur Führung des Schlittens dienenden Schienen laufen an der äußeren Seite der Schienen des gewöhnlichen zum Herabfahren der Wagen bestimmten Schienenstranges, so daß 4 einzelne Schienen auf den Schwellen befestigt sind. Der Schlitten bildet nach der Wasserseite eine frei ohne Anspannung der Haltekette spielende Klappbrücke, welche der Bewegung des Schiffes beim Auflaufen des Waggons auf dasselbe folgt. Beladen liegt das Schiff mit seinem Schienenstrange 6 Zoll tiefer, im unbeladenen Zustande 6 Zoll höher, als die Geleise auf dem Schlitten. Die geneigte Ebene herauf werden die Waggons mit 3 Fuß Geschwindigkeit pro Secunde gezogen. Nach Ankunft der Wagen am oberen Ende der geneigten Ebene wird das Geleise derselben durch umgeworfene Drehklötze gesperrt. — Sechs-Räder sind in der Regel vom Betriebe ausgeschlossen, da beim Passiren der Curve zwischen dem horizontalen Geleise des Schlittens und dem geneigten Geleise der Ebene das mittlere Räderpaar in der Luft schweben würde.

Im Winter hält das Dampfschiff durch stetes Hin- und Herfahren die Rinne der Ueberfahrt so lange als möglich offen; friert dieselbe dennoch fest zu, so wird der Güterverkehr auf der festen Eisdecke bewirkt, auch werden die Passagiere durch Bahnbeamte an sicheren Stellen über das Eis geleitet.

Die Maschine hat 2 horizontale Cylinder, variable Expansion, Vor- und Rückwärts-Steuerung; der Kessel ist auf 60 Pfd. Ueberdruck concessionirt, hat  $4\frac{1}{2}$  Fuß Durchmesser, äußere Feuerung und ein inneres Siederohr. Der verbrauchte Dampf wärmt mittelst einer der Warm-Wasser-Circulationsheizung ähnlichen Construction das in einem im oberen Stockwerk aufgestellten Behälter befindliche Speisewasser für den Kessel und die Locomotiven vor.

Die Maschine soll 600 Ctr. mit 3 Fuß Geschwindigkeit pro Secunde längs der geneigten Ebene emporziehen. Ohne Rücksicht auf Reibung ergibt sich hiernach eine Stärke der Maschine von  $600 \cdot 100 \cdot 3 \cdot \frac{1}{9} = 20000$  Sec. Fpfd. = rot. 42 Pferdekkräfte. Mit Rücksicht auf die Reibungswiderstände etc. hat man die Maschine 46 Pferdekkräfte stark construirt. Der Kolbenhub wurde zu 20 Zoll, die Kolbengeschwindigkeit zu 3,5 Fuß pro Secunde, der Dampfdruck im Cylinder zu 32 Pfd. pro Quadratzoll angenommen; danach wurde der Kolbendurchmesser auf 13 Zoll normirt.

Der Dampfkessel ist nicht im Stande, so viel Dampf zu erzeugen, als bei ununterbrochenem Betriebe erforderlich wäre. In den Betriebspausen steigert sich die Dampfspannung bis zu 60 Pfd. Ueberdruck, nimmt jedoch während des Betriebes nach und nach ab, weshalb die Dampfspannung im Cylinder nur mit 32 Pfd. in Rechnung gebracht ist.

Die Uebertragung der Bewegung auf die außerhalb des Gebäudes angebrachte Seiltrommel von 2 Fuß 8 Zoll Durchmesser geschah durch einfaches Vorgelege mit 1 : 3 Umsetzungsverhältniß. Da jedoch das bald abgenutzte Hanfseil durch ein Drahtseil ersetzt und der Trommel-Durchmesser demnach auf 8 Fuß vergrößert werden mußte, wurde ein zweites Vorgelege mit 1 : 3 nöthig, um die frühere Geschwindigkeit von 3 Fuß pro Secunde wieder herzustellen.

Die Bewegung des Schlittens auf der Lauenburger Seite geschieht durch einen Flaschenzug, dessen feste Rolle an einer großen, vorn und hinten verankerten  $1\frac{1}{2}$  zölligen Kette befestigt ist, auf der Hohnstorfer Seite dagegen wird der Schlitten durch eine um eine besondere Trommel geschlungene Kette

mittelst der Dampfmaschine regulirt. Die Passagiere besteigen das Schiff von dem parallel der geneigten Ebene (1 : 9) geneigten Landungsgerüst aus mittelst Laufbrücken, die je nach den Wasserständen an verschiedenen Stellen ausgelegt werden. Diese Laufbrücken sind aus gesprengten Brettern nach dem Princip der Laves'schen Balken leicht construirt und mit eisernem Geländer versehen. Der Schlitten ist aus Schmiedeeisen construirt und kostete 5500 Thlr. Die Feststellung desselben geschieht durch Stopperplatten auf der oben erwähnten verankerten Kette, durch Bremsen und durch seitlich an Pfählen befestigte Nothketten.

Die Dampffähre hat 150 Pferdekraft, ist 140 Fuß lang, 43 Fuß breit, hat 3 bis 4 Fuß Tiefgang, ist in Magdeburg als Raddampfer erbaut und hat 46000 Thlr. gekostet. Die Platten sind  $\frac{1}{4}$  bis  $\frac{3}{8}$  Zoll stark. Zur Reserve dient ein kleines Fährschiff ohne Geleise, für Passagierbeförderung und zum Eisbrechen resp. Offenhalten der Rinnen. Es führt den Prahm, auf welchen im Falle der Untauglichkeit des größeren Fährschiffes die Waggons herabgelassen werden, an der Seite. Dieses Dampfschiff ist 40 Fuß lang, 13 Fuß breit, hat 4 Fuß Tiefgang und ist für 5650 Thlr. in Hamburg erbaut. Sollte die stehende Maschine zeitweise unbrauchbar werden, so zieht eine auf dem Bahnhofe laufende Locomotive an einem langen Seil die Waggons einzeln herauf.

Die Gesamtkosten betragen:

Lauenburger Seite . . . . .	59150 Thlr.
Hannöversche Seite . . . . .	74441 -
Gemeinschaftliche Schiffe, Telegraphen etc. . . . .	64470 -
Summa: 198061 Thlr.	

An den Kosten der Lauenburger Seite nehmen die Berlin-Hamburger und die Lübeck-Büchener Eisenbahn-Gesellschaft Theil im Verhältniß 1 : 4.

Der Betrieb der Trajectanstalt begann am 15. März 1864. Seine Leitung wechselt alle 3 Jahr zwischen Hannöverscher Verwaltung und der Direction der Berlin-Hamburger Eisenbahn; gegenwärtig leitet ihn die Hannöversche Verwaltung. —

Eine Frage, betreffend die projectirte Pflasterung der Chelsea-Kettenbrücke zu London wurde dahin beantwortet, daß sich Steinschüttung in Asphalt auf eisernen Platten dasselbst nicht bewährt habe. Die Brücke hat jetzt Klotzpflaster erhalten. \*)

In Bezug auf die Construction der Cassetten in der Säulenhalle des neuen Museums theilt der Vorsitzende mit, daß dieselben durch gußeiserne  $\perp$  förmige Balken, die auf den Architraven aufliegen, gestützt würden. Die eigentlichen Cassetten-Balken sind durch scheidrechte Bögen aus porösen Mauersteinen in Cement gebildet, die Füllung durch Töpfe von 4 Zoll Durchmesser und gleicher Höhe auf wenig gewölbter Lehre in Cement.

Herr Adler legt einen von ihm gefertigten Entwurf zu einer Kirche zu 1000 Sitzplätzen für Heppens an der Jahde vor. Die Kirche ist eine Kreuzkirche mit Vierungsturm, der sich mittelst theilweiser Auskrugung nach Innen bis zu einer Totalhöhe von 180 Fuß gipfelt und in eine undurchbrochene Backsteinspitze endet. Zu den in den Kreuzflügeln angeordneten Emporen führen 2 in kleineren Thürmen angeordnete Treppen. Jochweite: 17 Fuß; Spannweite des Langschiffes: 31 Fuß. Da die Kirche bequem zu erweitern sein soll, ist der Thurm so projectirt, daß er auch bei einer Verlängerung der Kirche, etwa um 2 Joche, noch dominirt; er erscheint daher für den vorliegenden Entwurf etwas zu groß bemessen. Aus gleichem Grunde ist auch die Westfaçade einfach ge-

\*) Vergl. Verhandlung vom 18. November 1865.

halten. — Da die Kirche vorläufig einen mehr ländlichen Charakter behalten wird, sind offene Stühle gewählt und der Sitzplatz auf 2 Fufs 6 Zoll und 1 Fufs 6 Zoll normirt. Für geschlossene Sitze wäre dies, trotz der Angaben in den „Kirchen-, Pfarr- und Schulhäusern“ zu gering. Für diese genügt erst ein Maafs von 2 Fufs 8 Zoll, besser 2 Fufs 9 Zoll und 1 Fufs 8 Zoll.

Versammlung am 18. November 1865.

Vorsitzender: Hr. Koch. Schriftführer: Hr. Hering.

Herr Ernst hat der Bibliothek das 75. Heft des Architectonischen Skizzenbuches zum Geschenke übersandt, wofür der Vorsitzende den Dank des Vereins ausspricht.

Herr Heidman nimmt eine Frage vom 11. November, betreffend die Chelsea-Brücke zu London wieder auf. Es beziehen sich seine vor acht Tagen gemachten Angaben, wie augenscheinlich auch die gestellte Frage, nicht auf diese, sondern auf die neue Lambeth-Brücke. Seine Angaben über letztere leitet der Vortragende durch eine allgemeine Uebersicht des Themselaufes durch London mit seinen Brücken, Docks und hervorragenden Uferpunkten ein. Die Lambeth-bridge liegt zwischen der Vauxhall-Brücke und der Westminster-Brücke und ist in der Reihe der Londoner Brücken, von oberhalb gerechnet, die fünfte, während Chelsea-bridge die zweite ist. Die Lambeth-Kettenbrücke, über welche sich detaillirtere Angaben in William Humber's „Record of the progress of modern engineering“ finden\*), ist eine Kettenbrücke mit sogenannter steifer Fahrbahn von 3 vollen Oeffnungen à 268 Fufs engl. Die Fahrbahn steigt nach der Mitte stark an und es sind daher die auf beiden Mittelpfeilern stehenden als Pylonen dienenden schmiedeeisernen Thürme höher hinaufgeführt, als die Thürme der Landpfeiler. Die Pfeiler selbst werden durch je zwei versenkte, 12 Fufs im Durchmesser haltende, 10 Fufs von einander entfernte eiserne Cylinder gebildet, welche unten mit Concret gefüllt, oben unter Aussparung eines hohlen Kernes brunnenartig ausgemauert und am oberen Ende untereinander durch gufseiserne Bogen verbunden wurden. Die Fahrbahn wird durch 4 Drahtstränge getragen, deren jeder aus 7 Drähten besteht. Die 28 Drähte haben einen Querschnitt von zusammen 100 Quadratzoll und sind auf 40 Tönnen = 80000 Pfd. pro Quadratzoll geprüft, tragen also zusammen 4000 Tonnen. An Stelle



der Hängestangen ist eine feste, senkrechte und Diagonal-Verbindung zwischen den Sätteln auf den Drahtseilen und der Fahrbahn aus je 2 parallelen  $1\frac{1}{2}$  Fufs von einander entfernten Winkelleisen hergestellt, welche letztere wieder durch Flacheisen gitterförmig mit einander verbunden sind; die 20 Fufs breite Fahrbahn wird durch 4 Fufs von einander entfernte Querträger unterstützt, die an kastenförmige Längsträger von  $2\frac{1}{2}$  Fufs Höhe,  $1\frac{1}{2}$  Fufs Breite, welche wie oben beschrieben, mit den Drahtseilen verbunden sind, angelascht wurden. Die Fußgängerwege sind 5 Fufs 10 Zoll breit consolartig auf der Aufsenseite der tragenden Construction ausgekragt und es läuft unter dem einen derselben das Gas-, unter dem andern das Wasserrohr. Das äußere Geländer dieser Fußwege ist wieder als Gitterträger construirt.

Im Sommer 1862 hatte man auf die durch Eisen verstärkten Unterlagsplatten von Eisenblech einen mit Asphalt gemischten Mac-Adam aufgebracht; dieser Last konnte indess

\*) Nähere Angaben über die Chelsea-Brücke findet man im Novemberheft pro 1864 des Civil-Engineer and Architect's Journal.

die Construction des Ueberganges der Tragseile in den Ankerpfeiler nicht widerstehen, die Fahrbahn senkte sich; der Mac-Adam mußte durch leichteres Klotzpfaster ersetzt und die Brücke in der Art wieder gehoben werden, daß bei Ebbe Prahme mit Rüstungen untergefahren wurden, die bei Fluth durch ihren Auftrieb die Construction wieder in die richtige Höhenlage brachten. Das Cylinderstück, welches den Uebergang der Seile in den Ankerpfeiler vermittelt und seinen Halt einzig und allein gegen eine an die Unterlagsplatte angegossene etwas schwache Nase hatte, die auf der Nordwestseite brach, wurde demnächst durch solide Abstrebung gegen den Landpylonen besser gesichert, und hat sich die Brücke seit Herbst 1862, soweit die Nachrichten reichen, gut im Verkehre bewährt. Die Brücke kostete (abgesehen von der etwa 10000 Pfd. St. betragenden Grund- etc. Entschädigung) 35000 Pfd. —

Der Vorsitzende knüpft an eine Frage wegen der Reibung zwischen dem Erdreich und den mittelst comprimierter Luft versenkten Pfeilern einige Bemerkungen über die gedachte Fundirung überhaupt. Die Reibung zwischen Pfeiler und Erdreich sei wesentlich verschieden je nach den Bodenarten, durch welche der Pfeiler zu senken sei. Dieselbe sei auch davon abhängig, ob der Pfeiler mit einem vollständigen eisernen Cylinder umgeben wäre oder lediglich aus Mauerwerk gebildet sei.

Bei der Eisenbahnbrücke zu Bordeaux, wo eiserne Cylinder versenkt wurden, fürchtete man, dieselben, wegen zu starker Reibung, durch directe Belastung nicht bis zur erforderlichen Tiefe herabsenken zu können. Man belastete daher die den Pfeiler umgebenden Rüstungen, und übertrug deren Widerstand gegen Ausheben durch hydraulische Pressen auf den herabzudrückenden Cylinder. Auf diese Weise war es möglich, den einzelnen Cylinder oft mit mehr als 4000 Ctr. zu belasten.

In Stettin wird gegenwärtig eine Fluthbrücke für die Verlegung der Stettin-Stargarder Bahn Behufs Anlage eines neuen an der Parnitz belegenen Güterbahnhofes nach dem System der Auflösung der Pfeiler in einzelne Brunnen construirt und ist bereits bis zum Aufbringen der Träger vollendet. Die Brücke hat 13 Mittelpfeiler, deren jeder aus 2 isolirten Brunnen von 12 Fufs Durchmesser besteht; dieselben wurden auf starken hölzernen Brunnenkränzen unter Ausbaggerung des weichen Bodens mit der indischen Schaufel, 25 bis 30 Fufs tief durch Torf und Moor bis etwa 3 Fufs in festen Sand gesenkt, unten mit Beton gefüllt, dann ausgepumpt und massiv ausgemauert. Der über Erde befindliche Theil ist theilweise mit Niedermendiger Steinen bekleidet. — Eine Fahrt des Vereins zur Besichtigung dieser und der dort zur Ausführung gelangenden großen Parnitz- und Oderbrücken, deren Pfeiler mittelst comprimierter Luft gesenkt werden und deren Bauten Anfangs nächsten Jahres beginnen sollen, wird für nächstes Frühjahr in Aussicht genommen. —

Die Frage, welche Form und Abmessungen man am besten den Wasserstations-Reservoirs gebe, wird vom Vorsitzenden dahin beantwortet, daß das gewählte Material hierbei vor Allem entscheide; schmiedeeiserne Bottiche würden cylindrisch, etwa 5 Fufs Durchmesser, 5 Fufs Höhe construirt und je in erforderlicher Anzahl neben einander gestellt; in Kreuz fänden sich 10 bis 12 dergleichen in einer Wasserstation. Da indess die Plattenstärke theoretisch nur dünn zu sein brauche, so läge für eine so schwache Eisenstärke die Gefahr des Durchrostens nahe. Man wendet daher vielfach gufseiserne Kasten an, die durch ihre viereckige Grundriffsform zudem eine vollständigere Ausnutzung des Raumes der

Wasserstation ermöglichen. Dieselben sind gewöhnlich 5 Fuß breit, 10 Fuß lang, 5 bis 6 Fuß hoch und werden je 2 oder 3 direct auf eiserne Träger neben einander gestellt (in Dortmund ist nach Herrn Orth's Angabe ein Reservoir von 15 bis 20 Fuß im Quadrat Grundfläche aufgestellt). Die Wandstärken sind kaum  $\frac{5}{8}$  Zoll stark, die Bodenplatte steht etwas über und sammelt das äußere Schwitzwasser in einer kleinen Rinne.

Die Wasserkrähne theilen sich in 2 Classen, je nachdem dieselben an der Wasserstation als Ausleger angebracht, oder frei auf dem Bahnhofe aufgestellt sind. Da erstere auch die Locomotiven des zweiten Geleises versorgen müssen, ist man genöthigt, um eine zu große Länge des Auslegers zu vermeiden, die Wasserstation sehr nahe an den ersten Strang zu legen, was die freie Aussicht vom Bahnhofgebäude nach der Strecke behindert; überdies ist, wenn eine Locomotive auf dem zweiten Geleise Wasser nimmt, das erste Geleise gesperrt, wenn man nicht, wie auch wohl geschieht, den Ausleger unverhältnißmäßig hoch anbringen will. Es verdienen hiernach wohl die freistehenden Krähne den Vorzug. Da jetzt jeder einigermaßen bedeutende Bahnhof 2 Wasserstationen besitzt, die man zweckmäßig durch Röhrenleitung mit einander verbindet, ist man überdies im Stande, die freistehenden Krähne an jeder Stelle zu errichten und je nach den wechselnden Betriebsbedürfnissen leicht zu versetzen. Bei der Construction solcher Krähne wird empfohlen, Stopfbüchsen zu vermeiden, und beispielsweise auf den von Wöhler in der Z. f. B. 1859, S. 223 veröffentlichten Krahn der Niederschlesisch-Märkischen Bahn hingewiesen.

Der Vorsitzende geht in Folge einer deshalb gestellten Anfrage auf die Construction und Anwendbarkeit einer sogenannten englischen Weiche über. Dieselbe ist eine Kreuzung zweier Geleise in Verbindung mit einer oder zwei Weichen und ermöglicht ein beliebiges Ueberfahren je aus einem der beiden sich kreuzenden Stränge in den andern. Anwendbar ist diese Anordnung überall da, wo eine Kreuzung von der Neigung des Herzstückwinkels der Weiche möglich ist. Das

übliche Neigungsverhältniß beträgt bis jetzt bei uns etwa 1:9 bis 1:10. Die Engländer gehen aber weiter bis 1:13, ja 1:14. Mit der Abnahme des Neigungswinkels nimmt die Strecke (*ab*, Fig. 1 der unten stehenden Holzschnitte), in welcher der Radflansch durch Zwangsschienen nicht geführt werden kann, zu. Wenn es auch den Anschein hat, daß das Beharrungsvermögen des Wagens im Stande ist, letzteren ohne Gefahr über diese Stelle zu führen, empfiehlt es sich doch, den Neigungswinkel der Kreuzung nicht allzu spitz zu wählen.

Dergleichen sich kreuzende Geleise können leicht, da die Herzstücke in den Kreuzungspunkten bereits vorhanden sind, gleichzeitig durch Weichen verbunden werden, wenn man 2 Bogenstränge hinzufügt, welche an beiden Enden mittelst Weichen an die Hauptgeleise sich anschließen.

Die einfache Kreuzung (Fig. 1) findet vielfache Anwendung auf doppelgeleisigen Bahnen, wenn das Fahren gegen die Spitze der Weichen vermieden werden soll, und das eine Hauptgeleise mit den auf der Seite des andern Hauptgeleises gelegenen Nebengeleisen in directe Verbindung zu setzen ist (vergl. Fig. 4 bei *c*).

Die Kreuzung mit Weichen dagegen ist wegen des geringen Raumes, den dieselbe erfordert, besonders geeignet zu Zwischenverbindungen der Nebengeleise oder zu Weichenstrassen, wenn letztere durch die Verlängerung der Nebengeleise gekreuzt werden sollen (vergl. *d* und *f* der Fig. 4).

Mittheilungen über die sogenannte englische Weiche finden sich in der Z. f. B. Jahrgang 1863, mit Zeichnung auf Blatt P.

Versammlung am 25. November 1865.

Vorsitzender: Hr. Afsmann. Schriftführer: Hr. Hering.

Herr G. Hagen sprach über den in der Ausführung begriffenen Hafenbau bei Stolpmünde. Die daselbst mehrfach vorgekommenen Sperrungen der Mündung durch die Kiesmassen, die bei starken Stürmen hineingetrieben wurden, forderten dringend die Verbesserung des Hafens, während der

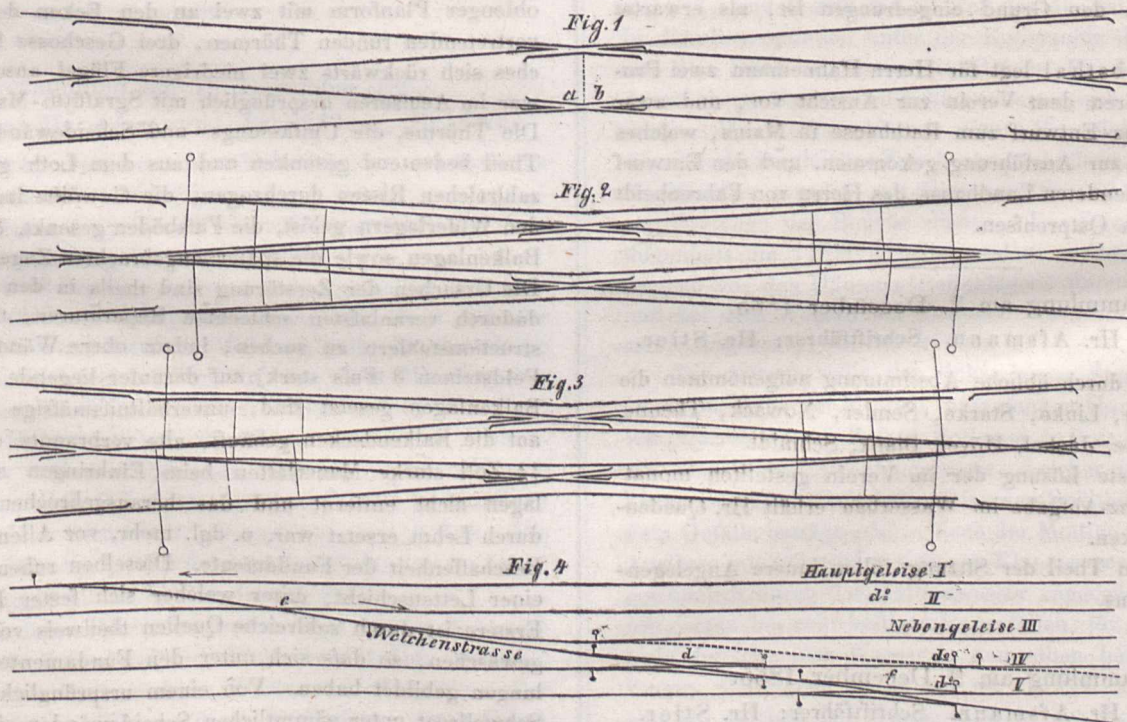


Fig. 1. Einfache Kreuzung. Fig. 2 bis 4. Kreuzung mit Weichen. Fig. 2. Stellung der Weichen für die Fahrt durch die geraden Geleise. Fig. 3 und Fig. 4. Stellung der Weichen für die Fahrt durch die Weichenstränge.

zunehmende Verkehr zugleich die Erweiterung desselben nöthig machte.

Auf die Verlängerung beider Hafendämme konnte nicht eingegangen werden, weil das Fahrwasser dadurch wieder auf die Breite von 5 bis 6 Ruthen beschränkt worden wäre. Der östliche Hafendamm wurde beibehalten, jedoch auf der See-seite mit einer steilen Brustmauer versehen. An ihn schließt sich ein neuer Damm von 55 Ruthen Länge an. Der westliche Hafendamm, 30 Ruthen von jenem entfernt, wird nahe 90 Ruthen lang, und an seinem äußeren Ende wendet sich rechtwinklig ein Flügel nach dem Kopfe des östlichen Dammes, und nähert sich diesem bis auf 10 Ruthen. Die Tiefe in der neuen Hafenmündung mißt nahe 20 Fufs, und um diese möglichst zu sichern, sind auf der westlichen Seite, von wo der Küstenstrom gewöhnlich den Hafen trifft, im Abstände von 200 Ruthen, Dünenbauten begonnen, die bereits grofse Sand- und Kiesmassen aufgefangen haben.

Die in unsern Häfen bisher übliche Constructions-Art der Molen durfte nicht wieder gewählt werden, da dieselbe nach vielfachen Erfahrungen und namentlich bei den sehr heftigen Stürmen im December 1863 und im November 1864 sich als unhaltbar erwiesen hatte. Die neuen Hafendämme bestehen zur Zeit aus zwei verankerten Pfahlreihen, wozwischen Steine geschüttet sind. Sobald letztere nicht weiter versinken, sollen die Pfähle bis 1 Fufs über Mittelwasser nachgerammt, und die Steinschüttung übermauert und mit einer Brustmauer versehen werden.

Der Bau wurde am 15. December 1864 begonnen und ist gegenwärtig mit Ausschluß des Flügeldammes nahe beendet. Die ganze Anordnung der Bau-Ausführung war von dem betreffenden Baubeamten, dem Wasser-Baudirector Hübbe, so passend gewählt worden, daß selbst bei starkem Seegange die Ramm-Arbeiten regelmäßig fortgesetzt werden konnten. Nur an einzelnen Tagen waren Unterbrechungen nothwendig. Auch sind keine weiteren Beschädigungen eingetreten, als daß bei besonders heftigen Stürmen einige Rüstpfähle abbrechen. Noch muß bemerkt werden, daß die Vertiefung neben den steilen Wänden nur unbedeutend blieb, und die Steinschüttung weniger tief in den Grund eingedrungen ist, als erwartet wurde. —

Herr Jacobsthal legt für Herrn Hahnemann zwei Projecte des Letzteren dem Verein zur Ansicht vor, und zwar einen Concurrentz-Entwurf zum Rathhause in Mainz, welches überhaupt nicht zur Ausführung gekommen, und den Entwurf zu dem fast vollendeten Landhause des Herrn von Fahrenheidt in Beynahun in Ostpreußen.

#### Versammlung am 2. December 1865.

Vorsitzender: Hr. Afsmann. Schriftführer: Hr. Stier.

Es werden durch übliche Abstimmung aufgenommen die Herren: Bahlke, Linke, Starke, Semler, Nowack, Thenne, Brünicke, Loycke, Jaekel, Hövel, Blank, Schmidt.

Für die beste Lösung der im Verein gestellten monatlichen Concurrentz-Aufgabe im Wasserbau erhält Hr. Quedenfeld das Andenken.

Den übrigen Theil der Sitzung füllen innere Angelegenheiten des Vereins.

#### Versammlung am 9. December 1865.

Vorsitzender: Hr. Afsmann. Schriftführer: Hr. Stier.

Der Vorsitzende zeigt den Tod des Mitgliedes Stadler aus Zürich an.

Dem Vereine werden als Geschenke übergeben: das 76. Heft des Architectonischen Skizzenbuches, der 4. Band von Hagen's Wasserbau und das 20. Heft der Sitzungsprotocolle, wofür den Gebern der Dank des Vereins ausgesprochen wird.

Hierauf beantwortet Herr Röder folgende im Fragekasten vorgefundene Frage:

Besteht bei Untersuchung von Niederungen behufs Entwässerung derselben ein Verfahren durch Probe-Gruben; haben solche ein bestimmtes Maafs und wie schließt man aus der Zeit der Füllung derselben mit Wasser auf den Wasserreichthum der Niederung?

Es besteht ein solches Verfahren, durch Probelöcher die Wasserhaltigkeit des Bodens zu prüfen. Die Probelöcher haben kein bestimmtes Maafs, sie werden entweder circa 3 Zoll stark mit einem Erdbohrer gebohrt, oder etwa 5 Zoll breit mit treppenartigen Absätzen gegraben. Das Fallen oder Steigen des Grundwassers soll sich lediglich nach der Dichtigkeit des Bodens richten, und man sagt, daß nach zahlreichen Beobachtungen das Grundwasser in jeder Stunde steige:

- 1) in schwerem Thonboden . . .  $\frac{1}{4}$  bis  $\frac{3}{4}$  Zoll
- 2) in Leimboden . . .  $\frac{3}{4}$  -  $1\frac{1}{2}$  -
- 3) in gemischtem Boden . . .  $1\frac{1}{4}$  -  $2\frac{3}{4}$  -
- 4) in leichtem Boden . . .  $2\frac{3}{4}$  - 4 -

Demnach sei den Neben-Drains zu geben:

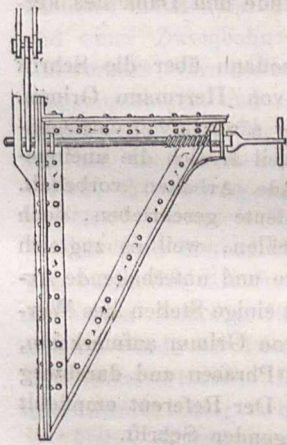
- |               |                |                          |   |
|---------------|----------------|--------------------------|---|
| im 1ten Falle | 18 bis 20 Fufs | Entfernung von einander, |   |
| im 2ten Falle | 25 - 30        | -                        | - |
| im 3ten Falle | 30 - 35        | -                        | - |
| im 4ten Falle | 40 - 50        | -                        | - |

Man lege die Drains dann soviel Fufs tief, als sie Ruthen weit auseinander liegen. Das Verfahren ist wenig anwendbar. —

Herr Wentzel hält einen Vortrag über das Schloß zu Muskau und die von ihm entworfene Restauration desselben. Er giebt zunächst einen Abriss der Geschichte des Schlosses und Ortes und seiner Besitzer. Das jetzige Schloß, im Thale der Neisse belegen, wurde im Jahre 1606 mit Benutzung alter Fundamente und Mauern erbaut, mehrfach durch Brände beschädigt und mußte im Jahre 1863 als vollkommen baufällig bezeichnet werden. Es besteht aus einem Hauptgebäude von oblonger Planform mit zwei an den Ecken der Vorderseite vortretenden runden Thürmen, drei Geschosse hoch, an welches sich rückwärts zwei niedrigere Flügel anschließen, und war im Äußeren ursprünglich mit Sgraffitto-Malerei bedeckt. Die Thürme, die Umfassungs- und Scheidewände waren zum Theil bedeutend gesunken und aus dem Loth gewichen, von zahlreichen Rissen durchzogen, die Gewölbe im Inneren von den Widerlagern gelöst, die Fußböden gesenkt, die Anker der Balkenlagen sowie die später eingebrachten Zuganker gerissen. Die Ursachen der Zerstörung sind theils in den Bränden und dadurch veranlaßten schlechten Reparaturen, theils in Constructionsfehlern zu suchen, indem obere Wände (theils aus Feldsteinen 3 Fufs stark) auf darunter liegende Gewölbe und Balkenlagen gesetzt sind, unverhältnismäßige Schuttmassen auf die Balkendecken gehäuft, alte verbrannte oder verfaulte  $\frac{1}{2}$  Zoll starke Mauerlatten beim Einbringen neuer Balkenlagen nicht entfernt und das herausgebrochene Mauerwerk durch Lehm ersetzt war, u. dgl. mehr, vor Allem aber in der Beschaffenheit der Fundamente. Dieselben ruhen zunächst auf einer Lettenschicht, unter welcher sich fester Kies befindet. Erstere ist durch zahlreiche Quellen theilweis vollständig ausgewaschen, so daß sich unter den Fundamenten weite Höhlungen gebildet haben. Von einem ursprünglich vorhandenen Schwellrost unter sämtlichen Scheidewänden sind nur noch kaum erkennbare Spuren aufgefunden. Unter allen Frontwänden findet sich ein Pfahlrost, die Pfähle jedoch, Erlen,

Kiefern und Eichen, ohne Spur von Kern, von käseartiger Consistenz, trotzdem dieselben mit ihren Spitzen etwa 13 Fufs unter den niedrigsten Wasserstand reichten; die Nadelhölzer von weifser, die Laubhölzer von gering blaugrauer Färbung. Wenn nicht angenommen werden kann, daß der Wasserstand früher einmal niedriger gewesen, so liefse sich vermuthen, daß die Quellen, aus Braunkohlen und Alaunlagern herkommend, durch mitgeführten Schwefel die Veränderung des Holzes bewirkt hätten. — Bei der gegenwärtigen Restauration werden die Fundamente durch Ziegelmauerwerk in Cement, welches auf der festen Kiesschicht ruht, unterfahren. Da das Gebäude durch drei Geschosse mit dichten Schlingpflanzen bewachsen ist, so sollen aufser den constructiv nothwendigen Reparaturen nur die über dem Dachgesims liegenden Theile, Dächer und Thürme, durch Balustraden, Giebel und Dachfenster im Styl der französischen Renaissance, von Sandstein und Eisen ausgeführt, eine angemessene Gestalt erhalten, und legte Herr Wentzel die betreffenden Entwürfe vor. Die Kosten der Wiederherstellung werden sich auf 200000 Thlr. belaufen.

Die Herren Schwedler und Tobbin beantworten eine Frage über die Befestigung der Hängeketten bei eisernen Senkkasten. In einem Falle greifen die einzelnen Glieder der Kette mit rechts gehenden Gewinden in einander. Das letzte Glied umfaßt mit einem linksgehenden Gewinde einen an dem Senk-



kasten befestigten Kloben. Durch Drehen der Kette kann somit dieselbe vom Senkkasten gelöst werden. Bei größeren Längen ist dies schwierig und die Ketten selbst sind wegen ihrer Steifigkeit unzweckmäßig.

Im zweiten Falle greifen, wie die nebenstehende Skizze zeigt, die aus losen Gliedern bestehenden Ketten an einen durchgesteckten Bolzen, der vom Inneren des Kastens aus zurückgezogen werden kann. Von diesem Verfahren wird gegenwärtig in Stettin Anwendung gemacht.

Versammlung am 16. December 1865.

Vorsitzender: Hr. Afsmann. Schriftführer: Hr. Stier.

Herr Licht verliest einen Nekrolog des verstorbenen Mitgliedes Stadler.

Herr Wiebe hält hierauf einen Vortrag über den Entwurf zur Entwässerung der Stadt Danzig.

Danzig wird von der in zwei Arme getheilten, für Seeschiffe zugänglichen Mottlau durchzogen, die dicht bei der Stadt in den früheren Lauf der Weichsel fällt. Mit dem Jahre 1840, wo die Weichsel bei Neufähr eine neue Mündung bildete, ist dieser Theil der Weichsel stillstehendes, in seinem Steigen und Fallen nur von der Ostsee bestimmtes Wasser. Die Differenz zwischen höchstem und niedrigstem Wasserstand beträgt 6 Fufs 9 Zoll, das mittlere Gefälle in 24 Jahren vom oberen Ende der Stadt bis zur See etwa 2 Zoll. Die Regenhöhe in Danzig beträgt durchschnittlich 20 Zoll im Jahre, der größte Regenfall in 24 Stunden 2 3/4 Zoll.

Auf dem linken Ufer der Mottlau liegt der am dichtesten bebaute Stadttheil zunächst dem Fluß etwa 11 Fufs, weiterhin bis 22 Fufs über dem mittleren Wasserstand desselben. Der Stadttheil erhält sein Wasser durch die Radaune, einen Canal, der in die Mottlau mündet und innerhalb der Stadt ein zu Mühlenanlagen verwendetes Gefälle von 17 Fufs hat. Der auf

dem rechten Ufer befindliche Stadttheil liegt nur etwa 5 Fufs über dem mittleren Wasserstand, ist als vollständiger Polder eingedeicht und nur wenig bebaut. Die von der Mottlau gebildeten Inseln werden, da sie nur Speichergebäude enthalten, nicht entwässert.

Zur Abführung des Regen- und Hauswassers dienen gegenwärtig die sogenannten Trummen, von Bohlen construirte Abzüge, welche in die fast stillstehenden Flußläufe münden und diese verunreinigen. Sie sind dem Verschlammen und Einfrieren ausgesetzt, müssen gegen Wagenräder durch Prellsteine geschützt werden und hindern so den Verkehr namentlich in den engen Querstraßen. In den Häusern befinden sich Abtrittsgruben, die, meistens undicht, die Unreinigkeiten in die umgebenden Erdschichten verbreiten, welche auch in einem großen Theile der Stadt vollkommen davon durchzogen sind. Diese Uebelstände sollen beseitigt werden durch ein Canal-system, welches, tiefer liegend wie die Keller, das Haus- und Regenwasser ununterbrochen ableitet und dasselbe nicht in die vorhandenen Wasserläufe, sondern an der tiefsten Stelle zu einer Pumpstation führt, durch welche es gehoben und weiterhin entfernt wird. Der nächste geeignete Ort zur Aufnahme des Wassers ist, da die Weichselmündung  $\frac{2}{3}$  Meilen entfernt ist, die nur  $\frac{1}{16}$  Meilen entfernte Ostsee. Das Kloakenwasser soll in einem eisernen Druckrohr  $\frac{2}{3}$  Meilen weit bis auf den vorderen Rand des Dünenterrains, 12 Fufs über den mittleren Meeresspiegel gehoben werden und von dort in einem offenen Graben der See zufließen. Damit aber auch die nahe gelegenen Seebäder durch die Einströmung dieses Wassers nicht leiden, soll dasselbe hauptsächlich zur Berieselung eines etwa 300 Morgen großen Dünenterrains, dem es bei der erreichten Höhe von 12 Fufs mit geeignetem Gefälle in Rieselgräben zugeführt werden kann, verwendet werden. Man rechnet in England pro acre Berieselung im Jahre 5000 Tons, was einer Wasserhöhe von  $4\frac{1}{2}$  Fufs entspricht. Der üble Geruch wird dem Wasser vollkommen durch die Pflanzenfaser entzogen.

Die Entwässerung der Straßen geschieht durch Thonröhren, die etwa 10 Fufs tief liegen, ein Gefälle von wenigstens  $\frac{1}{16}$  und 9 Zoll bis 12 Zoll bis 18 Zoll Weite erhalten. In dieselben münden unter der Kellersohle die Abzugsröhren aus den Häusern, sowie die Röhren für das Regenwasser, deren oberes Ende einen Schlammkasten und Wasserverschluß erhält. Die Röhren können einen Regenfall von  $\frac{1}{2}$  Zoll in der Stunde in gleicher Zeit bequem abführen. Die Baugruben für dieselben werden mit Kies verfüllt und sollen hierdurch zur Drainage des Bodens dienen. Die Straßen können nöthigenfalls um 1 Fufs erhöht werden, wodurch an den Freitreppen vor den Häusern (Beischlägen) Raum gewonnen wird und bei dem Wegfall der Trummen Trottoirs und flache Rinne- steine angebracht werden können.

Die Abzugsanäle der linksseitigen Stadt sammeln sich in einem längs der Mottlau hinlaufenden Hauptcanal von ovalem Querschnitt, 3 Fufs 4 Zoll und 5 Fufs im Durchmesser, aus Ziegeln in Cement gemauert, welcher begangen werden kann und mit 3 Fufs hohen eisernen Spülthüren versehen ist. Sein Gefälle beträgt  $\frac{1}{1500}$ . Nach der Mottlau besitzt der Canal Auslässe mit hängenden eisernen Klappen geschlossen, welche, gewöhnlich durch das Mottlauwasser zugeedrückt, sich nur öffnen, wenn bei sehr heftigen Regenfällen, für welche der Canal nicht zureicht, das Wasser in demselben höher steigt als im Flusse. Platzregen treten fast nur bei Süd- und Südwestwind ein, bei welchen der Wasserstand in der Mottlau niedrig ist. Die Spülung der Canäle geschieht durch Zuleitungen aus der Radaune. An allen Straßsenkreuzungen befinden sich Ein-

steigebrunnen. Die aus den Brunnen ausgehenden Strafsenrohre sind mit eisernen Klappen versehen, welche zur Spülung geschlossen werden, bis das zufließende Wasser zur Erzeugung eines starken Stromes im Brunnen eine angemessene Höhe erreicht hat.

Der Sammelcanal des rechtsseitigen Stadttheils hat ein Gefälle von  $\frac{1}{2400}$  und wird aus der Mottlau und dem Festungsgraben gespült. Die Spüleinslässe öffnen sich von selbst, sobald das Wasser im Sammelcanal höher steigt als in der Mottlau, dienen also gleichzeitig als Regenauslässe.

Die Pumpstation liegt auf einer Insel, der sogenannten Kämpe, und das Wasser der Sammelcanäle wird derselben durch eiserne Dücker von 17 Zoll und 11 Zoll Weite bei  $\frac{3}{8}$  Zoll Wandstärke, die 18 Fufs tief unter Mittelwasser liegen, zugeführt. Die Sammelcanäle ergießen ihr Wasser zunächst in zwei Sandfänge, die zur Ablagerung schwerer Sinkstoffe dienen, ein horizontaler eiserner Rost hält Steine und die größeren schwimmenden Gegenstände zurück, die Sandfänge werden abwechselnd geräumt. Die Dücker können durch ein Rohr direct aus der Mottlau, oder durch längeres Ansammeln des Wassers in den Canälen gespült werden. Zur Fortschaffung der Wassermenge, die zwischen 125 bis 1100 Cbfs. wechselt, dienen vier Pumpen von 20 $\frac{1}{2}$  Zoll Durchmesser mit 2 Fufs und 3 $\frac{1}{2}$  Fufs Hub, zwischen ihnen und dem Druckrohr ist ein Windkessel von 3 $\frac{3}{4}$  Fufs Durchmesser und 18 Fufs Höhe und ein 60 Fufs hohes Standrohr zur Regulirung des Drucks. Die Pumpen werden durch zwei Maschinen à 40 Pferdekräften mit 20zölligen Cylindern und 2 Fufs 8 Zoll Hub getrieben. Das Druckrohr ist 22 Zoll weit bei  $\frac{1}{16}$  Zoll Wandstärke. Die Spülgeschwindigkeit beträgt 6,94 resp. 4,42 Fufs. Der offene Graben bis zur See wird durch eingesetzte Schutzbretter von 1 $\frac{1}{2}$  Fufs Höhe vor dem Einfrieren gesichert. Die Anlagekosten betragen 654000 Thlr. Die jährlichen Betriebskosten 5700 Thlr.

Schließlich verliest Herr Wiebe noch das nachfolgende Gutachten der zur Ermittlung der Verhältnisse bei Entwässerung von Städten eingesetzten englischen Commission:

Dritter Bericht der Selvage-Commission. März 1865.

Als die Resultate unserer, sich nun über 8 Jahre erstreckenden Arbeiten unterbreiten wir Ew. Lordschaften nunmehr vertrauensvoll folgende Beschlüsse:

1) Der richtige Weg, über das Kloakenwasser der Städte zu verfügen, ist der, dasselbe ununterbrochen auf Land zu bringen, und allein durch diese Art der Verwendung kann die Verunreinigung der Flüsse vermieden werden.

2) Die finanziellen Resultate der dauernden Anwendung des Kloakenwassers auf Land sind unter verschiedenen Lokalverhältnissen verschieden, erstens, weil in einigen Orten die Berieselung durch natürliches Gefälle ausführbar ist, während an anderen Orten mehr oder weniger Pumpen angewendet werden müssen; zweitens, weil schwererer Boden (welcher bei gegebenen Lokalitäten allein zu diesem Zwecke verwendbar sein kann) weniger als leichter Boden für die ununterbrochene Berieselung mit Kloakenwasser geeignet ist.

3) Wo die örtlichen Verhältnisse günstig sind und unnöthige Ausgaben vermieden werden, kann den Städten ein größerer oder geringerer Gewinn aus der Anwendung des Kloakenwassers auf die Landwirthschaft erwachsen. Unter entgegengesetzten Umständen wird der Abschluss keinen Gewinn zeigen. Aber selbst in diesem Falle darf der Zuschuss zur Deckung aller Verluste nicht einen großen Betrag erreichen.

Schließlich erlauben wir uns, auf Grund der obigen Beschlüsse Ew. Lordschaften folgende beiden Principien auszu-

sprechen, welche nach unserer Ansicht zur legislativen Benutzung geeignet sind:

Erstens, dafs überall, wo Flüsse durch das Ausströmen von Kloakenwasser in dieselben verunreinigt werden, die Städte grundsätzlich aufgefordert werden, von einer solchen Ursache öffentlichen Nachtheils Abstand zu nehmen.

Zweitens, dafs da, wo die städtische Bevölkerung durch das Zurückhalten von Abtrittsstoffen in ihrer Mitte belästigt oder in ihrer Gesundheit gefährdet wird, die Städte grundsätzlich aufgefordert werden, ein System von Abzugscanälen zu deren Entfernung anzulegen.

Und sollte das Gesetz, wie es besteht, als unzureichend erachtet werden, Land für die Verwendung des Kloakenwassers zu beschaffen, würde es nach unserer Ansicht nöthig sein, dafs die Gesetzgebung den Städten zu diesem Zwecke die erforderliche Macht gewähre.

Essex. Robert Rawlinsen. J. Thomas Way.

J. B. Lawes. John Simon.

Versammlung am 30. December 1865.

Vorsitzender: Hr. Afsmann. Schriftführer: Hr. Zillessen.

Von Herrn Ernst war das neueste Heft des Skizzenbuches eingesandt, wofür der Vorsitzende den Dank des Vereins ausspricht.

Herr Blankenstein referirte sodann über die Schrift „Ueber Kunstwerke und Künstler“ von Herrmann Grimm. Grimm ist bis jetzt der alleinige Autor sämmtlicher vorliegenden Aufsätze, wohl auch deshalb, weil er sich die uneingeschränkte Disposition über eingehende Arbeiten vorbehält. Das Werk ist hauptsächlich für Fachleute geschrieben, doch in sofern auch allgemeiner zu empfehlen, weil es zugleich einige allgemein ansprechende Aufsätze und unterhaltende Artikel enthält. Herr Blankenstein theilt einige Stellen des Werkes mit und macht auf den Vorzug von Grimm aufmerksam, dafs er sich frei hält von allgemeinen Phrasen und durchweg in schönem blühenden Style schreibt. Der Referent empfiehlt schliesslich die Anschaffung der vorliegenden Schrift.

Herr Menne beantwortet folgende im Fragekasten vorgefundene Frage: „Kann man einen Brückenpfeiler von 9 Fufs Stärke und 43 Fufs Länge, wenn sich nämlich über dem in grösserer Tiefe sich vorfindenden Sande eine Schlammschicht befindet, in der Weise fundiren, dafs man an beiden Enden des Pfeilers zwei auf eisernen Kränzen gemauerte Brunnen von etwa 17 Fufs Durchmesser, 3 Steine Wandstärke und in einem Abstände von 17 Fufs versenkt, bis einige Fufs über den kleinsten Wasserstand hochführt und dort durch einen Bogen verbindet? oder welche Gründungsart würde event. unter solchen Umständen vorzuziehen sein?“ dahin, dafs dieselbe im Ganzen zu bejahen sei. Beispiele dieser Gründung befänden sich in der Zeitschrift für Bauwesen, Jahrgang 1864 Heft 11 und 12, ferner im Heft 7 bis 10 des Jahrganges 1865 derselben Zeitschrift, und wäre dieselbe neuerdings bei der Fluthbrücke über die Oder bei Stettin angewandt worden. — Herr Weishaupt giebt eine kurze Beschreibung der neuesten zur Ausführung kommenden derartigen Gründung auf der Linie von Neustadt-Eberswalde nach Wriezen. Hier wird das Bauwerk zunächst für ein Geleise hergestellt und soll später nach Bedürfnis für zwei Geleise erweitert werden, indem dann seitlich von den schon vorhandenen Senkbrunnen neue versenkt werden.

Hierauf überreicht Herr Schwatlo die 1ste und 2te Lieferung der von ihm bearbeiteten 4ten neuen Auflage des



„Maurers“ von Mentzel, und legt einige Muster von Figuren in Holzschnittdarstellungen vor. Die die Augen sehr angreifende Manier, daß auf ganz schwarzem Grunde weiße Linien

erscheinen, erschien in den vorgelegten Proben dadurch gemildert, daß diese Linien auf mehr oder minder dunkel schraffirtem Grunde hervortreten.

### Verein für Eisenbahnkunde zu Berlin.

Verhandelt Berlin, den 14. November 1865.

Vorsitzender: Hr. Hagen. Schriftführer: Hr. Schwedler.

Herr Veit-Meyer berichtete über die stattgehabte Vereinsreise, wie folgt:

Der diesjährige Sommer-Ausflug unseres Vereins hatte nach dem aufgestellten Programm Lauenburg, Lübeck und Hamburg zum Ziel, woran sich eine Besichtigung der Kieler Bucht anschließen sollte.

Die Abfahrt von Berlin fand Mittwoch den 5. Juli Morgens vom Hamburger Bahnhof statt. Um 2½ Uhr Nachmittags in Büchen angekommen, wurde der Verein dort auf dem festlich geschmückten Bahnhof von den Herren Benda und Eckolt aus Lübeck empfangen, welche ihn in einem Extrazuge nach Lauenburg behufs Besichtigung der Traject-Anstalt führten, welche hier die Verbindung zwischen den an beiden Elbufern mündenden Eisenbahnen, der Lauenburger einerseits und einer Zweigbahn der Hannover-Haarburg'schen Bahn andererseits, vermittelt. Die Bahnhöfe prangten in buntem Flaggeschmuck, und auf dem mit Kränzen und Fahnen reich decorirten Traject-Dampfer wurde der Verein von den Spitzen der Hannoverschen Eisenbahn-Verwaltung, den Herren Mohn, Kirchweger, Bensen, auf das freundschaftlichste begrüßt.

Es fand hierauf eine specielle Besichtigung der ganzen Traject-Anstalt und der darin thätigen Maschinen und Schiffe auf beiden Stationen statt, und durch die angestellten Experimente wurde der Dienst und die Function aller Theile aufs Deutlichste erläutert. Eine genaue Beschreibung dieser höchst interessanten Anlage ist dem heutigen Vereins-Protocoll angefügt.

Ueber Büchen zurückkehrend, erreichte der Verein noch spät Abends Lübeck.

Der folgende Tag war bis Mittag der Besichtigung dieser alten Hanse-Stadt, ihrer Kirchen, des Hafens u. s. w. gewidmet, wobei die Herren Benda, Eckolt, Bensen u. a. die gefälligsten Führer machten. Nachmittags fand die Besichtigung und theilweise Begehung der neuen Lübeck-Hamburger Bahn statt, welche der Verein eigentlich eröffnet hat, indem er, als der erste, die ganze Bahnstrecke mit einem regelrechten Zuge befuhr. Von besonderem Interesse waren hier ein Erdbeben bei einer Brücke in hoher Aufschüttung, welcher durch Trockenlegung des Terrains mittelst Senkbrunnen und Drainirung zum Stehen gebracht war, und die Ausfüllung des Torf-Mooses bei Oldesloe. Diese Torfstrecke, ca. 200 Ruthen lang, hatte bereits über 60000 Schachtrüthen Erde verschlungen, und 2 Locomotiv-Trains führten deren von beiden Seiten noch unablässig zu. Das Terrain zu beiden Seiten der Bahn war weithin emporgehoben. Eine Untersuchung desselben hat ergeben, das hier unter 6 Fufs fester Erde erst 26 Fufs Torf, dann 1½ Fufs Sand und dann wieder 50 Fufs Torf liegen. Die Bahn zeigte an dieser Stelle zwar noch bedeutende Unregelmäßigkeiten, doch konnte der Zug auch diese Strecke, wenn auch nur langsamer, passiren. Die Schüttung ist seitdem noch nicht zum Stehen gekommen, jedoch die Bahn dem regelmässigen Betriebe übergeben.

Hamburg wurde noch an demselben Abend erreicht und

fesselte die Reisenden den folgenden Tag. Die Besichtigungen, unter Führung der Herren Dalmann, Becker und Stammann, umfassten den zoologischen Garten, die neue im Bau begriffene Verbindungsbahn, die Schiffswerfte auf dem Reiherstieg und die Strom-Correctionen, worauf eine Dampfschiffahrt die Elbe hinab, und ein heiteres Mahl in Nienstädten diesen so genußreichen Tag schloß.

Sonnabend den 8. Juli brach der Verein nach Kiel auf, wo er gegen 10 Uhr anlangte. Ein Dampfschiff erwartete ihn hier und führte ihn die Kieler Bucht hindurch bis in See hinaus. Der Hafen-Besichtigung folgte ein geselliges Mahl auf Bellevue, und ein Besuch an Bord der preussischen Kriegsschiffe Arcona und Victoria schloß diesen Tag und die Reise.

Herr Koch berichtete über die Bauten zur Ausführung des neuen Güterbahnhofes der Berlin-Stettiner Eisenbahn am Parnitz-Thore zu Stettin und über den Bau und die Construction der neuen Fluthbrücke im Oderthale daselbst. Die bedeutenden Erdmassen zur Anschüttung des Bahnhofes werden von Finkenwalde mittelst einer provisorischen Eisenbahn transportirt, wobei durch die Vorfluthverhältnisse noch besondere Schwierigkeiten bereitet werden. Die zweigeleisige Fluthbrücke hat 14 Oeffnungen von 72 Fufs lichter Weite mit eisernem Ueberbau.

Die Pfeiler sind im Laufe des vergangenen Sommers fundirt. Jeder Strompfeiler besteht aus zwei gemauerten Cylindern von 12 Fufs Durchmesser, die sich 8½ Fufs über das Terrain erheben. Die Cylinder sind als Brunnen durch Ausbaggern mit der indischen Schaufel 15 Fufs tief durch den Moorboden bis auf den festen Sand versenkt worden, und demnächst mit Beton zum Theil gefüllt und ausgemauert. Der Theil über dem Terrain ist mit Niedermendiger Basaltlava bekleidet und abgedeckt. Der eiserne Ueberbau nach einem Entwurfe von Schwedler wird von Schwartzkopff zu Berlin ausgeführt, und in einem an Ort und Stelle über dem Landpfeiler eigens dazu errichteten Schuppen zusammengestellt. Nach Vollendung des Ueberbaues je einer Oeffnung wird derselbe mittelst hydraulischer Pressen auf einen dreiaxigen Eisenbahnwagen gehoben, und auf einem zwischen den Strompfeilern angelegten Geleise bis über die entferntest liegende Oeffnung gefahren und daselbst niedergelassen. Der eiserne Ueberbau hat pro laufenden Fufs Geleise nur ein Gewicht von 5¼ Centner. Ein Strompfeiler kostet nur 3000 Thlr., so daß der ganze Brückenbau außerordentlich billig ausgeführt werden wird.

Im nächsten Sommer werden daselbst die Pfeiler der Parnitzbrücke unter Anwendung von Luftdruck beim Ausgraben und Versenken zur Ausführung kommen, und würde eine Reise des Vereins dorthin zur Besichtigung dieser Bauten zu empfehlen sein.

Herr Hagen zeigte im Modell eine Dampfschraube, und erwähnte dabei die eigenthümliche noch nicht aufgeklärte Erscheinung bei der Schraube der Panzerfregatte Bellerophon, welche bei 23½ Fufs Durchmesser und 60 Umdrehungen pro Minute eine grössere Geschwindigkeit erzeugt, als nach der Höhe der ihr entsprechenden Spiralfäche zu erwarten war und möglich erscheint. —

Herr Plesner berichtete über einen Unfall auf der Schlesischen Gebirgseisenbahn beim Sprengen mit Nitroglycerin. Das Nitroglycerin wird bei  $+5$  bis  $6^{\circ}$  Reaumur fest, und erhöht sich dadurch seine Explosibilität außerordentlich. Ein Stück von 6 bis 7 Pfd. schwer, welches durch Abbröckeln bereits rundlich geworden, explodirte in dem Augenblicke, als es der betreffende Schachtmeister durch Schläge zerkleinern wollte. Der Schachtmeister wurde vom Luftdruck getödtet. Die anderen Arbeiter hatten die Explosion gefürchtet und sich vorher entfernt.

Am Schlufs der Sitzung wurden die Herren Lent und Sachse durch übliche Abstimmung in den Verein als ordentliche Mitglieder aufgenommen.

#### Die Traject-Anstalt über die Elbe zwischen Lauenburg und Hohnstorf.

Unterhalb Wittenberge verbindet bis jetzt keine Brücke die zu beiden Seiten der Elbe sich ausbreitenden Eisenbahn-Netze, und selbst die Verbindung zwischen Hamburg und Haarbürg ist keine feste, sondern unsicher und umständlich, und den störenden Einflüssen der Jahreszeiten ausgesetzt. Um auf dieser weiten Linie eine durch den Verkehr gebotene nähere und sichere Verbindung der beiden Ufer herzustellen, sind von der Berlin-Hamburger Eisenbahn einerseits und von der Hannover-Haarburger Bahn andererseits Zweigbahnen bis an die Elbe geführt, welche bei Lauenburg und Hohnstorf auslaufen, und zwischen denen bis jetzt der Verkehr durch eine sehr kräftige Dampfähre vermittelt wird. Es ist jedoch eine feste Brücke in Aussicht genommen, und deshalb die jetzige Traject-Anstalt so angelegt, dafs sie durch den Bau der Brücke nicht beeinträchtigt werden wird, sondern bis zu deren Vollendung ungestört benutzt werden kann.

Die Verbindung zwischen den Eisenbahngleisen und dem Dampfschiff wird auf beiden Seiten durch schiefe Ebenen im Gefälle von 1:20 hergestellt, auf denen die beladenen Wagen durch Dampfwinden heruntergelassen und heraufgezogen werden. Die Ueberführung von den schiefen Ebenen auf das Schiff wird durch zwei Schiebebühnen vermittelt, welche auf den Eisenbahngleisen der schiefen Ebenen beweglich sind, und je nach dem Wasserstand der Elbe höher hinauf oder tiefer herunter gestellt werden.

Die Differenzen der Wasserstände betragen nahezu 18 Fufs.

Die Windevorrichtung, nach Art der auf den schiefen Ebenen der Eisenbahnen früher mehrfach angewandten construirt, besteht in einer ca. 30 HP. starken Dampfmaschine, welche durch Vorgelege eine unter dem Bahngleise gelagerte Seiltrommel bewegt. Auf der Lauenburger Seite hat diese Trommel 8 Fufs Durchmesser und bewegt ein  $1\frac{1}{4}$  Zoll starkes Drahtseil. Auf der Hohnstorfer Seite hat sie nur 4 Fufs Durchmesser und ein gewöhnliches Hanftau. Das Herunterlassen der Wagen geschieht bei ausgerückter Trommel mit Hülfe der an ihr selbst befestigten Bremse. Die bewegte Last wurde auf 400 Ctr. angegeben und deren Geschwindigkeit auf 2 Fufs in der Secunde.

Die Dampfmaschine ist nach Art der Locomotiv-Maschinen mit Umsteuerung construirt, hat 2 liegende Cylinder von ca. 12 Zoll Durchmesser, 2 Fufs Hub, und soll bei 3 Atmosphären Ueberdruck bis 80 Umgänge machen können.

Die Schiebebühnen, welche auf jeder Seite die Verbindung zwischen den Bahngleisen und dem Schiff vermitteln, laufen auf je 3 Achsen, welche unter sich und mit den Längsträgern stark abgesteift sind. An ihrer hohen, dem Flufs zugekehrten Seite tragen sie an 2 starken Auslegern hängende Zugklappen, welche sich beim Gebrauch auf das Dampf-

schiff auflegen. Die Ausleger selbst werden durch die Ketten zweier Winden gehalten und je nach Bedürfnifs bewegt. Diese Winden stehen auf einem hohen, die Mitte der Bühne einnehmenden portalartigen Gerüst, zwischen dessen Ständern die Gegengewichte für die Zugklappe und die Ausleger sich bewegen. — Nach der Landseite liegen von dem Geleise der Schiebebühnen nur Schlepptschienen nach den Bahngleisen über.

Das Einstellen der Schiebebühne je nach dem Wasserstand geschieht auf beiden Seiten vermittelt der Dampfmaschine, doch in verschiedener Weise. Auf der Lauenburger Seite ist zu diesem Zweck eine starke Kette zwischen den Bahnschienen fest gelagert, an welche die Bühne, je nach ihrer Stellung, direct durch Vorstecklinge verankert wird. Zur Bewegung dienen hier zwei Stück zweirollige Kloben (Flaschinge), von denen der eine, der bewegliche, an der Bühne hängt, der andere aber, der feste, in die genannte Kette eingehakt wird, während das Tau mit dem Seil der schiefen Ebene verbunden und durch dieses von der Dampfmaschine angezogen wird.

Auf der Hohnstorfer Seite ist jene starke Kette fest mit der Bühne verbunden, also mit dieser beweglich. Sie ist die schiefe Ebene hinauf geführt und oben an eine Gliederkette ohne Ende befestigt. Letztere läuft über zwei Kettenscheiben, von denen die obere von der Dampfmaschine bewegt werden kann. Geschieht dies, so bewegt sie die Gliederkette nach einer oder der andern Richtung und zieht dadurch die Schiebebühne nach sich, oder läfst sie ablaufen. Die Entfernung der Kettenrollen der Gliederkette begrenzt hier die Bewegung der Schiebebühne.

Das Dampfschiff ist 140 Fufs über Deck lang, 25 Fufs über Deck und 43 Fufs über den Radkasten breit, hat ohne Belastung einen Tiefgang von fast 3 Fufs, und mit 1600 Ctr. Last von fast 4 Fufs. Die ganze Höhe des Schiffes von Unterkante Kiel bis Oberkante Schienen beträgt 8 Fufs 8 Zoll. Der Schiffskörper besteht aus Eisenplatten von 10 bis 13 Pfd. pro Quadratfufs, welche unter sich durch doppelte Nietung verbunden und an  $2\frac{1}{2}$  Fufs von einander entfernten Spanten befestigt sind. Letztere bestehen aus  $\frac{3}{16}$  zölligem Blech, und sind im Boden 9 Zoll hoch mit zwei Winkeleisen (5 Pfd. pro lfd. Fufs), in den Seiten des Schiffes aber nur 7 Zoll hoch mit einem Winkeleisen. In der ganzen Länge des Schiffes, sowohl im Boden als im Deck, sind 2 Paar Träger in 4 Fufs 10 Zoll Entfernung von einander (den Bahn-Schienen entsprechend) angebracht, welche aus  $\frac{1}{4}$  Blech mit Winkeleisen bestehen, und im Boden 11 Zoll hoch sind, unter Deck aber nur  $9\frac{1}{2}$  Zoll. Sie durchbrechen die Spanten, sind mit diesen durch 2zöllige Winkeleisen verbunden, und außerdem unter sich selbst durch starke schmiedeeiserne Säulen von 3 Zoll Durchmesser abgesteift. Die Wände des Maschinenraumes sind durch horizontale Sprengwerke noch extra abgesteift. — Das Schiff hat zwei Steuerruder von 5 Fufs Länge (auf jedem Ende eins), welche durch zwei getrennte, auf der hohen Brücke aufgestellte Steuermaschinen unabhängig von einander bewegt und festgestellt werden können.

Die Dampfmaschine des Schiffes hat 150 HP., zwei oscillirende Cylinder von 23 Zoll Durchmesser und 3 Fufs Hub, 2 Luftpumpen von 17 Zoll Durchmesser und 18 Zoll Hub. Sie arbeitet mit hochgespannten Dämpfen und Expansion und Condensation, und es ist die Steuerung so eingerichtet, dafs der Gang der Maschinen nach beiden Richtungen (vor- und rückwärts) ein gleich guter ist. Da der Raum auf Deck in der Mitte von dem Eisenbahngleise eingenommen ist, so sind die Dampfzylinder und Luftpumpen zu beiden Seiten ange-

ordnet, und die über denselben befindlichen Lichtkasten durchbrechen dicht an dem Radkasten das Deck, nicht wie gewöhnlich bei Dampfschiffen in der Mitte. Um den Betrieb der Luftpumpen direct von der Welle entnehmen zu können, sind die beiden inneren Kurbeln der Radwelle gekröpft, und so Doppelkurbeln gebildet, deren innere Zapfen die Luftpumpen treiben, während an den äusseren die Kolbenstangen der Dampfzylinder angreifen.

Es sind 2 Dampfkessel vorhanden von 17 Fufs 6 Zoll Länge, 6 Fufs 8 Zoll Durchmesser. Jeder derselben enthält 2 Feuerrohre von 10 Fufs 5 Zoll Länge, welchen sich 136 Siederohre von 7 Fufs Länge und 3 Zoll äusserem Durchmesser anschliessen. Jeder Rost ist 7 Fufs  $\times$  2½ Fufs groß. Die Siederohre münden in eine hinten vorgelegte Rauchkammer, auf der der Schornstein aufgesetzt ist.

Preis des Schiffes mit vollständiger Ausrüstung 46000 Thlr.

Aufser diesem großen und Haupt-Fährschiff ist noch ein kleiner Schraubendampfer vorhanden, welcher theils direct arbeitet, theils zum Bugsiren eines großen hölzernen Fährschiffes benutzt wird, auf welches die Eisenbahnwagen auch auffahren können, und das eigenthümlicher Weise beim Bugsiren fest mit dem kleinen Dampfer, und zwar seitwärts, gekuppelt wird.

Sämmtliche Einrichtungen haben sich aufs Beste bewährt. Der Dienst geschieht leicht und mit Präcision, und nur starke Eisgänge bringen Unterbrechungen hervor. Ein ungewöhnlich starker Eisgang hat sogar schon das große Dampfschiff in Gefahr gebracht, so dass die Seitenwände desselben in der Wasserlinie auf 4 Fufs Höhe haben auf ½ Zoll verstärkt werden müssen.

#### Verhandelt Berlin, den 12. December 1865.

Vorsitzender: Hr. Hagen. Schriftführer Hr. Schwedler.

Herr Römer bespricht die in neuester Zeit angeregten Projecte, die Güterbahnhöfe der hiesigen Eisenbahnen nach auferhalb des Bebauungsplanes der Stadt Berlin zu verlegen, und dabei die Personenbahnhöfe so hoch zu heben, dass die Straßen in Tunneln unter denselben fortgeführt werden können.

Abgesehen von dem hierzu erforderlichen Anlage-Capital berechnet der Vortragende, dass bei Präcisirung des Entwurfes für die Niederschlesisch-Märkische Eisenbahn der Güterbahnhof eine halbe Meile weiter, als er jetzt liegt, angelegt werden muss, und dass in Folge dessen 14578000 Ctr. Güter durch Landfuhrwerk eine halbe Meile weiter zu transportiren sind. Die dadurch der Stadt Berlin entstehenden Transportkosten, mit 6 Pf. pro Centner berechnet, betragen 243000 Thlr.

jährlich und entsprechen einem Capital-Verluste von 5000000 Thlrn. Dagegen werden Communicationen in langen dunklen Tunneln unter dem Personenbahnhofe her möglich, die nur einen geringen Verkehr zu vermitteln haben werden und unangenehm zu passiren sind.

Herr Hagen erwähnt den rechtlichen Standpunkt in Bezug auf die Potsdamer und Anhaltische Eisenbahn, welche gleichfalls zur nachträglichen Erhöhung ihrer Bahnhöfe aufgefördert worden sind.

Herr Gerstenberg will das rechtliche Princip den Juristen überlassen, und wundert sich nicht, dass die Eisenbahn-Verwaltungen gegen die Verlegung sind. Durch die Bahnhofs-Anlagen der Ostbahn und der Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn wird ein großer und werthvoller Theil aus dem Stadt-Bebauungsplane herausgeschnitten. Die Straßen daselbst seien nöthig.

Herr Römer hebt hervor, dass der Nachtheil auf Seiten der Fracht-Abgeber und Abnehmer liege und diesen 243000 Thlr. jährlich koste. —

Herr Schwartzkopff beschreibt die Dampfhammer-Anlage des Bochumer Vereins für Gufsstahlfabrikation. Der Krupp'sche Hammer soll 800 Ctr. wiegen, und ist ein einfacher Nasmyth'scher Hammer mit freiem Fall. Der Bochumer Hammer wird 500 Ctr. schwer bei 9 Fufs Hub und erhält beim Fallen frischen Oberdampf, so dass er dadurch in seiner Wirkung einem frei fallenden Hammer von 1200 bis 1400 Ctr. gleichkommt. Der Vortragende empfiehlt die dabei zur Anwendung kommenden gemauerten Fundamente von 35000 Ctr. Gewicht, gegenüber den Holzfundamenten. Ein um den Hammer als Centrum laufender Dampf-Laufkrahn von 800 Ctrn. Tragfähigkeit vermittelt den Transport zwischen dem Hammer und 6 Glühöfen. —

Der Vorsitzende gedenkt zum Schluss des Jahres der gestorbenen Mitglieder des Vereins: Bauinspector Burchardt, Commerzienrath Krause, Stadtverordneter Otto, Baumeister Schnuhr, Geh. Justizrath Nörner, Stadt-Baurath Wollenhaupt, Bauinspector Zicks, Geh. Ober-Baurath Stüler und Baurath Knoblauch.

Durch übliche Abstimmung wurde demnächst Herr Professor Releaux als Mitglied in den Verein aufgenommen.

Demnächst fand die Vorstandswahl statutenmäfsig statt. Unter dem Vorsitze des Herrn Bärwald und Beihülfe der Stimmzähler Herrn Germer und Lemelson wurde der frühere Vorstand wieder erwählt, mit Ausnahme des nach Münster versetzten Herrn Schwabe, für welchen Herr Franz als Stellvertreter des Schriftführers erwählt wurde.

Herr Hagen dankt im Namen der Wiedererwählten.

## Einladung zur Betheiligung an der diesjährigen Hauptversammlung deutscher Ingenieure im Harze.

Die neunte Hauptversammlung des Vereines deutscher Ingenieure wird im Harze während der Tage von Mittwoch dem 23. Mai bis Sonntag dem 27. Mai d. J. stattfinden.

Diese Hauptversammlung bildet das zehnjährige Stiftungsfest des Vereines deutscher Ingenieure, und wird damit das zwanzigjährige Stiftungsfest des Vereines der Studirenden des Königl. Gewerbe-Instituts in Berlin, „die Hütte“, verbunden.

Das vorläufig in Aussicht genommene Programm des Doppelfestes ist folgendes:

Mittwoch, den 23. Mai.

Empfang der Gäste in Mägdesprung; Vertheilung der Wohnungskarten für Mägdesprung, Harzgerode und Alexisbad. Abends gemüthliches Zusammensein.

Donnerstag, den 24. Mai.

Morgens 8 bis 9½ Uhr Versammlung sämmtlicher Vereinsgenossen bei Unterhaltungsmusik auf dem Alexisbade.

10 bis 2 Uhr erste Vereinssitzung. Ausstellung der Producte des sächsisch-anhaltinischen Bezirksvereines und Ver-

theilung der Festschrift über die Industrie des sächsisch-anhaltinischen Bezirks.

Um 3 Uhr gemeinschaftliches Diner im Salon des Alexisbades.

Nach dem Essen Promenade und kleinere Spaziergänge nach Kreutz, Tempel, Schirm etc.

Abends 8 Uhr allgemeiner Commers im Salon, resp. theatrale Aufführung der Hütte.

10 Uhr Feuerwerk.

11 Uhr Schluss und Heimkehr in die Quartiere nach Harzgerode und Mägdesprung.

Freitag, den 25. Mai.

Morgens 8 bis 9 Uhr Unterhaltungsmusik und Versammlung der Theilnehmer.

10 bis 2 Uhr Sitzungen des Vereines deutscher Ingenieure und der Hütte in getrennten Lokalen.

Um 3 Uhr Mittagessen.

Abends 8 Uhr allgemeiner Commers, woran sich um 10 Uhr ein Fackelzug knüpft.

Um 11 Uhr Rückkehr in die Quartiere nach Harzgerode und Mägdesprung.

Sonnabend, den 26. Mai.

Früh 6 Uhr Abfahrt von Mägdesprung und Harzgerode nach Alexisbad.

Um 7 Uhr von Alexisbad über Victorhöhe nach Treseburg, Frühstück daselbst; Fußspartie nach der Rofstrappe.

Um 4 Uhr Mittagessen im Hôtel „Zehnpfund“ in Thale.

Sonntag, den 27. Mai.

Excursionen: 1) nach Stafsfurt, 2) nach den Mansfelder Berg- und Hüttenwerken bis Hettstedt, 3) nach dem Oberharz.

Aufser den Mitgliedern des Vereines deutscher Ingenieure werden die Techniker und Industriellen Deutschlands hierdurch freundlichst eingeladen, an diesem Feste recht zahlreich Theil zu nehmen.

B e r i c h t i g u n g e n .

Im Jahrgang 1865

Seite 482 ist Zeile 31 v. o. statt im römischen: im romanischen, und

Seite 484 ist Zeile 31 v. o. statt In der Kirche: In der Küche zu lesen.

Im laufenden Jahrgang

Seite 43 ist der Zeile 4 v. u. und war, vorzusetzen, dagegen

in Zeile 2 v. u. in der Mitte das Wort ist fortzulassen, so daß der Satz dann also lautet: und war, zumal bei Anwendung von beweglichen Wehren, selbst wenn der massive Wehrrücken auch über die alte Flußsohle hervortrat, doch nicht zu befürchten, daß die Ueberschwemmungen früher eintreten würden, als bisher.