

## Amtliche Bekanntmachungen.

### Personal-Veränderungen bei den Baubeamten.

Des Königs Majestät haben:

dem Regierungs- und Baurath Henke zu Marienwerder den Charakter als Geheimer Regierungs-Rath und dem ersten und technischen Mitgliede der Königl. Commission für den Bau der Heppens-Oldenburger Eisenbahn, Eisenbahn-Bauinspector Mellin, den Charakter als Baurath verliehen,

ferner:

die Ober-Bauinspectoren, Bauräthe Koch zu Posen und Cremer zu Aachen zu Regierungs- und Bauräthen ernannt.

Den beiden Letztgenannten sind Regierungs- und Bauraths-Stellen resp. zu Posen und Aachen verliehen worden.

Befördert sind:

der Eisenbahn-Baumeister Magnus zum Eisenbahn-Bauinspector und zum Betriebsinspector bei der Ostbahn in Insterburg,

der Kreis-Baumeister Becker in Friesack zum Bauinspector in Herzberg, Reg. Bez.-Merseburg, und

der Kreis-Baumeister Haustein in St. Wendel zum Bauinspector in Wittlich.

Ernannt sind:

der Baumeister Queisner zum Kreis-Baumeister in Wehlau, der Baumeister Scheepers zum Kreis-Baumeister in Simmern,

der Baumeister Weidner zum Kreis-Baumeister in Rosenberg (Reg.-Bez. Oppeln),

der Baumeister Germer zum Land-Baumeister und Hilfsarbeiter bei der Königl. Regierung in Liegnitz,

der Baumeister Knechtel zum Kreis-Baumeister für die eingerichtete Kreis-Baumeister-Stelle in Birnbaum,

der Baumeister Krüger zum Land-Baumeister und Hilfsarbeiter bei der Königl. Regierung zu Cöslin,

der Baumeister Weinert zum Kreis-Baumeister in Hoyerswerda,

der Baumeister Gust. Schultz zu Aplerbeck zum Eisenbahn-Baumeister bei der Bergisch-Märkischen-Eisenbahn, der Baumeister Geiseler in Berlin zum Eisenbahn-Baumeister

bei der Ostbahn, einstweilen bei dem Bau der Berlin-Cüstriner Eisenbahn,  
der Baumeister Steuer in Berlin zum Land-Baumeister (im Ressort des Königl. Kriegs-Ministeriums),  
der Baumeister Bötzel zum Kreis-Baumeister in Ranis (Reg. Bez. Erfurt) und  
der Baumeister Koch zum Kreis-Baumeister in Conitz.

Der beurlaubt gewesene Eisenbahn-Bauinspector Dieckhoff fungirt wiederum in Staatsdiensten und zwar als technischer Hilfsarbeiter bei der Königl. Direction der Oberschlesischen Eisenbahn.

Der Bauinspector Hesse ist von Königshütte nach Breslau und

der Kreis-Baumeister König von Ranis nach Bitterfeld versetzt.

Der Land-Baumeister Neumann, bisher in Cöslin, wird in Berlin commissarisch beschäftigt.

Der Eisenbahn-Bauinspector Dulon zu Berlin ist zur Uebnahme der Betriebsdirector-Stelle bei der Berlin-Görlitzer Eisenbahn auf 1 Jahr beurlaubt.

Aus dem Staatsdienste sind getreten:

der Eisenbahn-Bauinspector und Ober-Betriebsinspector Quassowski zu Saarbrücken behufs Uebnahme der Stelle des technischen Directors bei der Berlin-Potsdam-Magdeburger Eisenbahn und

der Bauinspector von Morstein zu Breslau.

In den Ruhestand sind getreten:

der Bauinspector Becker zu Berlin,

der Bauinspector Dallmer in Gumbinnen,

der Kreis-Baumeister Wedeke in Pritzwalk und

der Kreis-Baumeister Klaproth zu Bitterfeld.

Gestorben sind:

der Regierungs- und Baurath Butzke zu Posen,

der Baurath Lentze zu Stargard in Pommern,

der Kreis-Baumeister Alisch zu Conitz und

der Kreis-Baumeister Siemens in Hamm.

## Bauwissenschaftliche Mittheilungen.

### Original-Beiträge.

#### Die neue Synagoge in Berlin.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 1 bis 6 im Atlas.)

(Schluß.)

Der ganze Gebäudecomplex zerfällt, wie aus den Grundrissen (Blatt 2) hervorgeht, in zwei Theile: den vorderen an der StraÙe belegenen Theil, welcher auÙer den Vestibülen

*Zeitschr. f. Bauwesen, Jahrg. XVI.*

und Treppenanlagen auch den Sitzungssaal der Repräsentanten der Gemeinde und die Räume für die gesammte Gemeindeverwaltung enthält, und den dahinter liegenden Theil, wel-

cher dem eigentlichen Cultus dient. Dieser beginnt mit der Vorsynagoge und enthält aufser der Hauptsynagoge noch einen Saal für Trauungen, einen Saal für Gesangübungen und die Räume für den Prediger.

Der jüdische Cultus bedingt, daß die Männer ihre Plätze unten, die Frauen ihre Sitze auf den Emporen erhalten. Hieraus resultirt die bedeutende Ausdehnung der Emporen, welche sich an beiden Langseiten des Gebäudes hinziehen, aufserdem der Chornische gegenüber in zwei Etagen über der Vorsynagoge liegen und im Ganzen circa 1200 Sitzplätze für Frauen gewähren. Da die Frauen sich schon beim Eintritt in die Synagoge von den Männern trennen müssen, so sind auch für beide Geschlechter schon gesonderte Eingänge angelegt. Die Männer treten ein durch die drei mittleren Portale und gelangen durch eine Vorhalle in das Männervestibül und von hier durch die Vorsynagoge in die Hauptsynagoge. Für die Frauen sind die beiden seitlichen Eingänge bestimmt. An diese schliessen sich Treppenanlagen, vermittelt derer man in das Frauenvestibül gelangt, und von diesem aus führen drei Thüren auf die Emporen. Sowohl neben dem Männer-, wie auch neben dem Frauen-Vestibül befinden sich umfangreiche Closetanlagen, welche ihre Beleuchtung durch ein in der Mitte durch alle Etagen einfallendes Oberlicht erhalten.

Auf denselben Treppen, welche zu den Frauenemporen führen, gelangt man auch zu dem Sitzungssaale der Repräsentanten und zu den Büreauräumen, doch in der Weise, daß diese Räume vollständig isolirt liegen und von den Besuchern der Synagoge in keiner Weise betreten zu werden brauchen.

Neben der linksseitigen Haupttreppe liegt eine kleine Wohnung für den Portier. Eine Wohnung für den Küster befindet sich in der dritten Etage über dem Frauenvestibül und ist durch eine besondere runde Treppe, vermittelt welcher man auch in die obere Kuppel gelangt, zugänglich.

Bei der Disposition der Hauptsynagoge stellte sich die große Schwierigkeit heraus, einmal bei dem beschränkten Bauplatze die erforderliche Anzahl von Plätzen unterzubringen, andererseits dem Raume das genügende Tageslicht zuzuführen. Hauptsächlich hieraus und aus der Eigenthümlichkeit des Grundstückes resultirte die Anlage eines durch fünf Oberlichte erleuchteten zweiten Seitenschiffes an der rechten Seite, wodurch es möglich wurde, die Zahl der Sitzplätze für Männer auf circa 1800 zu bringen. Dieses Seitenschiff ist aber nur bis zur Höhe der Fenster der Frauenempore geführt, so daß dadurch weder die Erleuchtung der Synagoge von der rechten Seite her verhindert, noch bei seiner geringen Höhe überhaupt die Regelmäßigkeit und Harmonie des ganzen Raumes gestört wird. Das Mittelschiff ist aufserdem noch durch fünf Oberlichte und die Chornische durch einen doppelten Fensterkranz von größeren halbrund geschlossenen und kleinen runden Lichtöffnungen erleuchtet.

Die Chornische, die Stätte des Allerheiligsten, enthält eine besonders reichgeschmückte mit einer Kuppel überdeckte Halle, unter welcher sich die heilige Lade befindet, in der die Torarollen niedergelegt sind. Die Bedeutung dieser Stelle, welche auch das Pult des Rabbiners und des Vorsängers enthält, ist dadurch charakterisirt, daß sie sich einige Fuß über den Boden des Tempels erhebt; breite Marmorstufen vermitteln den Zugang zum Allerheiligsten. In der Höhe der Frauenempore liegt in der Chornische ein Umgang, welcher beim Gottesdienste den Sängerkhor aufnimmt. Hier befindet sich auch die Orgel.

Da bei den großen Festen die Synagoge auch am Abend und während der Nacht benutzt wird, war auf eine umfassende Erleuchtung Rücksicht zu nehmen. Diesem Gegenstande hat der Erbauer eine besondere Aufmerksamkeit zugewendet, und

dürfte die höchst eigenthümliche, außerordentlich günstige Beleuchtungsart eine genauere Betrachtung verdienen.

Zunächst gab die praktische Rücksicht, die lästige Hitze, welche eine große Zahl von Gasflammen in einem Raume erzeugt, so wie der Wunsch, die schönen Glasmalereien der Fenster auch bei Abend zur Geltung zu bringen, Veranlassung, zwischen den durchweg angelegten Doppelfenstern Gasflammen anzubringen. Für den Zutritt frischer Luft zwischen den Doppelfenstern ist durch Oeffnungen in dem unteren Theil der inwendigen Fenster gesorgt, und in den Leibungen der Fenster sind Canäle angelegt, durch welche die schlechte Luft entweicht. In dieser Weise sind sämtliche Fenster der Hauptsynagoge erleuchtet, selbst die ganz kleinen Lichtöffnungen in der Wölbung des Allerheiligsten. Um den Flammen mehr Intensität zu geben, sind dieselben mit einem Reflector versehen. Damit aber diese Reflectoren dem Einfallen des Lichtes bei Tage nicht hinderlich sind, können sie durch eine einfache Vorrichtung so gedreht werden, daß sie gegen die Leibung der Fenster anliegen. Entzündet werden die Flammen durch einen kleinen Wagen, welcher, senkrecht zwischen den Doppelfenstern emporgezogen, sämtliche lothrecht über einander liegende Brenner berührt und das ausströmende Gas entzündet. Auch sämtliche Oberlichte der Hauptsynagoge werden bei Abend erleuchtet, und zwar die fünf großen Oberlichte des Mittelschiffes in der Weise, daß ein großer Reflector, unter welchem sich die Gasflammen befinden, die ganze Lichtöffnung bedeckt. Der ganze Apparat ruht auf Rädern und wird in Schienen geführt. Er wird bei Tage auf die Seite gerückt, so daß das Tageslicht frei einfallen kann; am Abend wird dann, nachdem die Flamme angezündet worden, der ganze Beleuchtungsapparat über das Oberlicht geschoben. Der durch diese Art der Beleuchtung erzielte Lichteffect ist ein außerordentlich überraschender, für die reiche Farbengebung im Innern des Tempels ganz besonders günstig. Um indess die zum Lesen erforderliche Helligkeit zu erzielen, ist unter den Emporen noch eine Reihe Kronleuchter angebracht. Das Allerheiligste ist ferner mit großen Armleuchtern geschmückt, um hier eine größere Lichtfülle zu geben.

Zur Erwärmung der ganzen Anlage ist eine Luftheizung angelegt, welche von dem in diesem Fache bewährten Ofenbaumeister Müller in Breslau ausgeführt ist. —

Was die Art der Ausführung betrifft, so ist in Bezug auf die Vorderfaçade in der Oranienburgerstraße (Blatt 1) Folgendes zu bemerken. Die Plinte mit Einschluss des Plintengesimses besteht aus geschliffenem schlesischen und sächsischen Granit. Die vier Säulen, welche die drei mittleren Eingangsthüren einfassen, sind aus polirtem Oderberger Granit, die vier Capitäle aus bronzirtem Zink hergestellt. Sämtliche Thür- und Fenster-Einfassungen, so wie die Fenstermaafswerke sind aus rothem Nebraer Sandstein. Im Uebrigen ist die Façade im Ziegelrohbau mit eingelegten farbigen Streifen erbaut. Die Kuppeln sind mit Zink eingedeckt, die Rippen reich vergoldet. Im Innern sind alle Säulen aus Gufseisen. Die Wände und Decken sind reich mit Stuckornament belegt, in der Hauptsynagoge namentlich diejenigen Flächen, welche Streiflicht erhalten. Die Stufen, welche zum Allerheiligsten führen, so wie die Wandbekleidungen im unteren Theil desselben, sind aus Marmor.

Fast sämtliche Räume sind massiv überdeckt, so die Vorhallen, Vestibüle, Repräsentantensaal, Vor- und Hauptsynagoge, und zwar in ausgedehntester Weise mit Zuhülfnahme von Eisenconstructions.

Bei der Deckenbildung der Hauptsynagoge, wie sie namentlich auf Blatt 6 dargestellt ist, kam es hauptsächlich darauf

an, möglichst geringe Widerlager und Scheitelhöhe zu erzielen, da die ganze Anlage auf die früher intendirte gerade Holzdecke berechnet war.

Die Seitenschiffe erhielten Kappengewölbe von 25 Fufs Spannweite nach der Länge der Synagoge und 13 Fufs Breite, die auf Kastenträgern von 15 Zoll Höhe und Breite, mit  $\frac{1}{4}$  Zoll starken Blechwänden ansetzen. Dadurch vertheilt sich der Schub allein auf die beiden Giebelwände, und wird durch die daran stofsenden Baulichkeiten aufgenommen.

Das Princip der Ueberwölbung des Mittelschiffes ergibt sich aus dem Grundrifs des oberen Geschosses (Blatt 2), in welchem die eisernen Träger mit punktirten Linien eingezeichnet sind. In Entfernungen von 25 Fufs liegen die auf dem Constructionsblatt dargestellten schmiedeeisernen Hängewerke über dem 50 Fufs weiten Mittelschiff. Zwischen je zwei dieser Hauptträger liegen zwei Zwischenträger in der Weise, das sich in der Mitte ein Quadrat von 25 Fufs Seite, und rechts und links zwei Rechtecke von 25 Fufs und  $12\frac{1}{2}$  Fufs Seite bilden. Der quadratische Raum ist mit einer Hängekuppel, die beiden Rechtecke durch Kappen überwölbt. Diese Kappen sind durch gusseiserne Balken wiederum in fünf kleine Kappen getheilt zur grössern Verankerung der Gewölbe mit dem übrigen Mauerwerke. Diese fünf kleinen Kappen, von denen jede für sich gewölbt ist, erscheinen im Zusammenhange als eine einzige große Kappe, analog denen im Seitenschiffe. Die gusseisernen Balken sind durch Zugstangen unter sich gegen jede seitliche Verschiebung gesichert.

Auf den oben erwähnten Kastenträger, auf dem die Gewölbe des Seitenschiffes ruhen, sind 15 Zoll starke Wände aus Lochsteinen aufgemauert, welche als Strebe Pfeiler bis zur Höhe der Auflager der Dachconstruction in die Höhe geführt sind. Diese Wände verstärken die Auflagerpunkte sowohl der Decken wie auch der Dachconstruction in zweckentsprechender Weise.

Die Gewölbe sind durchgehends aus porösen Steinen ausgeführt.

Die 50 Fufs weit freiliegenden Hauptträger, wie sie auf Blatt 6 dargestellt sind, waren ursprünglich bestimmt, nicht nur die Gewölbe, sondern auch den in Holz projectirten Dach-

stuhl zu tragen, und sollten zu diesem Zweck in den Knotenpunkten *b* in gusseisernen Schuhen hölzerne Stiele aufgestellt werden. Später entschlofs man sich, obgleich die Deckenträger bereits so stark construirt waren, das sie das Dach hätten mittragen können, diese Stützpunkte aufzugeben und den Dachstuhl gleichfalls über die ganze Weite des Mittelschiffes von 50 Fufs freitragend auszuführen. Dieser Dachstuhl ist aus Schmiedeeisen construirt und zwar mit vertikalen Druckstreben und geneigten Zugbändern. Der Binder ruht auf der einen Seite auf einem Pendelaufleger, auf der andern Seite nur auf einer Platte, so das der Binder bei den Veränderungen durch Wärme sich frei bewegen kann. Die Binder sind von Mitte zu Mitte 25 Fufs von einander entfernt, entsprechend den unteren Säulen, so das bei einer Länge der Synagoge von 125 Fufs vier Binder vorhanden sind. Die Fetten sind durch parabolische Träger gebildet, die also 25 Fufs weit frei liegen und vermittelt gusseiserner Stühle auf den Bindern befestigt sind. Um nun eine feste Dreiecksverbindung herzustellen und zugleich der Längenausdehnung Rechnung zu tragen, ist folgende Einrichtung getroffen. Wie aus dem Längenschnitt Blatt 6 ersichtlich, sind von den fünf Feldern, welche durch die Binder gebildet werden, im zweiten und vierten Felde durch Zugschienen Dreiecksverbindungen hergestellt. Diese Zugschienen sind auf den Bindern selbst befestigt, ebenso sind in diesen Feldern die Fetten fest auf den Bindern verschraubt. Auf diese Weise bilden im zweiten und vierten Felde die anliegenden Binder, Fetten und Zugschienen, welche mit Vorrichtung zum Nachspannen versehen sind, ein festes unverrückbares Ganzes. Im ersten, dritten und fünften Felde dagegen sind die Fetten mit elliptischen Löchern auf den Stühlen verschraubt, so das sie sich verschieben können. Durch diese Vorrichtung wird es möglich, das das zweite und vierte Feld mit den beiden festverbundenen Bindern und Fetten sich unter den Fetten des ersten, dritten und fünften Feldes fortschieben, was diese vermöge der elliptischen Löcher zulassen müssen. —

Am 5. September dieses Jahres erfolgte die feierliche Einweihung des Gebäudes, wonach es seiner Bestimmung übergeben worden ist.

G. Knoblauch.

## Ueber die Entwässerung des Essenberger Bruches mittelst einer Centrifugalpumpe.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 57 und 58 im Atlas.)

Etwas oberhalb Homberg, des durch die Rhein-Traject-Anstalt bekannten Stationsortes der Aachen-Ruhrorter Eisenbahn, liegt das sogenannte Essenberger Bruch, ein seit undenklichen Zeiten bereits verlandeter, ehemaliger Arm des Rheinstroms. Das Bruch bildet eine über Kies- und Sand-Untergrund durch Schlickablagerungen aufgewachsene muldenförmige Fläche, die als Wiese benutzt wird. Durch einen Hauptdeich ist es dem umbildenden Einflusse des Stromes, so wie dessen verheerenden Ueberschwemmungen entzogen; dagegen ist es inneren Ueberschwemmungen ausgesetzt, welche seinen Ertrag sehr schmälern und nicht selten auch vollständig vernichten. Die Mulde bildet nämlich den Sammelplatz ziemlich reichhaltiger Niederschläge, die von dem umliegenden, höheren Terrain theils in offenen Gräben, theils unterirdisch dorthin gelangen, und das Bruch verwandelt sich sehr bald in einen See, wenn diese Wasser keinen Abfluss finden. Bisher war für solchen nur mangelhaft gesorgt. Durch

die Mulde war ein Abzugsgraben gezogen und dieser mündete durch ein im Stromdeiche angebrachtes Siel in den Rhein.

Wegen der relativ sehr hohen Lage des Sielbodens war die Wirkung dieser Anlage nur eine sehr nothdürftige; sie wurde aber gänzlich aufgehoben, sobald bei höheren Wasserständen im Rheine das Siel sich schlofs.

Solche Wasserstände wiederholen sich häufig, und es tritt dann die innere Ueberschwemmung ein, welche eine Fläche von 520 Morgen trifft. Insbesondere nachtheilig sind diejenigen Ueberschwemmungen, welche fast regelmäfsig in den Monaten Mai, Juni und Juli eintreten, wenn der Schnee und das Eis in den Gebirgen der Schweiz sich lösen und dem Rheine ihre gewaltigen Wassermassen zuführen, die gewöhnlich eine Höhe von 14 bis 18 Fufs am Essenberger Pegel erreichen, und mindestens 4 bis 6 Wochen andauern. Um diese Zeit ist das Gras reif und die Heuernte im Gange, und es

ist klar, daß dann eintreffende Ueberschwemmungen äußerst nachtheilig sind. Sachkundige veranschlagten den Schaden, welchen das Bruch unter solchen Verhältnissen litt, auf 50000 Thaler Capital, wonach das Unternehmen einer künstlichen Trockenhaltung des Bruches zur Zeit der hohen Rheinwasserstände lohnend erscheinen mußte, vorausgesetzt natürlich, daß der Kostenaufwand ein entsprechend mäßiger sei.

Nach längeren Verhandlungen beschlossen die Interessenten die Aufstellung eines Pumpenwerks. Die Aufgabe wurde dahin zusammengefaßt:

Behufs Trockenhaltung des Bruches bei geschlossenem Siel sind in maximo 5 Cubikfuß Wasser pro Secunde zu bewältigen. Das Binnenwasser soll dabei auf 9 Fuß am Pegel gehalten werden.

Das Aufsenwasser (im Rhein) steigt bis + 28 Fuß a. P. Da es indessen nicht besonders nachtheilig ist, wenn das Bruch im Winter überschwemmt wird, so brauchen nur diejenigen Maximal-Wasserstände berücksichtigt zu werden, welche in die Vegetations-Periode treffen, und diese reichen höchstens bis + 18 Fuß a. P.

Danach bewegt sich die Niveau-Differenz zwischen Binnen- und Aufsenwasser, soweit sie in Betracht kommt, in den Grenzen + 9 Fuß und + 18 Fuß a. P. oder absolut in den Grenzen 0 und 9.

Das geförderte Wasser soll durch ein eisernes, durch den Rheindeich führendes Rohr abfließen. Der Kraftaufwand soll der zu verrichtenden Arbeit, welche wegen der Verschiedenheit der Zuflüsse und Förderhöhe nicht stets dieselbe ist, in allen Fällen möglichst entsprechen.

Dieser Aufgabe gemäß ist die auf Blatt 57 und 58 dargestellte Anlage zur Ausführung gebracht.

Figur 1 und 2 auf Blatt 57 stellen die Anlage in allgemeinen Umrissen dar.

Das Bruchwasser sammelt sich in einem Teiche am Fusse des Rheindeiches, tritt von da, nachdem es zwei Gitter *a* und *b*, welche gröbere Unreinlichkeiten zurückhalten, passirt hat, in den Pumpenraum *c*, wird dort (Fig. 3 und 4 auf Blatt 57) von einer Centrifugalpumpe gehoben und in das durch den Rheindeich führende Rohr *d* gedrückt, aus welchem es in eine vorhandene, mit dem Rhein in offener Verbindung stehende Bucht abfließt.

Das Abflußrohr ist an dem einen Ende (Fig. 3) mit dem Steigerrohr der Pumpe verbunden, auf der Rheinseite mit einer Schließklappe *e* (Fig. 2) versehen, welche während des Betriebes geöffnet, sonst aber geschlossen ist, um das Zurückfließen des höher stehenden Rheinwassers zu verhindern. Die Mündung ist in eine gemauerte Nische gelegt, um sie vor Beschädigungen durch Eisschollen oder sonstige schwimmende Körper zu sichern. Die Sohle des Pumpenraumes liegt + 6 Fuß 4 Zoll a. P., das Ausflußrohr mit seiner Unterkante in demselben bei 11 Fuß, an seiner Mündung + 8 Fuß a. P., hat also 3 Fuß Gefälle auf 61 Fuß 6 Zoll Länge.

Das gußeiserne Rohr hat 12 Zoll innern Durchmesser,  $\frac{3}{4}$  Zoll Wandstärke und ist nach Fig. 5 und 6 auf Blatt 57 aus 9 Fuß  $\frac{5}{8}$  Zoll langen Stücken zusammengesetzt. Zwischen den abgedrehten Stofsenden liegen  $\frac{1}{8}$  Zoll starke Gummiringe.

Die Pumpe ist auf Blatt 58 in größerem Maßstabe dargestellt. Sie steht thunlichst tief, in einem aus Eisenblech zusammengenieteten wasserdichten Kasten *D*, der den Zweck hat, den Treibriemen und die Wellenlager der Pumpe etc. bei deren tiefer Lage stets trocken und die Pumpe überhaupt bei etwaigen Reparaturen außer Wasser zu halten. Der Kasten ist gegen den Auftrieb bei hohem Binnenwasser theils durch sein eigenes und das Gewicht der Pumpe geschützt, theils

durch Eisenstangen, die auf den Stofsschienen der Nietstellen liegen, theils durch die darauf gestellte Maschine (Blatt 57, Fig. 4) gesichert. Den Boden des Kastens bildet eine gußeiserne Platte, die zur Befestigung der Pumpe dient, und an welche die Saugköpfe, *a a* auf Blatt 58, angegossen sind.

Ueber den durch fünf durchbrochene Platten getheilten Saugköpfen liegt ein Fünfkappen-Ventil, das nach oben und aufsen hin aufschlägt und dem durchgehenden Wasser die Bildung eines vollen Strahls gestattet. Die Klappen sind aus Sohlleder gefertigt und mit Eisenplatten garnirt. Sie sollen hauptsächlich dazu dienen, einen Verschluss der Pumpe nach unten hin zu bilden, wenn dieselbe bei der Inangsetzung von oben mit Wasser gefüllt werden muß, was, nebenbei gesagt, bei dem bisherigen Betriebe seit 1861 erst ein einziges Mal erforderlich gewesen ist. Ueber den Ventilen liegen die vertikalen Zuflußröhren *b*, welche mit der entsprechenden Hälfte des Pumpengehäuses zusammengegossen sind und deren untere Ränder *b'* zur Befestigung der Pumpe an den Boden des Kastens *D* dienen. Sie münden in das horizontale Zuflußrohr *A'*, welches an den Enden mit Deckeln *m* geschlossen ist. Der eine Deckel enthält ein Messinglager *i*, zum Tragen des einen Endes der Radachse, der andere hat eine Stopfbuchse, worin sich die Achse in guter Verpackung leicht dreht. Außerhalb dieser Stopfbuchse sitzt auf der Achse eine Riemscheibe von 15 Zoll Durchmesser, und neben dieser steht das Bocklager *P*, welches das andere Ende der Radachse trägt und auf dem Boden des Pumpenkastens befestigt ist. Die Stellschrauben *o* und *o'* dienen dazu, ein seitliches Verschieben der Achse zu verhüten.

Das Schaufelrad *B* besteht aus dem gußeisernen Centrum *ee'* in zwei Hälften, welche miteinander und mit der dazwischen sitzenden Blechscheibe *F* durch Niete fest verbunden und auf der Achse mittelst Schließkeil befestigt sind. Die Schaufeln *d* und *d'* sind in diese Scheibe eingeschlizt und seitwärts an die hohlgebogenen Teller *g'g'* angeietet.

Um einen möglichst dichten Anschluß des Schaufelrades an die Zuflußröhren zu erzielen, sind an den Enden der letzteren die schmiedeeisernen, zugeschärften Ringe *gg* eingelassen, an welche die Teller dicht anstreichen. Auf dem Steigerrohr *C* steht der Stutzen *E* (Blatt 57 Fig. 3 und 4), welcher oben mit ebenem Deckel geschlossen ist und einen Ellbogen hat, der den Anfang des Abflußrohrs bildet. Die Bewegung des Schaufelrades erfolgt in der durch die Pfeile angedeuteten Richtung. Zur Erzeugung derselben dient eine locomobile Dampfmaschine von 10 bis 12 Pferdekraft, welche auf der Kurbelwelle ein als Riemscheibe dienendes Schwungrad trägt, von welchem aus der Treibriemen auf die erwähnte Riemscheibe der Pumpenachse geht. Die Maschine hat 10 Zoll Cylinderdurchmesser und 18 Zoll Kolbenhub, und arbeitet mit veränderlicher Expansion und je nach dem erforderlichen Kraftaufwande mit einer Dampfspannung von  $2\frac{1}{2}$  bis 4 Atmosphären Ueberdruck.

Sie geht, abweichend von den meisten Locomobil-Maschinen, langsam; sie macht nämlich nur 44 Touren pro Minute. Das Schwungrad hat 72 Zoll, die Riemscheibe auf der Pumpenachse 15 Zoll Durchmesser; diese letztere und die Pumpe selbst macht daher rund 210 Umdrehungen in der Minute. Das Schaufelrad hat einen Durchmesser von 30 Zoll, also eine Umfangsgeschwindigkeit von  $\frac{210 \cdot 2,5 \cdot 3,14}{60} = 27\frac{1}{2}$

Fuß, welche einer Fallhöhe von rot. 12 Fuß entspricht, während die Förderhöhe nur 9 Fuß beträgt. Ohne besondere theoretische Berechnungen hat der Constructeur der Förderhöhe ein Drittel hinzugerechnet und die Maschine so stark

genommen, daß sie die danach erforderliche Maximalleistung von 12 Fufs. 5 Cubikfufs. 66 Pfd. = 3960 (alte) Fufspfund oder rund  $7\frac{3}{4}$  Pferdekraft mit Sicherheit zu bieten vermag.

Die angegebenen Geschwindigkeiten beziehen sich auf die erforderliche Maximalleistung und werden durch langsameren Gang der Maschine verringert, wenn die Förderhöhe oder die Zuflüsse, oder beide zugleich, abnehmen. Die geringste Förderhöhe ist von +9 Fufs Binnenwasser bis in die Mitte des Ausgufsrohrs am Ellbogen (+ 11 Fufs 6 Zoll)  $2\frac{1}{2}$  Fufs.

Der freie Raum am Umfange des Rades ist 5 Zoll weit und für alle Fälle zum Auswerfen des Wassers genügend.

Das einfache Maschinenhaus bietet nichts Bemerkenswerthes. Um den Pumpenraum bei höheren Binnenwasserständen trocken halten zu können, ist vor der Einflußöffnung ein Schütz angebracht, das selbstverständlich während des Betriebes geöffnet wird.

Eine locomobile Dampfmaschine ist zum Betriebe deshalb gewählt worden, weil sie in der Anlage ungleich billiger ist, als eine stationäre Maschine, weil sie ferner, wenn ein Deichbruch droht, leicht in Sicherheit gebracht werden kann, da sie bequem transportabel ist, und endlich, weil sie, indem ihr Dienst für die Entwässerung pro Jahr nur etwa 60 Tage

zu dauern pflegt, sich nutzbringend zu landwirthschaftlichen Arbeiten auferhalb ihres gewöhnlichen Standortes verwenden läßt.

Maschine und Pumpe sind gebaut in der Fabrik von H. Graeser jun. zu Eschweiler-Aue bei Eschweiler unter der speciellen Leitung des Mühlen-Baumeisters und Civil-Ingenieurs Ditmar daselbst. Beide sind vortrefflich gearbeitet und haben bei der bisherigen Benutzung seit dem Jahre 1861 sich als durchaus solide und zweckentsprechend bewährt.

Die Kosten der Anlage haben betragen:

1. für die Locomobile und Pumpe (incl. des eisernen Kastens) complet montirt und in Gang gesetzt . . . . . 3070 Thlr.
  2. für die Röhrlleitung durch den Rheindeich:
    - a. die Röhre nebst Zubehör an Dichtungs- und Befestigungstheilen . . 266 Thlr.
    - b. Erdarbeiten circa . . . . . 74 -

zusammen . . . . . 340 -
  3. für das Maschinengebäude . . . . . 1370 -
- Summa 4780 Thlr.

Düsseldorf im April 1866.

H. Wernekinck.

## Allgemeine Theorie der Turbinen mit specieller Anwendung auf die Kreisräder und Kreiselpumpen.

(Fortsetzung.)

### C. Construction der Turbinen.

§. 50.

Allgemeine Bemerkungen.

Wenn man eine Turbine zu construiren hat, so muß man zunächst über die Wahl des Systems einen Entschluß fassen, ob man eine Vollturbine oder eine Strahl-turbine, geneigten oder radialen (axialen) Eintritt wählen will, ob man die Anordnung A oder B construiren will u. s. w. Bevor wir über diese Wahl selbst Untersuchungen anstellen können, wird es zweckmäßiger sein, die Eigenthümlichkeiten der verschiedenen Anordnungen näher kennen zu lernen, und dies geschieht am besten, indem wir diese Anordnungen in ihren Constructionen nach einander betrachten.

Wir setzen also hier vorläufig voraus, daß die Wahl des Systems getroffen sei, und wollen die in den früheren Abschnitten entwickelten Gesetze hier auf die Construction der verschiedenen Anordnungen anzuwenden suchen.

Man überzeugt sich leicht, daß für jede Construction, nachdem die Wahl des Systems getroffen ist, die Auswahl folgender Werthe zunächst maafsgebend sein werde:

- a) des Winkels  $(cr)_e$  Richtung der Zuführung des Wassers im Eintrittspunkt,
- b) des Winkels  $(cr)_a$  Richtung des austretenden Wassers,
- c) des Winkels  $(vr)_e$  Richtung des ersten Schau-felelementes,
- d) des Winkels  $(vr)_a$  Richtung des letzten Schau-felelementes.

Bei den Rädern ohne Radialgeschwindigkeit (B) treten an die Stelle dieser Winkel, die Winkel  $(cz)_e$ ,  $(cz)_a$ ,  $(vz)_e$ ,  $(vz)_a$ ,

e) das Verhältniß der Radien im Eintritts- und im Austrittspunkte  $\frac{r_e}{r_a}$ ,

f) das Verhältniß der Höhen  $\frac{a_a}{a_e}$  und der Werth  $\gamma$  (Gl. 34 und 34g).

Die übrigen Werthe sind dann zu bestimmen. Wir setzen dabei voraus, daß die Wassermenge und das Gefälle gegeben seien.

Das Verhältniß der Radial-Geschwindigkeiten ist für Strahl-turbinen  $A_\alpha$  durch Gl. 19b gegeben:

$$\frac{v_{re}}{v_{ra}} = \frac{\cos(vr)_e \cdot r_e}{\cos(vr)_a \cdot r_a} \sqrt{\frac{1+\alpha}{1+\left(\frac{r_e}{r_a}\right)^2 \alpha}} \quad (\text{Gl. 19b.})$$

und  $\alpha$  ist durch Gl. 19a bestimmt, und nur abhängig von den Winkeln  $(cr)_e$  und  $(vr)_e$ . Gewöhnlich werden bei Strahl-turbinen diese drei Winkel  $(cr)_e$ ,  $(vr)_e$  und  $(vr)_a$  sowie  $\frac{r_e}{r_a}$  angenommen, und dann ist der vierte Winkel  $(cr)_a$  immer nach dem Gesetze der Tangenten, resp. aus Gl. 19d gegeben und es läßt sich über denselben nicht mehr disponiren.

Bei Vollturbinen ist nach Gl. 34a:

$$\frac{c_{re}}{c_{ra}} = \frac{v_{re}}{v_{ra}} = \frac{r_a}{r_e} \cdot \frac{a_a}{a_e} \cdot \gamma \quad (\text{Gl. 34a.})$$

und daher nur in sehr untergeordneter Weise durch  $\gamma$  von den Werthen  $(vr)_e$  und  $(vr)_a$  abhängig. Setzt man  $\gamma$  näherungsweise = 1, wie das in vielen Fällen zulässig ist (vergl. §. 42), so ist  $\frac{v_{re}}{v_{ra}}$  von den Winkeln unabhängig und nun kann man von den vier Winkeln

$$(cr)_e, (cr)_a, (vr)_e, (vr)_a$$

drei beliebig wählen; der vierte ist dann nach dem Gesetze der Tangenten (Gl. 5a) zu finden.

Bei der Construction der Turbinen setzen wir immer voraus, dafs dieselben, wenn möglich, so angeordnet werden, dafs sie sich mit stoffsreier Umdrehungsgeschwindigkeit bewegen. Weichen sie von der stoffsreien Umdrehungsgeschwindigkeit ab, so kann man die Untersuchungen des vorigen Abschnittes auf dieselben anwenden.

Als gesuchte Werthe sind bei diesen Constructions immer folgende anzusehen:

- a) der Modulus der Turbine,
- b) der Nutzeffect,
- c) die stoffsreie Umdrehungsgeschwindigkeit,
- d) die Dimensionen der Turbine.

**1. Vollturbinen, bei denen das erste (oder das letzte) Element der Schaufel und zugleich das letzte (oder das erste) Element der Bahn radial (axial) sind.**

§. 51.

Betrachtung der Anordnungen von Turbinen, bei welchen bei geneigtem Eintritt (1) das erste Schaufelelement und die Austrittsrichtung radial (axial) sind, und derjenigen, bei welchen bei radialem (axialem) Eintritt (2) das letzte Schaufelelement radial (axial) ist.

Wir haben schon in §. 47 und 48 gezeigt, in welcher Weise die Gleichungen für die Berechnung der Turbinen sich vereinfachen, wenn man entweder den Winkel  $(cr)_e$  oder den Winkel  $(vr)_e$  gleich Null annimmt. Dieser Umstand, dafs sich die Gleichungen vereinfachen, kann nun zwar für die Auswahl der Winkel nicht allein maafsgebend sein, wenn man nicht durch eine solche Wahl der Winkel auch andere Vortheile erlangen könnte, oder wenn gar durch dieselbe eine ungünstige Wirkung der Flüssigkeit erfolgen würde. Allein die Folge wird zeigen, dafs nicht nur wesentliche constructive Vortheile durch diese Annahme der Winkel entstehen, sondern dafs auch die Wirkung der Turbine dabei vollständig befriedigend ausfallen kann.

Bei der Construction neuer Turbinen werden wir also von der Annahme anderer Winkel, welche immer möglich bleibt, absehen, und

$$\begin{aligned} &\text{entweder } (cr)_e = 0 \quad \text{resp. } (cz)_e = 0 \\ &\text{oder } (vr)_e = 0 \quad \text{resp. } (vz)_e = 0 \end{aligned}$$

setzen. Wir wiederholen, dafs dies nicht eine nothwendige, sondern, unseres Erachtens, eine zweckmäfsige Annahme sei.

1) Die Annahme  $(vr)_e = 0$  resp.  $(vz)_e = 0$  bedingt eine radiale resp. axiale Schaufelstellung für das erste Schaufelelement, also einen geneigten Eintritt. Bei der Construction der Turbinen, welche wir in §. 3 mit 1 bezeichnet haben, werden wir also diese Anordnung der Schaufeln stets voraussetzen.

2) Die Annahme  $(cr)_e = 0$  resp.  $(cz)_e = 0$  bedingt einen radialen resp. axialen Eintritt der Flüssigkeit, also entspricht diese Anordnung denjenigen Turbinen, welche in §. 3 mit 2 bezeichnet wurden.

Aus ähnlichen Zweckmäfsigkeitsgründen, die theils constructiver Natur sind, theils auf die leichtere Berechnung der Turbinen hinauslaufen, und welche in der Folge sich werden deutlicher erkennen lassen, ist es empfehlenswerth, einen der Winkel  $(cr)_a$  resp.  $(cz)_a$  oder  $(vr)_a$  resp.  $(vz)_a$ , welche beim Austritt statt finden, gleich Null zu machen.

Für die Vollturbinen mit geneigtem Eintritt (1) kann man nur  $(cr)_a$  resp.  $(cz)_a = 0$  machen, wenn bei diesen, wie angenommen worden, schon  $(vr)_e$  resp.  $(vz)_e = 0$  ist, und für die Vollturbinen mit radialem resp. axialem Eintritt (2) kann man nur  $(vr)_a$  resp.  $(vz)_a = 0$  machen, weil

doch nach §. 5 die Flüssigkeit eine Ablenkung erfahren mufs, und also nicht radial (axial) ein- und austreten kann.

Wir disponiren also über die Winkel hiernach in folgender Weise:

1) bei Turbinen mit geneigtem Eintritt (1):

$$\begin{aligned} (vr)_e &= 0 & (cr)_a &= 0 \\ (vz)_e &= 0 & (cz)_a &= 0; \end{aligned}$$

2) bei Turbinen mit radialem (axialem) Eintritt (2):

$$\begin{aligned} (cr)_e &= 0 & (vr)_a &= 0 \\ (cz)_e &= 0 & (vz)_a &= 0, \end{aligned}$$

immer die stoffsreie Bewegung vorausgesetzt.

Nun rechnen wir für diese Disposition die Gleichungen in §. 47 und 48 um.

1) Vollturbinen ohne Axialgeschwindigkeit mit geneigtem Eintritt (1) (§. 48) und radialem Austritt.

Turbinen  $A_{\beta 1}$ :

$$(vr)_e = 0; \quad (cr)_a = 0.$$

Es folgt aus Gl. 8, 9, 10 des §. 48 für  $(cr)_a = 0$ :

$$\text{tg}(vr)_a = -\text{tg}(cr)_e \left(\frac{r_a}{r_e}\right)^2 \gamma \frac{a_e}{a_e}$$

$$\text{tg}(cr)_e = -\text{tg}(vr)_a \left(\frac{r_e}{r_a}\right)^2 \frac{a_e}{a_e} \frac{1}{\gamma}$$

$$\beta = -\text{tg}(vr)_a$$

$$\vartheta = -\beta^2 \left(\frac{r_e}{r_a}\right)^2$$

$$= -\left(\frac{r_e}{r_a}\right)^2 \text{tg}^2(vr)_a$$

37.

Man sieht, dafs diese Anordnung eine negative Turbine (Kreiselrad) giebt, dafs  $\vartheta$  um so gröfser wird, je gröfser  $\left(\frac{r_e}{r_a}\right)$  ist; es wird also, die getroffene Annahme vorausgesetzt, zweckmäfsig sein,  $\frac{r_e}{r_a}$  gröfser als 1 zu machen, d. h. man wird das Wasser an der äufsern Peripherie eintreten und an der innern Peripherie austreten lassen, also die in §. 3 mit II bezeichnete Anordnung zu wählen haben. Zugleich ergibt sich, dafs der Winkel  $(vr)_a$  so grofs zu machen sei, als irgend zulässig.

2) Vollturbinen ohne Radialgeschwindigkeit mit geneigtem Eintritt (§. 48) und axialem Austritt.

Turbinen  $B_{\beta 1}$ :

$$(vz)_e = 0; \quad (cz)_a = 0.$$

Es folgt aus Gl. 8, 10 und 12 des §. 48 für  $(cz)_a = 0$ :

$$\text{tg}(vz)_e = -\gamma \frac{a_e}{a_e} \text{tg}(cz)_e$$

$$\text{tg}(cz)_e = -\frac{a_e}{a_e} \frac{1}{\gamma} \text{tg}(vz)_e$$

$$\beta = -\text{tg}(vz)_e$$

$$\vartheta = -\text{tg}^2(vz)_e$$

37a.

Man sieht, dafs diese Anordnung gleichfalls eine negative Turbine (Kreiselrad) giebt, dafs sie aber in Bezug auf die Gröfse des Werthes  $\vartheta$  bei demselben Neigungswinkel der Schaufel im Austrittspunkte hinter der vorigen Anordnung zurücksteht, und dafs auch hier der Winkel  $(vz)_e$  möglichst grofs zu machen sei.

3) Vollturbinen ohne Axialgeschwindigkeit mit radialem Eintritt (§. 47) und geneigtem Austritt.

Turbinen  $A_{\beta 2}$ :

$$(cr)_e = 0; \quad (vr)_a = 0.$$

Es folgt aus Gl. 8, 9 und 10 des §. 47 für  $(vr)_a = 0$ :

$$\text{tg}(cr)_e = -\text{tg}(vr)_a \left(\frac{r_a}{r_e}\right)^2 \gamma \frac{a_e}{a_e}$$

$$\beta = \text{tg}(cr)_e$$

$$\vartheta = \frac{\text{tg}^2(cr)_e}{1 + \text{tg}^2(cr)_e} = \sin^2(cr)_e$$

37b.

Man sieht, daß diese Anordnung eine positive Turbine giebt, deren Modulus um so größer ist, je größer  $\sin(cr)_a$ , man hat also den Winkel  $(cr)_a$  möglichst groß zu nehmen, und da dies geschieht, wenn  $\text{tg}(cr)_a$  möglichst groß wird, so ist  $\text{tg}(vr)_a$  für das erste Schaufelelement möglichst groß und auch  $\frac{r_a}{r_e}$  möglichst groß zu nehmen, also größer als 1 zu wählen; d. h. es wird für diese Anordnung der innere Eintritt (Turbine I des §. 3) zu wählen sein.

4) Vollturbine ohne Radialgeschwindigkeit mit axialem Eintritt (§. 47) und geneigtem Austritt.

Turbine  $B_{\beta 2}$ :

$$(cz)_e = 0; (vz)_e = 0.$$

Es folgt aus Gl. 8, 11 und 12 des §. 47 für  $(vz)_e = 0$ :

$$\left. \begin{aligned} \text{tg}(cz)_a &= -\text{tg}(vz)_e \cdot \gamma \frac{a_a}{a_e} \\ \beta &= \text{tg}(cz)_a \\ \vartheta &= \frac{\text{tg}^2(cz)_a}{1 + \text{tg}^2(cz)_a} = \sin^2(cz)_a \end{aligned} \right\} \dots 37c.$$

Man sieht, daß diese Anordnung ebenfalls eine positive Turbine giebt, deren Modulus um so größer ist, je größer  $\sin(cz)_a$  also der Winkel  $(cz)_a$  ist. Um diesen Winkel möglichst groß zu bekommen, ist  $\text{tg}(vz)_e$  möglichst groß zu machen. Bei Annahme derselben Werthe für  $\gamma \frac{a_a}{a_e}$  und den Winkel  $(vr)_e$  resp.  $(vz)_e$  giebt diese Anordnung einen kleineren Werth für  $\vartheta$ , als die Anordnung No. 3  $A_{\beta 12}$ .

Vergleicht man die gewonnenen Resultate, so folgt, daß unter den gemachten Annahmen der Winkel, die Anordnungen mit geneigtem Eintritt und radialer (axialer) Austrittsrichtung des Wassers, wenn das erste Schaufelelement radial (axial) ist, immer eine negative Turbine liefern, und daß dagegen die Anordnungen mit geneigtem Austritt aber radialem (axialem) Eintritt, wenn das letzte Schaufelelement radial (axial) ist, immer eine positive Turbine liefern.

Setzen wir bei den verschiedenen Anordnungen, welche eine negative, resp. eine positive Turbine liefern, die gleichen Werthe der übrigen Winkel voraus, so entsteht mit Rücksicht auf die Größe des Werthes  $\vartheta$ , also in Betreff der günstigen Wirkung der Turbine folgende Reihenfolge:

Die günstigste Anordnung eines Kreiselrades ist  $A_{\beta 11}$  (Hoppe'sche oder Francis-Turbine), weniger günstig ist die Anordnung  $B_{\beta 1}$  (Henschel'sche oder Jonval-Turbine), am wenigsten günstig ist die Anordnung  $A_{\beta 11}$  (Foureyron'sche Turbine).

Ferner:

die günstigste Anordnung einer Kreiselpumpe ist  $A_{\beta 12}$  (radialer Eintritt von Innen), weniger günstig ist die Anordnung  $B_{\beta 2}$  (axialer Eintritt), am wenigsten günstig ist die Anordnung  $A_{\beta 12}$  (radialer Eintritt von Außen).

§. 52.

Bestimmung der stoffsfreien Umfangsgeschwindigkeit für die in §. 51 betrachteten Anordnungen der Turbinen.

Die Umdrehungsgeschwindigkeit für Vollturbinen bestimmt sich aus den Gl. 28a und 28b.

Wir haben für die in dem vorigen Paragraphen betrachteten Fälle nun folgende Werthe:

1) Vollturbinen ohne Axialgeschwindigkeit mit geneigtem Eintritt (§. 48) und radialem Austritt,

Kreiselräder  $-A_{\beta 1}$ :

$$(vr)_e = 0; (cr)_e = 0.$$

Mit Benutzung der Gl. 1 in §. 48 und der ersten Gl. 34a ergibt sich die stoffsfreie Umdrehungsgeschwindigkeit aus Gl. 28a:

$$(w, r)_e = \frac{r_a a_a}{r_e a_e} \gamma \text{tg}(cr)_e \sqrt{\frac{2gh(1-\zeta)}{1+2\vartheta(1+\lambda)}}$$

$\zeta$  und  $\lambda$  absolut genommen.

Durch die Gl. 37 entsteht:

$$(w, r)_e = -\text{tg}(vr)_a \frac{r_e}{r_a} \sqrt{\frac{2gh(1-\zeta)}{1+2\left(\frac{r_e}{r_a}\right)^2 \text{tg}^2(vr)_a(1+\lambda)}}$$

$$(w, r)_e = -\text{tg}(vr)_a \sqrt{\frac{2gh(1-\zeta)}{1+2\left(\frac{r_e}{r_a}\right)^2 \text{tg}^2(vr)_a(1+\lambda)}}$$

also:

$$(w, r)_e = \sqrt{\frac{2gh(1-\zeta)}{\text{cotg}^2(vr)_a \left(\frac{r_a}{r_e}\right)^2 + 2(1+\lambda)}} \dots 38.$$

$$(w, r)_e = \sqrt{\frac{2gh(1-\zeta)}{\text{cotg}^2(vr)_a + 2\left(\frac{r_e}{r_a}\right)^2(1+\lambda)}}$$

2) Vollturbinen ohne Radialgeschwindigkeit mit geneigtem Eintritt (§. 48) und axialem Austritt,

Kreiselräder  $-B_{\beta 2}$ :

$$(vz)_e = 0; (cz)_e = 0.$$

Mit Bezug auf Gl. 1 in §. 47 und der ersten Gl. 34a ergibt sich, wenn man  $r_a = r_e$  setzt:

$$(w, r)_e = \frac{a_a}{a_e} \gamma \text{tg}(cz)_e \sqrt{\frac{2gh(1-\zeta)}{1+2\vartheta(1+\lambda)}}$$

und durch Gl. 37a:

$$(w, r)_e = -\text{tg}(vz)_e \sqrt{\frac{2gh(1-\zeta)}{1+2\text{tg}^2(vz)_e(1+\lambda)}}$$

$$(w, r)_e = \sqrt{\frac{2gh(1-\zeta)}{\text{cotg}^2(vz)_e + 2(1+\lambda)}} = (w, r)_e \dots 38a.$$

3) Vollturbinen ohne Axialgeschwindigkeit mit radialem Eintritt (§. 47) und geneigtem Austritt,

Kreiselpumpen  $+A_{\beta 2}$ :

$$(cr)_e = 0; (vr)_e = 0.$$

Mit Bezug auf Gl. 1 in §. 47 ergibt sich aus Gl. 28b:

$$(w, r)_e = -\frac{r_a a_a}{r_e a_e} \gamma \text{tg}(vr)_e \cos(vr)_e \sqrt{\frac{2gh(1+\zeta)}{2\vartheta(1-\lambda)}}$$

Vermöge Gl. 37b entsteht hieraus:

$$(w, r)_e = \frac{r_e}{r_a} \sqrt{\frac{2gh(1+\zeta)}{1-\lambda}}$$

$$(w, r)_e = \sqrt{\frac{2gh(1+\zeta)}{1-\lambda}}$$

... 38b.

4) Vollturbinen ohne Radialgeschwindigkeit mit axialem Eintritt (§. 47) und geneigtem Austritt,

Kreiselpumpen  $+B_{\beta 2}$ :

$$(cz)_e = 0; (vz)_e = 0.$$

Mit Bezug auf Gl. 1 in §. 47 und aus der ersten Gl. 34a ergibt sich aus Gl. 28b:

$$(w, r)_e = -\frac{a_a}{a_e} \gamma \text{tg}(vz)_e \cos(cz)_e \sqrt{\frac{2gh(1+\zeta)}{2\vartheta(1-\lambda)}}$$

Vermöge Gl. 37c entsteht hieraus:

$$(w, r)_e = \sqrt{\frac{2gh(1+\zeta)}{1-\lambda}}$$

... 38c.

Man sieht, daß unter den in §. 51 gemachten Annahmen die Umdrehungsgeschwindigkeit überall unabhängig darzu-

stellen sind von den Werthen  $\frac{a_a}{a_c}$  und  $\gamma$ ; das sie abhängig sind von den Verlustcoefficienten  $\zeta$  und  $\lambda$  und von dem Gefälle resp. der Förderungshöhe  $h$ . Bei den Kreisrädern sind dieselben noch bedingt durch den Neigungswinkel des letzten Schaufelelements, bei den Kreiselpumpen dagegen sind sie von der Form der Schaufel ganz unabhängig darzustellen.

Wenn man bei der hier gewählten Anordnung der Winkel die Verlustcoefficienten  $\zeta$  und  $\lambda$  vernachlässigt, so ergibt sich für die Kreiselpumpen die Umfangsgeschwindigkeit der Austrittsperipherie gleich der zur Förderungshöhe gehörigen Endgeschwindigkeit des freien Falles.

§. 53.

Bestimmung der Wassermenge und des Austrittsradius für Vollturbinen und für Strahlurbinen im Allgemeinen. Werthe  $\sigma_a$   $\sigma_c$  und  $\chi$ .

Wir schreiten jetzt zur Bestimmung der Wassermenge, welche durch Vollturbinen irgend welcher Anordnung fließt. Hierzu dienen die Gl. 35c und 35d.

Die Flüssigkeitsmenge, welche aus der Zuleitung austritt, ist:

$$\mathfrak{B} = c'.z'.a'.b' \quad (\S. 42);$$

die Flüssigkeitsmenge, welche das Rad aufzunehmen vermag, muß denselben Werth haben, drückt sich aber aus durch:

$$\mathfrak{B} = v_a.z.a_c.b_c,$$

oder mit Anwendung der Gl. 1b:

$$\mathfrak{B} = c_c \frac{\cos(cr)_c \cdot z \cdot a_c \cdot b_c}{\cos(vr)_c};$$

für den stofsreifen Eintritt ist  $(c'r)_c = (cr)_c$  und durch Gleichsetzung der beiden Werthe für  $\mathfrak{B}$  entsteht:

$$z \cdot a_c \cdot b_c = z \cdot a_c \cdot b_c \frac{\cos(cr)_c}{\cos(vr)_c},$$

führen wir dies in die Gl. 35c ein, so entsteht:

$$\mathfrak{B} = z \cdot a_c \cdot b_c \frac{r_a \cdot a_a \cdot \gamma \cdot \cos(cr)_a}{r_c \cdot a_c \cdot \cos(vr)_c} \sqrt{\frac{2gh(1-\zeta)}{1+2\vartheta(1+\lambda)}}$$

Nun ist nach § 42

$$\frac{a_c \cdot b_c}{a_a \cdot b_a} = \frac{v_c}{v_a} = \frac{r_c \cdot \cos(vr)_c}{r_a \cdot \cos(vr)_a} \frac{1}{a \cdot \gamma} \quad (\text{Gl. 34a.})$$

also

$$\mathfrak{B} = z \cdot a_a \cdot b_a \frac{\cos(cr)_a}{\cos(vr)_a} \sqrt{\frac{2gh(1-\zeta)}{1+2\vartheta(1+\lambda)}}$$

In ähnlicher Weise ergibt sich für positive Turbinen die geförderte Wassermenge.

Wir haben also für negative Turbinen:

$$\mathfrak{B} = z \cdot a_a \cdot b_a \frac{\cos(cr)_a}{\cos(vr)_a} \sqrt{\frac{2gh(1-\zeta)}{1+2\vartheta(1+\lambda)}} \quad \left. \right\} \dots 39.$$

für positive Turbinen:

$$\mathfrak{B} = z \cdot a_a \cdot b_a \frac{\cos(cr)_a}{\cos(vr)_a} \sqrt{\frac{2gh(1+\zeta)}{2\vartheta(1-\lambda)}} \quad \left. \right\} \dots 39a.$$

worin  $\vartheta$   $\zeta$   $\lambda$  absolut zu nehmen sind.

Es ist aber nach Gl. 33b:

$$z \cdot b_a = 2\pi r_a \cos(vr)_a - ez,$$

und wenn wir diesen Werth in die Gleichungen 39 und 39a einsetzen, so entsteht:

für negative Vollturbinen:

$$\mathfrak{B} = a_a 2\pi r_a \left[ 1 - \frac{ez}{2\pi r_a \cos(vr)_a} \right] \cos(cr)_a \sqrt{\frac{2gh(1-\zeta)}{1+2\vartheta(1+\lambda)}} \quad \left. \right\} 39b.$$

für positive Vollturbinen:

$$\mathfrak{B} = a_a 2\pi r_a \left( 1 - \frac{ez}{2\pi r_a \cos(vr)_a} \right) \cos(cr)_a \sqrt{\frac{2gh(1+\zeta)}{2\vartheta(1-\lambda)}} \quad \left. \right\} 39c.$$

Für die Turbinen B sind anstatt der Winkel  $(cr)_a$  und  $(vr)_a$  die Winkel  $(cz)_a$  und  $(vz)_a$  einzuführen.

Setzen wir:

$$\left. \begin{aligned} a_a &= \sigma_a r_a \\ \sigma_a &= \frac{a_a}{r_a} \end{aligned} \right\} \dots 39d.$$

so erhalten wir für negative Vollturbinen:

$$\mathfrak{B} = 2\pi \sigma_a r_a^2 \left( 1 - \frac{ez}{2\pi r_a \cos(vr)_a} \right) \cos(cr)_a \sqrt{\frac{2gh(1-\zeta)}{1+2\vartheta(1+\lambda)}} \quad \left. \right\} 39e.$$

und für positive Vollturbinen:

$$\mathfrak{B} = 2\pi \sigma_a r_a^2 \left( 1 - \frac{ez}{2\pi r_a \cos(vr)_a} \right) \cos(cr)_a \sqrt{\frac{2gh(1+\zeta)}{2\vartheta(1-\lambda)}} \quad \left. \right\} 39f.$$

Hieraus läßt sich für eine gegebene Wassermenge der Austrittsradius bestimmen, es entsteht nämlich für negative Vollturbinen:

$$r_a^2 - \frac{ez}{2\pi \cos(vr)_a} \cdot r_a = \sqrt{\frac{1+2\vartheta(1+\lambda)}{2gh(1-\zeta)}} \cdot \frac{1}{2\pi \sigma_a \cos(cr)_a} \cdot \mathfrak{B}$$

also für negative Vollturbinen:

$$\left. \begin{aligned} r_a &= \frac{ez}{4\pi \cos(vr)_a} + \\ &+ \sqrt{\frac{\mathfrak{B}}{2\pi \sigma_a \cos(cr)_a} \sqrt{\frac{1+2\vartheta(1+\lambda)}{2gh(1-\zeta)}} + \left( \frac{ez}{4\pi \cos(vr)_a} \right)^2} \end{aligned} \right\} 39g.$$

für positive Vollturbinen:

$$\left. \begin{aligned} r_a &= \frac{ez}{4\pi \cos(vr)_a} + \\ &+ \sqrt{\frac{\mathfrak{B}}{2\pi \sigma_a \cos(cr)_a} \sqrt{\frac{2\vartheta(1-\lambda)}{2gh(1+\zeta)}} + \left( \frac{ez}{4\pi \cos(vr)_a} \right)^2} \end{aligned} \right\} 39h.$$

Bestimmung der Wassermenge für Strahlurbinen.

Während bei Vollturbinen der Eintritt des Wassers immer auf der ganzen Peripherie erfolgt, so kann bei Strahlurbinen der Eintritt auf einem Theil der Peripherie statt finden (partieller Eintritt).

Wir nennen das Verhältniß desjenigen Theils der Peripherie, auf welchem der Eintritt stattfindet, zur ganzen Peripherie  $\chi$ .

Da nun nach Gl. 35a der Wasserverbrauch einer negativen Strahlurbinen sich ergibt:

$$\mathfrak{B} = z' \cdot a' \cdot b' \sqrt{2gh(1-\zeta)}$$

so ist, wenn wir  $a'$  (Höhe der Zuführungszelle) gleich  $a_c$  (Höhe der Eintrittszelle des Rades) setzen, und  $b'$  nach Gl. 33a bestimmen:

$$\mathfrak{B} = z' \cdot a_c (\psi' r' \cos(c'r) - e') \sqrt{2gh(1-\zeta)}$$

Nun unterscheidet sich der Austrittsradius der Zuführung  $r'$  von dem Eintrittsradius des Rades  $r_c$  nur um den Betrag des nöthigen Spielraums, welcher bei guten Ausführungen als ein so kleiner Werth anzunehmen ist, das man ihn vernachlässigen kann. Setzen wir also  $r' = r_c$ , so entsteht:

$$\mathfrak{B} = [z' \psi' r_c a_c \cos(c'r) - e' a_c z'] \sqrt{2gh(1-\zeta)} \quad \dots 39i.$$

Es ist aber:

$$z' \psi' r_c = \chi \cdot 2\pi r_c$$

und wenn wir:

$$\left. \begin{aligned} a_c &= \sigma_c r_c \\ \sigma_c &= \frac{a_c}{r_c} \end{aligned} \right\} \dots 39k.$$

setzen, so entsteht für negative Strahlurbinen:

$$\left. \begin{aligned} \mathfrak{B} &= [\chi \cdot \sigma_c 2\pi r_c^2 \cdot \cos(c'r) - e' z' \sigma_c r_c] \sqrt{2gh(1-\zeta)} \\ r_c^2 - r_c \frac{e' z'}{\chi \cdot 2\pi \cos(c'r)} &= \frac{\mathfrak{B}}{\chi \sigma_c 2\pi \cos(c'r)} \sqrt{\frac{1}{2gh(1-\zeta)}} \\ r_c &= \frac{e' z'}{4\pi \chi \cos(c'r)} + \\ &+ \sqrt{\frac{\mathfrak{B}}{2\pi \chi \sigma_c \cos(c'r)} \sqrt{\frac{1}{2gh(1-\zeta)}} + \left[ \frac{e' z'}{4\pi \chi \cos(c'r)} \right]^2} \\ r_c &= \frac{1}{4\pi \cos(c'r)} \left[ \frac{e' z'}{\chi} + \sqrt{\frac{8\pi \cdot \cos(c'r)}{\chi \sigma_c \sqrt{2gh(1-\zeta)}} \cdot \mathfrak{B} + \left( \frac{e' z'}{\chi} \right)^2} \right] \end{aligned} \right\} 39l.$$



Für positive Strahltriebwerke ergibt sich in gleicher Weise:

$$\mathfrak{B} = [\chi \sigma_a \cdot 2\pi r_a^2 \cos(c'r_a) - e'z' \sigma_a r_a] \times \sqrt{2gh(1+\zeta)} \left[ \frac{1}{2\vartheta(1-\lambda-\tau)} - 1 \right]$$

$$r_a = \frac{1}{4\pi \cos(c'r_a)} \times \left[ \chi + \sqrt{\frac{8\pi \cos(c'r_a) \mathfrak{B}}{\chi \cdot \sigma_a \sqrt{2gh(1+\zeta)} \left[ \frac{1}{2\vartheta(1-\lambda-\tau)} - 1 \right]} + \left( \frac{e'z'}{\chi} \right)^2} \right] \quad 39m.$$

In diesen Gleichungen sind überall  $\vartheta \geq \lambda \tau$  absolut zu nehmen.

§. 54.

Anwendung der gefundenen Resultate auf die Turbinen-Anordnungen des §. 51.

Wenden wir die Resultate des vorigen Paragraphen auf die Turbinen-Anordnungen des §. 51 an, und stellen wir die früheren Resultate der Uebersicht wegen hier noch einmal zusammen, so entsteht Folgendes:

1) Vollturbinen ohne Axialgeschwindigkeit mit geneigtem Eintritt und radialem Austritt,

Kreiselräder  $-A_{\beta 1}$ :

$(vr)_a = 0; (cr)_a = 0.$

$\text{tg}(cr)_a = -\text{tg}(vr)_a \left( \frac{r_a}{r_c} \right)^2 \frac{a_a}{a_c} \frac{1}{\gamma} \quad (\text{Gl. 37.})$

$\vartheta = - \left( \frac{r_c}{r_a} \right)^2 \text{tg}^2(vr)_a \quad (\text{Gl. 37.})$

$(w, r)_a = \sqrt{\frac{2gh(1-\zeta)}{\text{cotg}^2(vr)_a + 2 \left( \frac{r_c}{r_a} \right)^2 (1+\lambda)}} \quad (\text{Gl. 38.})$

$\mathfrak{B} = 2\pi \sigma_a r_a^2 \left( 1 - \frac{ez}{2\pi r_a \cos(vr)_a} \sqrt{\frac{2gh(1-\zeta)}{2 \left( \frac{r_c}{r_a} \right)^2 \text{tg}^2(vr)_a (1+\lambda) + 1}} \right)$

$= \frac{2\pi \sigma_a r_a^2}{-\text{tg}(vr)_a} \left( 1 - \frac{ez}{2\pi r_a \cos(vr)_a} \right) (w, r)_a \quad (\text{Erste Gl. 38.})$

$r_a = \frac{ez}{4\pi \cos(vr)_a} +$

$+ \sqrt{\frac{\mathfrak{B}}{2\pi \sigma_a} \sqrt{1 + 2 \left( \frac{r_c}{r_a} \right)^2 \text{tg}^2(vr)_a (1+\lambda)} + \left( \frac{ez}{4\pi \cos(vr)_a} \right)^2} \quad 40.$

2) Vollturbinen ohne Radialgeschwindigkeit mit geneigtem Eintritt und axialem Austritt,

Kreiselräder  $-B_{\beta 1}$ :

$(vz)_a = 0; (cz)_a = 0.$

$\text{tg}(cz)_a = -\text{tg}(vz)_a \frac{a_a}{a_c} \frac{1}{\gamma} \quad (\text{Gl. 37a.})$

$\vartheta = -\text{tg}^2(vz)_a \quad (\text{Gl. 37a.})$

$(w, r)_a = (w, r)_c = \sqrt{\frac{2gh(1-\zeta)}{\text{cotg}^2(vz)_a + 2(1+\lambda)}} \quad (\text{Gl. 38a.})$

$\mathfrak{B} = 2\pi \sigma_a r_a^2 \left( 1 - \frac{ez}{2\pi r_a \cos(vz)_a} \sqrt{\frac{2gh(1-\zeta)}{1 + 2 \text{tg}^2(vz)_a (1+\lambda)}} \right)$

$= \frac{2\pi \sigma_a r_a^2}{-\text{tg}(vz)_a} \left( 1 - \frac{ez}{2\pi r_a \cos(vz)_a} \right) (w, r)_a \quad 40a.$

$r_a = \frac{ez}{4\pi \cos(vr)_a} +$

$+ \sqrt{\frac{\mathfrak{B}}{2\pi \sigma_a} \sqrt{1 + 2 \text{tg}^2(vz)_a (1+\lambda)} + \left( \frac{ez}{4\pi \cos(vr)_a} \right)^2}$

3) Vollturbinen ohne Axialgeschwindigkeit mit radialem Eintritt und geneigtem Austritt.

Kreiselräder  $+A_{\beta 2}$ :

$(cr)_a = 0; (vr)_a = 0.$

$\text{tg}(cr)_a = -\text{tg}(vr)_a \left( \frac{r_a}{r_c} \right)^2 \frac{a_a}{a_c} \quad (\text{Gl. 37b.})$

$\vartheta = \sin^2(cr)_a \quad (\text{Gl. 37b.})$

$(w, r)_a = \sqrt{\frac{2gh(1+\zeta)}{1-\lambda}} \quad (\text{Gl. 38b.})$

$\mathfrak{B} = 2\pi \sigma_a r_a^2 \left( 1 - \frac{ez}{2\pi r_a} \right) \cos(cr)_a \sqrt{\frac{2gh(1+\zeta)}{2 \sin^2(cr)_a (1-\lambda)}}$

$= \frac{2\pi \sigma_a r_a^2}{-\text{tg}(vr)_a} \left( 1 - \frac{ez}{2\pi r_a} \right) \left( \frac{r_c}{r_a} \right)^2 \frac{1}{\gamma} \frac{a_c}{a_a} \sqrt{\frac{2gh(1+\zeta)}{2(1-\lambda)}}$

$= \frac{2\pi \sigma_a r_a^2}{-\text{tg}(vr)_a} \left( 1 - \frac{ez}{2\pi r_a} \right) \left( \frac{r_c}{r_a} \right)^2 \frac{1}{\gamma} \frac{a_c}{a_a} (w, r)_a \quad 40b.$

$r_a = \frac{ez}{4\pi} + \sqrt{\frac{-\text{tg}(vr)_a \mathfrak{B}}{2\pi \sigma_a} \frac{a_a}{a_c} \left( \frac{r_a}{r_c} \right)^2 \sqrt{\frac{2(1-\lambda)}{2gh(1+\zeta)}} + \left( \frac{ez}{4\pi} \right)^2}$

4) Vollturbinen ohne Radialgeschwindigkeit mit axialem Eintritt und geneigtem Austritt,

Kreiselräder  $+B_{\beta 2}$ :

$(cz)_a = 0; (vz)_a = 0.$

$\text{tg}(cz)_a = -\text{tg}(vz)_a \frac{a_a}{a_c} \quad (\text{Gl. 37c.})$

$\vartheta = \sin^2(cz)_a \quad (\text{Gl. 37c.})$

$(w, r)_a = (w, r)_c = \sqrt{\frac{2gh(1+\zeta)}{2(1-\lambda)}} \quad (\text{Gl. 38c.})$

$\mathfrak{B} = \frac{2\pi \sigma_a r_a^2}{-\text{tg}(vz)_a} \left( 1 - \frac{ez}{2\pi r_a} \right) \frac{1}{\gamma} \frac{a_a}{a_c} \sqrt{\frac{2gh(1+\zeta)}{2(1-\lambda)}}$

$= \frac{2\pi \sigma_a r_a^2}{-\text{tg}(vz)_a} \left( 1 - \frac{ez}{2\pi r_a} \right) \frac{1}{\gamma} \frac{a_c}{a_a} (w, r)_a \quad 40c.$

$r_a = \frac{ez}{4\pi} + \sqrt{\frac{-\text{tg}(vz)_a \mathfrak{B}}{2\pi \sigma_a} \frac{1}{\gamma} \sqrt{\frac{2(1-\lambda)}{2gh(1+\zeta)}} + \left( \frac{ez}{4\pi} \right)^2}$

In Bezug auf die Winkelzählung, namentlich wegen der Winkel  $(vr)_a, (vz)_a$ , ist das in §. 7 festgestellte Gesetz zu beachten.

2. Ueber die Form der Schaufeln, des Axialschnittes und der Bahn für Vollturbinen.

§. 55.

Untersuchung des Werthes  $\gamma$  des §. 42; Construction, durch welche  $\gamma=1$  wird; Voraussetzung für die folgenden Constructionen, daß  $\gamma=1$  sei.

Der Werth  $\gamma$  des §. 42 Gl. 34 ist zwar weder für den Werth des Modulus, noch für die Umdrehungsgeschwindigkeit bestimmend, und bei den negativen Vollturbinen, welche wir in den vorigen Paragraphen betrachtet haben, auch nicht für die Wassermenge und den Austrittsradius; allein derselbe ist für das Gesetz maassgebend, nach welchem sich das Wasser innerhalb der Zellen bewegt. Wir haben schon in §. 42 gesehen, daß der Werth  $\gamma$  gleich 1 gesetzt werden kann, wenn man unendlich dünne Schaufeln annimmt. Bei Turbinenschaufeln aus dünnem Blech werden wir, wenn dieselben constante Dicke haben, diese Annahme näherungsweise und ohne wesentlichen Fehler machen können, allein bei gegossenen Schaufeln von constanter Dicke  $e$  würde, wenn wir  $\gamma=1$  annehmen, doch ein mehr oder weniger erheblicher Fehler entstehen. Indessen läßt sich bei dergleichen gegossenen Schaufeln der Werth  $\gamma$  genau gleich 1 machen, wenn man die Dicke der Schaufeln veränderlich macht.

Es bezeichne zu diesem Zweck jetzt  $e$  die veränderliche Dicke der Schaufel,  $\gamma$  den mit  $r$  veränderlichen Werth, welcher entsteht, indem man anstatt  $r_a$  und  $\cos(vr)_a$  den veränderlichen Werth  $r$  und  $\cos(vr)$  einführt, dann ist zu schreiben nach Gl. 34:

$$\gamma = \frac{1 - \frac{e \cdot z}{2\pi r_a \cdot \cos(vr)_a}}{1 - \frac{e \cdot z}{2\pi r \cdot \cos(vr)}}$$

soll nun  $\gamma$  überall gleich 1 sein, so entsteht, da  $z$  die Anzahl der Schaufeln constant ist:

$$\frac{e}{\cos(vr)} = \frac{e_a}{\cos(vr)_a} \cdot \frac{r}{r_a} \quad \dots 40d.$$

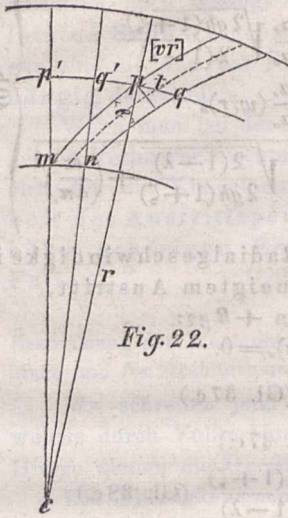


Fig. 22.

Nun ist  $\frac{e}{\cos(vr)} = pq$  (Fig. 22), also die Schaufelstärke auf der Drehungsperipherie gemessen; bezeichnen wir dieselben mit  $e^0$ , so folgt für  $\gamma=1$

$$\frac{e^0}{r_a} = \frac{r}{r_a}$$

das heißt, man kann den Werth  $\gamma$  constant gleich 1 machen, wenn man die Schaufelstärken auf der Drehungsperipherie gemessen sich ändern läßt, wie die Abstände von der Drehungsaxe.

Dies ist leicht zu construiren, denn wenn  $mn$  die Stärke  $e^0$  im Eintrittsradius ist, so

braucht man nur die Radien  $mc$  und  $nc$  zu ziehen und zwischen diesen Radien liegt nun die Stärke  $e^0$  für jeden andern Abstand, z. B. für den Radius  $p'c=r$  ist  $e^0=p'q'$  und wir haben nur nöthig,  $p'q'=pq$  zu machen, was am besten dadurch geschieht, daß man von der mittleren Schaufelform in  $t$  zu beiden Seiten  $\frac{1}{2} p'q' = tp = tq$  anträgt.

Für die folgenden Constructionen nehmen wir überall an, daß  $\gamma$  entweder näherungsweise oder, vermöge der angegebenen Construction genau gleich 1 gemacht sei.

Wenn man  $\gamma=1$  macht, so hat dies nicht nur Bequemlichkeiten für die Rechnung, sondern es wird sich nun auch das Gesetz für die Bewegung des Wassers durch die Vollturbinen viel einfacher gestalten und viel leichter übersehen lassen.

§. 56.

Allgemeine Betrachtung des Gesetzes für die Radial- resp. für die Axialgeschwindigkeiten bei Vollturbinen. Turbinen  $a b c$ ; Formen der Radprofile für die Turbinen  $a b c$ ; Radhöhe  $s$ .

Nach Gl. 34a ist:

$$\frac{c_{re}}{c_{ra}} = \frac{v_{re}}{v_{ra}} = \frac{r_a a_a}{r_e a_e} \gamma.$$

Nimmt man (§. 55)  $\gamma=1$  für jedes Profil, so kann man auch allgemein schreiben:

$$\left. \begin{aligned} \frac{c_r}{c_{ra}} &= \frac{v_r}{v_{ra}} = \frac{r_a a_a}{r a} \\ \frac{c_a}{c_{sa}} &= \frac{v_a}{v_{sa}} = \frac{a_a}{a} \end{aligned} \right\} \dots 41.$$

Das Gesetz, nach welchem sich die Radialgeschwindigkeiten ändern, ist also im Allgemeinen abhängig von dem Gesetz, nach welchem sich die Höhen  $a$  des Rades ändern, und umgekehrt, nimmt man ein Gesetz an für die Aenderung der Radialgeschwindigkeiten (Axialgeschwindigkeiten), so ist durch dasselbe auch das Gesetz für die Aenderung der Höhen bedingt.

Wir wollen zunächst die Turbinen  $A_\beta$  (ohne Axialgeschwindigkeit) betrachten.

Im Allgemeinen kann man das Gesetz für die Aenderung der Radialgeschwindigkeit vorher bestimmen und dann

die Turbine so construiren, daß dieses Gesetz erfüllt werde, oder man kann, ohne sich um das Gesetz für die Aenderung der Radialgeschwindigkeiten zu kümmern, die Schaufelform und die Höhen der Turbine beliebig gestalten, doch so, daß der Eintritts- und Austrittswinkel den bereits entwickelten Gesetzen unterliegt. Wir beabsichtigen das Gesetz für die Aenderung der Radialgeschwindigkeiten näher in Betracht zu ziehen.

Betrachten wir die Gl. 41 für die Turbinen  $A_\beta$ :

$$\frac{c_r}{c_{ra}} = \frac{r_a a_a}{r a},$$

so ist die Art, wie die Radialgeschwindigkeiten sich ändern, wesentlich abhängig von der Abhängigkeit der Höhen  $a$  von der Aenderung von  $r$ . Im Allgemeinen kann  $a$  irgend welche Function von  $r$  sein, es sind also unendlich viele Fälle für die Aenderung von  $c$ , möglich; nicht alle diese Fälle haben gleiche practische Bedeutung, und wir wollen unsere Untersuchungen nur auf folgende drei Fälle beschränken.

a) Die Höhen des Rades sind constant; in diesem Fall haben wir:

$$\left. \begin{aligned} \frac{c_r}{c_{ra}} &= \frac{r_a}{r}; \quad c_r = \frac{r_a c_{ra}}{r} = \frac{r_e c_{re}}{r} \end{aligned} \right\} \dots 41a.$$

d. h. die Radialgeschwindigkeiten ändern sich im umgekehrten Verhältniß der Radien. Turbinen dieser Anordnung, also Turbinen mit constanter Höhe, bezeichnen wir als Turbinen  $a$  (Turbinen  $A_\beta a$ ).

b) Die Höhen des Rades ändern sich im umgekehrten Verhältniß der Radien, also:

$$\frac{a_a}{a} = \frac{r}{r_a}.$$

Für diesen Fall wird durch Gl. 41:

$$\left. \begin{aligned} \frac{c_r}{c_{ra}} &= 1; \quad c_r = c_{ra} = c_{re} \end{aligned} \right\} \dots 41b.$$

d. h. die Radialgeschwindigkeiten sind constant. Turbinen dieser Anordnung bezeichnen wir als Turbinen  $b$  (Turbinen  $A_\beta b$ ).

c) Die Höhen des Rades ändern sich im umgekehrten Verhältniß der Quadrate der Radien, also:

$$\frac{a_a}{a} = \frac{r^2}{r_a^2}.$$

Für diesen Fall wird durch Gl. 41:

$$\left. \begin{aligned} \frac{c_r}{c_{ra}} &= \frac{r}{r_a}; \quad c_r = \frac{c_{ra}}{r_a} \cdot r = \frac{c_{re}}{r_e} r \end{aligned} \right\} \dots 41c.$$

d. h. die Radialgeschwindigkeiten ändern sich wie die Radien der Turbinen. Diese Anordnung bezeichnen wir als Turbinen  $c$  (Turbinen  $A_\beta c$ ).

Aehnliche Anordnungen könnten wir für die Turbinen  $B$  wählen, indem wir die Axialgeschwindigkeiten mit den Ordinaten  $z$  sich ändern lassen. Nach der eingeführten Bezeichnung würden wir haben:

Turbinen  $B_\beta a$ , wenn sich die Axialgeschwindigkeiten im umgekehrten Verhältniß der Ordinaten  $z$  ändern:

$$\left. \begin{aligned} \frac{c_a}{c_{sa}} &= \frac{z_a}{z} = \frac{a_a}{a} \end{aligned} \right\} \dots 41d.$$

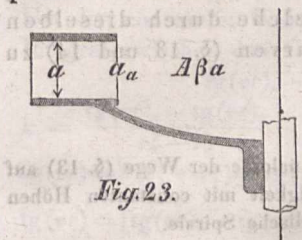
Turbinen  $B_\beta b$ , wenn die Axialgeschwindigkeiten constant sind:

$$\left. \begin{aligned} \frac{c_a}{c_{sa}} &= 1; \quad a_a = a \end{aligned} \right\} \dots 41e.$$

Turbinen  $B_\beta c$ , wenn sich die Axialgeschwindigkeiten wie die Ordinaten  $z$  ändern:

$$\left. \begin{aligned} \frac{c_a}{c_{sa}} &= \frac{z}{z_a} = \frac{a}{a_a} \end{aligned} \right\} \dots 41f.$$

Welches Gesetz für die Aenderung der Radial- resp. Axialgeschwindigkeiten angenommen werden mag, so ist durch dasselbe überall die Form der Begrenzung der Rad-profile bestimmt.



Für die Turbinen Aβa sind die Radbegrenzungen parallele Scheiben, das Profil des Axialschnittes (Fig. 23) ein Rechteck.

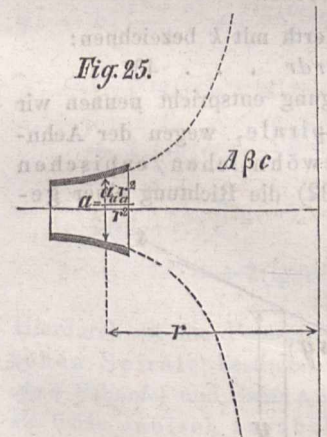
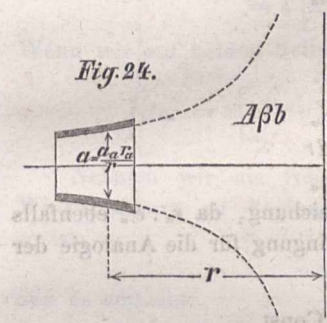
Für die Turbinen Aβb ist:

$$\left. \begin{aligned} a &= \frac{a_a r_a}{r} \\ ar &= a_a r_a \end{aligned} \right\} \dots 42.$$

Wenn nun  $a$  und  $r$  variabel sind, und als Coordinaten angesehen werden für ein Axensystem, dessen eine Axe mit  $r$  zusammenfällt, die andere durch den Ursprung von  $r$  geht, d. h. mit der Drehaxe  $Z$  zusammenfällt, so ist die Gleichung:

$$ar = a_a r_a = \text{constant}$$

die Asymptotengleichung der Hyperbel. Das Profil des Axialschnittes wird daher bei den Turbinen Aβb durch eine Figur gebildet, welche außer durch die Höhen  $a_a$  und  $a$  noch durch 2 Hyperbelbögen (Fig. 24) begrenzt wird. Die Asymptoten der Hyperbel sind die Richtungen  $r$  und  $Z$ .



Für die Turbinen Aβc ist:

$$\left. \begin{aligned} a &= \frac{a_a r_a^2}{r^2} \\ ar^2 &= a_a r_a^2 = \text{const.} \end{aligned} \right\} \dots 42 a.$$

Die letzte Gleichung ist wieder die Asymptotengleichung der sogenannten cubischen Hyperbel. Die Figur des Axialprofils ist also nach Fig. 25 zu wählen.

Für die Turbinen Bβa ist:

$$a = \frac{a_a}{z_a} \cdot z \quad \dots 42 b.$$

Dies ist die Gleichung der geraden Linie; die Figur des Axialprofils ist also ein Trapez, welches sich nach dem Ausfluß hin erweitert (Fig. 26). Nennen wir die Höhe des Rades  $s$ , so ist:

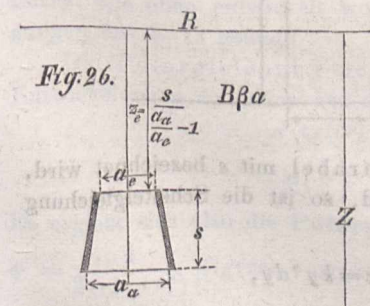
$$z_a = z_c + s$$

und da auch:

$$z_a = \frac{a_a}{a_c} z_c$$

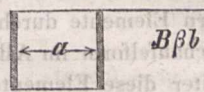
ist, so folgt:

$$z_c = \frac{s}{\frac{a_a}{a_c} - 1}$$



als die Entfernung des Ursprungs der Coordinaten von dem Eintrittspunkte.

Fig. 27.



Für die Turbinen Bβb ist:

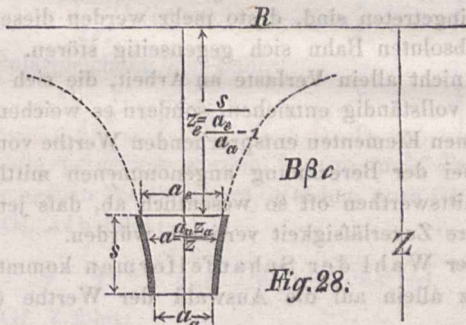
$$a = a_a$$

folglich ist die Figur des Axialprofils ein Rechteck (Fig. 27).

Für die Turbinen Bβc ist:

$$\left. \begin{aligned} a &= \frac{a_a z_a}{z} \\ az &= a_a z_a \end{aligned} \right\} \dots 42 c.$$

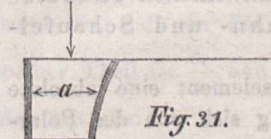
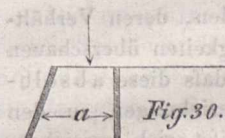
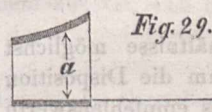
Dies ist wieder die Asymptotengleichung der Hyperbel; die Figur des Axialschnittes ist also durch zwei Hyperbelbögen eingeschlossen, deren Asymptoten die Mittellinie des Profils (parallel mit der Axe  $Z$ ) und die  $R$ -Axe bilden, auf welcher hier die Höhen  $a$  gemessen sind (Fig. 28). Um



die Lage der  $R$ -Axe zu bestimmen, nennen wir wieder die Höhe des Rades  $s$ ; es ist  $z_a = z_c + s$  und auch  $z_a = \frac{a_c z_c}{a_a}$ ; indem wir beide Werthe gleich setzen, entsteht:

$$z_c = \frac{s}{\frac{a_c}{a_a} - 1} \quad \dots 42 d.$$

wodurch die Entfernung der  $R$ -Axe von der Eintrittsöffnung zu bestimmen ist, wenn  $\frac{a_c}{a_a}$  und  $s$  gegeben sind.



Bei der Verzeichnung dieser Axialschnitte ist überall darauf Rücksicht genommen, daß die Mittellinie (Schwerpunktlinie) des durch die Zelle fließenden Wasserkörpers bei den Turbinen A keine Axialgeschwindigkeit und bei den Turbinen B keine Radialgeschwindigkeit bekomme. Wenn man eine geringe Neigung des mittleren Wasserfadens gegen die Axe oder gegen den Radius zulassen will, kann man auch die Form 29, 30 und 31 wählen anstatt 24 oder 25 resp. 26 und 28.

§. 57.

Darstellung der Gründe, aus denen es empfehlenswerth ist, die Schaufform so zu wählen, daß die absoluten Bahnen Curven geben, welche mit der Schaufform analog sind.

Bei der Bewegung der Flüssigkeit durch die Vollturbine hat man es niemals mit einem einzelnen Wasserelement zu

thun, welches längs der Schaufel fortgleitend eine bestimmte absolute Bahn durchläuft, sondern es treten zugleich in jede Zelle unendlich viele solcher Elemente ein, von denen nur eine gewisse Anzahl, welche an der Schaufel entlang gleitet, wirklich diejenige relative Bahn beschreibt, die durch die Schaufel vorgeschrieben ist; alle andern Elemente durchlaufen relative Bahnen, welche von der Schaufelform im Allgemeinen um so mehr abweichen, je weiter diese Elemente von der wirklichen Schaufelcurve entfernt bleiben müssen und nur durch indirecte Berührung (§. 1) mit derselben zusammenhängen. Die Folge davon ist, daß auch die absoluten Bahnen dieser verschiedenen Elemente verschieden ausfallen müssen.

Je mehr diese absoluten Bahnen der einzelnen Elemente von einander abweichen, das heißt je größere Verschiedenheit in der Richtung und in der Geschwindigkeit zwischen den einzelnen gleichzeitig in das Rad eintretenden Elementen im Verlauf ihres absoluten Weges nach Ablauf einer bestimmten Zeit vom Augenblick des Eintrittes an gerechnet, eingetreten sind, desto mehr werden diese Elemente in ihrer absoluten Bahn sich gegenseitig stören. Hierdurch entstehen nicht allein Verluste an Arbeit, die sich der Rechnung fast vollständig entziehen, sondern es weichen auch die den einzelnen Elementen entsprechenden Werthe von  $\theta$  u. s. w. von den bei der Berechnung angenommenen mittleren oder Durchschnittswerthen oft so wesentlich ab, daß jene Berechnungen ihre Zuverlässigkeit verlieren würden.

Bei der Wahl der Schaufelformen kommt es daher nicht ganz allein auf die Auswahl der Werthe  $(cr)$ ,  $(cr)_a$

$(vr)_e$ ,  $(vr)_a$   $\frac{r_a}{r_e} \frac{a_a}{a_e}$  u. s. w. an, sondern es kommt auch noch

wesentlich darauf an, daß die Schaufelform in ihrem Verlauf und überhaupt die sämmtlichen Verhältnisse der Turbine so gewählt werden, daß die absoluten Bahnen der einzelnen gleichzeitig in eine Zelle eintretenden Elemente möglichst wenig von einander der Richtung und Geschwindigkeit nach abweichen, so nämlich, daß die in parallelen Richtungen und mit gleicher Geschwindigkeit gleichzeitig eintretenden Elemente auch im ganzen Verlauf ihrer absoluten Bahn in jedem Augenblick parallel und unter einander sich gleich geschwinde bewegen.

Um die hierbei vorkommenden Verhältnisse möglichst vollkommen übersehen zu können, und um die Disposition derselben in der Hand zu behalten, wird es empfehlenswerth sein, nicht nur überhaupt die Turbinen so zu ordnen, daß die absoluten Bahnen Curven darstellen, deren Verhältnisse und Richtungen sich ohne Schwierigkeiten überschauen lassen, sondern auch so zu construiren, daß diese absoluten Bahnen in möglichst einfachen Beziehungen zu den Schaufelcurven stehen. Dies nun läßt sich erreichen, wenn wir die in den §§. 13 und 14 entwickelten „Gesetze der Analogie zwischen den Bahn- und Schaufelcurven“ in Anwendung bringen.

Wenn nämlich jedes Flüssigkeitselement eine absolute Bahn durchläuft, deren Polargleichung sich von der Polargleichung der Schaufel nur in den constanten Werthen unterscheidet, im Uebrigen aber die veränderlichen Werthe nur in übereinstimmenden (analogen) Potenzen enthält, so wird einerseits sich die Form der absoluten Bahn, welche vermöge einer gegebenen Schaufelform durchlaufen wird, leicht überschauen lassen, und andererseits werden die absoluten Bahnen der einzelnen Elemente, falls ihre constanten Werthe im Eintrittspunkte genau, oder doch sehr nahe übereinstim-

men, entweder congruente oder doch sehr nahe congruente Curven, jedenfalls ähnliche Curven beschreiben.

Wir stellen uns hiernach die Aufgabe, die Schaufelcurven der Turbinen so zu construiren, daß die absoluten Wege, welche durch dieselben bedingt werden, analoge Curven (§. 13 und 14) zu den Schaufelcurven werden.

§. 58.

Anwendung des ersten Gesetzes der Analogie der Wege (§. 13) auf die Vollturbinen ohne Axialgeschwindigkeit mit constanten Höhen ( $A\beta a$ ). Cubisch-parabolische Spirale.

Betrachten wir zunächst die Turbinen  $A\beta a$  unter dem im vorigen Paragraphen aufgestellten Gesichtspunkt. Nach §. 13 Gl. 8 ist die Bedingung für die Analogie der Wege:

$$\frac{dtg(vr)}{d\left(\frac{r}{c_r}\right)} = \text{Const.}$$

Es ist aber nach Gl. 41 a:

$$c_r = \frac{r_a c_{r_a}}{r}$$

also:

$$\frac{r}{c_r} = \frac{r^2}{r_a c_{r_a}}$$

$$d\left(\frac{r}{c_r}\right) = \frac{2r dr}{r_a c_{r_a}}$$

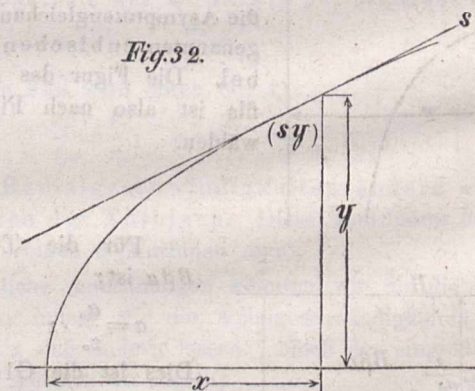
Es folgt also aus der obigen Gleichung, da  $r_a \cdot c_{r_a}$  ebenfalls ein constanter Werth ist, die Bedingung für die Analogie der Wege:

$$\frac{dtg(vr)}{2r dr} = \text{Const.}$$

und wenn wir den constanten Werth mit  $k$  bezeichnen:

$$dtg(vr) = 2kr dr \dots 43.$$

Eine Curve, welche dieser Bedingung entspricht nennen wir eine cubisch parabolische Spirale, wegen der Aehnlichkeit, welche sie mit der gewöhnlichen cubischen Parabel hat, denn wenn (Fig. 32) die Richtung einer ge-



wöhnlichen cubischen Parabel mit  $s$  bezeichnet wird,  $y$  und  $x$  ihre Coordinaten sind, so ist die Scheitelgleichung derselben in der Form:

$$y^3 = \frac{3}{k}x; \quad dx = ky^2 dy,$$

darzustellen, wo  $k$  ein constanter Werth ist; es folgt dann

$$tg(sy) = \frac{dx}{dy} = ky^2$$

$$dtg(sy) = 2ky dy$$

Die cubisch parabolische Spirale hat also eine analoge Beziehung zu den Polarcoordinaten, wie die gewöhnliche cubische Parabel zu den rechtwinkligen Coordinaten.

Aus Gl. 43 folgt durch Integriren:

$$\int_{r_e}^r dtg(vr) = 2k \int_{r_e}^r r dr \quad . . . 43a.$$

$$tg(vr) - tg(vr)_e = k(r^2 - r_e^2)$$

Um den constanten Werth  $k$  zu bestimmen, nehmen wir das Integral zwischen den Grenzen  $r_a$  und  $r_e$ ; es ergibt sich:

$$k = \frac{tg(vr)_a - tg(vr)_e}{r_a^2 - r_e^2}$$

$$tg(vr) = k(r^2 - r_e^2) + tg(vr)_e \quad . . . 43b.$$

$$tg(vr) = [tg(vr)_a - tg(vr)_e] \frac{r^2 - r_e^2}{r_a^2 - r_e^2} + tg(vr)_e$$

Nun können wir leicht die Polargleichung der Curve bestimmen. Nach Gl. 6 ist:

$$d\varphi_{,,} = \frac{dr}{r} tg(vr)$$

also:

$$d\varphi_{,,} = [k(r^2 - r_e^2) + tg(vr)_e] \frac{dr}{r}$$

$$= k \left[ r dr + \frac{dr}{r} \left( \frac{tg(vr)_e}{k} - r_e^2 \right) \right]$$

Wenn wir auf beiden Seiten integrieren, entsteht:

$$\int_{\varphi_{,,e}}^{\varphi_{,,}} d\varphi_{,,} = k \left[ \int_{r_e}^r r dr + \left( \frac{tg(vr)_e}{k} - r_e^2 \right) \int_{r_e}^r \frac{dr}{r} \right]$$

Nehmen wir als festen Radius, von welchem die Winkelzählung zu beginnen hat, den Eintrittsradius, so ist:

$$\varphi_{,,e} = 0$$

und es entsteht:

$$\varphi_{,,} = k \left[ \frac{r^2 - r_e^2}{2} + \left( \frac{tg(vr)_e}{k} - r_e^2 \right) \ln \frac{r}{r_e} \right]$$

$$= \left\{ \frac{1}{2} \left( tg(vr)_a - tg(vr)_e \right) \frac{r^2 - r_e^2}{r_a^2 - r_e^2} + \right.$$

$$\left. + 2 \left( tg(vr)_e - \frac{[tg(vr)_a - tg(vr)_e] r_e^2}{r_a^2 - r_e^2} \right) \ln \frac{r}{r_e} \right\} \quad . . . 43c.$$

$$= \frac{1}{2(r_a^2 - r_e^2)} \left\{ [tg(vr)_a - tg(vr)_e] (r^2 - r_e^2) + \right.$$

$$\left. + 2(tg(vr)_e r_a^2 - tg(vr)_a r_e^2) \ln \frac{r}{r_e} \right\}$$

Hierdurch ist die Polargleichung der cubisch parabolischen Spirale bestimmt. Sollen nun bei den Turbinen  $A\beta a$  Schaufel und Bahn analoge Curven sein, so müssen sie beide cubisch parabolische Spiralen sein, denn die cubisch parabolische Spirale ist für diese Anordnung diejenige Curve, wie oben entwickelt worden ist, welche den Bedingungen des §. 13 genügt.

Die Polargleichung der Bahn ist durch dieselben Entwicklungen zu finden aus der Bedingung (Gl. 8):

$$\frac{d(tg(cr))}{d\left(\frac{r}{c}\right)} = \text{Const.}$$

Es ergibt sich also die Polargleichung der Bahn:

$$\varphi = \frac{1}{2(r_a^2 - r_e^2)} \left\{ [tg(cr)_a - tg(cr)_e] (r^2 - r_e^2) + \right.$$

$$\left. + 2(r_a^2 tg(cr)_e - r_e^2 tg(cr)_a) \ln \frac{r}{r_e} \right\} \quad . . . 44.$$

Nun ist aber nach dem Gesetz der Tangenten (Gl. 5a) für den vorliegenden Fall wegen Gl. 41a:

$$\frac{tg(cr)_a - tg(vr)_a}{tg(cr)_e - tg(vr)_e} = \frac{c_{re}}{c_{ra}} \cdot \frac{r_a}{r_e} = \frac{r_a^2}{r_e^2},$$

woraus folgt:

$$r_e^2 tg(cr)_a - r_a^2 tg(cr)_e = r_e^2 tg(vr)_a - r_a^2 tg(vr)_e.$$

Bezeichnen wir mit  $q$  den Werth:

$$q = \frac{r_e^2 tg(cr)_a - r_a^2 tg(cr)_e}{r_a^2 - r_e^2} = \frac{r_e^2 tg(vr)_a - r_a^2 tg(vr)_e}{r_a^2 - r_e^2} \quad . . . 44a.$$

so folgt noch:

$$\frac{r_a^2 - r_e^2}{r_e^2} \cdot q + \frac{r_a^2}{r_e^2} tg(cr)_e = tg(cr)_a$$

$$tg(cr)_a - tg(cr)_e = \frac{r_a^2 - r_e^2}{r_e^2} \cdot q + \frac{r_a^2}{r_e^2} tg(cr)_e - tg(cr)_e =$$

$$= \frac{r_a^2 - r_e^2}{r_e^2} (tg(cr)_e + q)$$

$$tg(vr)_a - tg(vr)_e = \frac{r_a^2 - r_e^2}{r_e^2} (tg(vr)_e + q)$$

$$tg(cr)_a - tg(cr)_e = \frac{r_a^2 - r_e^2}{r_e^2} (tg(cr)_e + q)$$

Setzen wir diese Werthe in die Gleichungen für  $\varphi$  und  $\varphi_{,,}$  ein, so ergibt sich für den Fall  $A\beta a$ , wenn die Schaufel und die Bahn analoge Curven sein sollen,

die Polargleichung der Schaufel:

$$\varphi_{,,} = \frac{r^2 - r_e^2}{2r_e^2} (tg(vr)_e + q) - q \ln \frac{r}{r_e} \quad . . . 44b.$$

die Polargleichung der Bahn:

$$\varphi = \frac{r^2 - r_e^2}{2r_e^2} (tg(cr)_e + q) - q \ln \frac{r}{r_e}$$

Wenn richtig gerechnet worden ist, so muß die Differenz  $\varphi - \varphi_{,,}$  denselben Werth liefern, welchen auch Gl. 7b liefert.

Aus Gl. 44b folgt:

$$\varphi - \varphi_{,,} = \frac{r^2 - r_e^2}{2r_e^2} [tg(cr)_e - tg(vr)_e]$$

Aus Gl. 7 folgt:

$$\varphi - \varphi_{,,} = [tg(cr)_e - tg(vr)_e] \frac{c_{re}}{r_e} \int_{r_e}^r \frac{dr}{c_r}$$

Setzen wir für  $c_r$  den Werth der Gl. 41a ein:

$$c_r = \frac{r_e c_{re}}{r}$$

so entsteht:

$$\varphi - \varphi_{,,} = [tg(cr)_e - tg(vr)_e] \frac{1}{r_e^2} \int_{r_e}^r r dr$$

und dieser Werth stimmt nach Ausführung des Integrals mit dem aus Gl. 44b berechneten überein.

§. 59.

Graphische Darstellung der cubisch parabolischen Spirale. Schaufelconstruction für die Turbinen  $A\beta a$ .

Die graphische Construction der cubisch parabolischen Spirale ist leicht auszuführen, wenn, wie dies bei der Schaufelcurve gewöhnlich ist, die Winkel  $(vr)_e$   $(vr)_a$  und die Radien  $r_e$  und  $r_a$  gegeben sind. Man berechnet zunächst den Werth  $q$  aus Gl. 44a, dann theilt man  $r_a$  in eine passende Anzahl gleicher Theile, z. B. in  $m$  gleiche Theile, am besten so, daß ein Theilpunkt mit  $r_e$  zusammenfällt; jeder solcher Theil ist  $\frac{r_a}{m}$  und es sei  $r_e$  gleich  $n_e$  dieser Theile.

Man hat also:

$$r_e = \frac{n_e}{m} r_a$$

$$r = \frac{n}{m} r_a$$

Bezeichnen wir die Theilpunkte von  $r_e$  nach  $r_a$  hin gezählt, mit 1 2 3 . . .  $m$  und die den betreffenden Theilpunkten entsprechenden Werthe mit diesen Zahlen als Zeiger, so haben wir:

$$\begin{aligned} r_c &= \frac{n_c}{m} r_a \\ r_1 &= \frac{n_1}{m} r_a \\ r_2 &= \frac{n_2}{m} r_a \\ &\vdots \\ r_a &= \frac{n_m}{m} r_a = r_a \end{aligned}$$

Der Bogen  $\varphi''_a$ , welcher dem Austrittsradius entspricht, ist nun:

$$\begin{aligned} \varphi''_a &= \frac{r_a^2 - r_c^2}{2r_c^2} (\operatorname{tg}(vr)_c + q) - q \ln \frac{r_a}{r_c} \\ &= \frac{r_a^2 - r_c^2}{2r_c^2} (\operatorname{tg}(vr)_c + q) - q \ln \frac{r_a}{r_c} \\ &= \frac{1 - \left(\frac{n_c}{m}\right)^2}{2 \frac{n_c^2}{m^2}} (\operatorname{tg}(vr)_c + q) - q \ln \frac{m}{n_c} \\ \varphi''_a &= \frac{m^2 - n_c^2}{2} \left( \operatorname{tg}(vr)_c + q \right) - q \ln \frac{m}{n_c} \end{aligned} \quad . . . 45.$$

Der Winkel  $\varphi''_a$ , welcher diesem Werth entspricht, ist zu berechnen und entweder in Gradmaass auszudrücken, und an den Radius  $r_c$  anzutragen, oder durch Eintheilung eines Radius in 100 Theile und Abtragung einer dem Winkel  $\varphi''_a$  entsprechenden Anzahl von Theilen auf der diesem Radius zugehörigen Peripherie zu bestimmen.

Jeder andere Winkel, z. B. der dem Radius  $n$  entsprechende, drückt sich aus durch:

$$\begin{aligned} \varphi''_n &= \frac{\frac{n^2}{m^2} - \frac{n_c^2}{m^2}}{2 \frac{n_c^2}{m^2}} (\operatorname{tg}(vr)_c + q) - q \left[ \ln \frac{n}{m} - \ln \frac{n_c}{m} \right] \\ &= \left( \frac{n^2}{n_c^2} - 1 \right) \frac{1}{2} (\operatorname{tg}(vr)_c + q) - q \ln \frac{n}{n_c} \end{aligned} \quad . . . 45 a.$$

Es verhält sich dieser Winkel zu dem grössten Winkel  $\varphi''_a$ :

$$\frac{\varphi''_n}{\varphi''_a} = \frac{\left( \frac{n^2}{n_c^2} - 1 \right) (\operatorname{tg}(vr)_c + q) - 2q \ln \frac{n}{n_c}}{\left( \frac{m^2}{n_c^2} - 1 \right) (\operatorname{tg}(vr)_c + q) - 2q \ln \frac{m}{n_c}}$$

Indem man in diesen Ausdruck nach und nach für  $n$  die Werthe  $n_1, n_2, n_3$  u. s. w. einsetzt, bekommt man das Verhältniss der betreffenden Theilwinkel zu dem grössten Winkel, und wenn man den Bogen irgend eines Kreises, welcher Bogen gleich dem zum grössten Winkel gehörigen Bogen ist, nach dem betreffenden Verhältniss theilt, so kann man durch Ziehen der Radien die betreffenden Winkel für jeden Radius abschneiden, und dadurch die Curve construiren.

Erstes Beispiel.

Es sei z. B. die Schaufelcurve für eine Fourneryon'sche Vollturbine mit constanter Höhe zu construiren, unter der Bedingung, dass die absolute Bahn und die Schaufel analoge Curven seien. Beide müssen dann

	0	1	2
$n = n_c =$	15;	16;	17;
$\frac{n}{n_c} =$	1;	$\frac{16}{15}$	$\frac{17}{15}$
$\frac{n^2}{n_c^2} - 1 =$	0;	0,1378;	0,2845;
$2 \ln \frac{n}{n_c} =$	0;	0,1291;	0,2501;
$\frac{n^2}{n_c^2} - \left( 1 + 2 \ln \frac{n}{n_c} \right) =$	0;	0,0087;	0,0344;
$\frac{\varphi''_n}{\varphi''_a} =$	0;	0,0303;	0,1198;
$\frac{\varphi''_n}{\varphi''_a} =$	0;	3,03 ;	11,98 ;

cubisch parabolische Spiralen sein. Wir geben beispielsweise die folgenden Annahmen: Die Schaufel soll an der Eintrittsperipherie radial sein, die äussere Peripherie aber unter einem spitzen Winkel  $-(13^\circ 30')$  schneiden. Es ist also nach der von uns angenommenen Winkelzählung (§. 7):

$$\begin{aligned} [vr]_a &= 76^\circ 30' \\ (vr)_a &= 283^\circ 30' \\ \operatorname{tg}(vr)_a &= -\operatorname{tg}[vr]_a = -4,1653 \\ \operatorname{tg}(vr)_c &= 0. \end{aligned}$$

Ferner sei der Austrittshalbmesser  $r_a = 1,4 r_c$ . Nun ist nach Gl. 45 der grösste Bogen, welcher dem Austritt entspricht:

$$\varphi''_a = \frac{r_a^2 - r_c^2}{2r_c^2} q - q \ln \frac{r_a}{r_c} = \frac{1}{2} q \left[ \frac{r_a^2}{r_c^2} - 1 - 2 \ln \frac{r_a}{r_c} \right]$$

und nach Gl. 44 a:

$$q = \frac{r_c^2}{r_a^2 - r_c^2} \operatorname{tg}(vr)_a = -\frac{1}{\frac{r_a^2}{r_c^2} - 1} \cdot \operatorname{tg}[vr]_a$$

also:

$$\begin{aligned} \varphi''_a &= \operatorname{tg}(vr)_a \left\{ 0,5 - \frac{1}{\frac{r_a^2}{r_c^2} - 1} \ln \frac{r_a}{r_c} \right\} = \\ &= -\operatorname{tg}[vr]_a \left\{ 0,5 - \frac{1}{1,4^2 - 1} \ln 1,4 \right\} \\ &= -\operatorname{tg}[vr]_a \left\{ 0,5 - \frac{1}{0,96} \cdot 0,33647 \right\} \end{aligned} \quad . . . 45 c.$$

$$\varphi''_a = -0,1495 \operatorname{tg}[vr]_a$$

In unserm Fall ist  $\operatorname{tg}[vr]_a = 4,1653$ , also:

$$\varphi''_a = -0,6227 = -(35^\circ 40' 42'')$$

Nun wollen wir die Kranzbreite in 6 gleiche Theile theilen; die Kranzbreite ist  $r_a - r_c = r_a \left( 1 - \frac{1}{1,4} \right) = \frac{2}{7} r_a$ ; jeder dieser Abstände ist also  $\frac{1}{6} \cdot \frac{2}{7} r_a = \frac{1}{21} r_a$ ; bezeichnen wir die Theilpunkte, wie oben angegeben, mit 1 2 3 4 . . . , so ist für den Theilpunkt:

$$\begin{aligned} 0 & & 1 & & 2 & & 3 \\ r = r_c = \frac{15}{21} r_a; & r_1 = \frac{16}{21} r_a; & r_2 = \frac{17}{21} r_a; & r_3 = \frac{18}{21} r_a; \\ & 4 & 5 & 6 \\ r_4 = \frac{19}{21} r_a; & r_5 = \frac{20}{21} r_a; & r_6 = r_a \end{aligned}$$

und weil hier  $\operatorname{tg}(vr)_c = 0$  ist, lässt sich das oben (Gl. 45 b) entwickelte Verhältniss für  $\frac{\varphi''_n}{\varphi''_a}$  durch  $q$  heben und es entsteht:

$$\begin{aligned} \frac{\varphi''_n}{\varphi''_a} &= \frac{\left( \frac{n^2}{n_c^2} - 1 \right) - 2 \ln \frac{n}{n_c}}{\frac{m^2}{n_c^2} - 1 - 2 \ln \frac{m}{n_c}} = \frac{\frac{n^2}{n_c^2} - \left( 1 + 2 \ln \frac{n}{n_c} \right)}{\left( \frac{21}{15} \right)^2 - 1 - 2 \ln \frac{21}{15}} \\ &= \frac{\frac{n^2}{n_c^2} - \left( 1 + 2 \ln \frac{n}{n_c} \right)}{0,96 - 2 \cdot 0,33647} = \frac{\frac{n^2}{n_c^2} - \left( 1 + 2 \ln \frac{n}{n_c} \right)}{0,28706} \end{aligned}$$

Für die einzelnen Theilpunkte entsteht nun:

3	4	5	6
$n_3 = 18;$	$n_4 = 19;$	$n_5 = 20;$	$n_6 = 21$
$\frac{18}{15}$	$\frac{19}{15}$	$\frac{20}{15}$	$\frac{21}{15}$
0,4400;	0,6044;	0,7778;	0,9600;
0,3646;	0,4728;	0,5753;	0,6729;
0,0754;	0,1316;	0,2025;	0,2871;
0,2626;	0,4584;	0,7053;	1,0000;
26,26 ;	45,84 ;	70,53 ;	100 ;

Es ist nun leicht die Curve zu verzeichnen (Fig. 33).

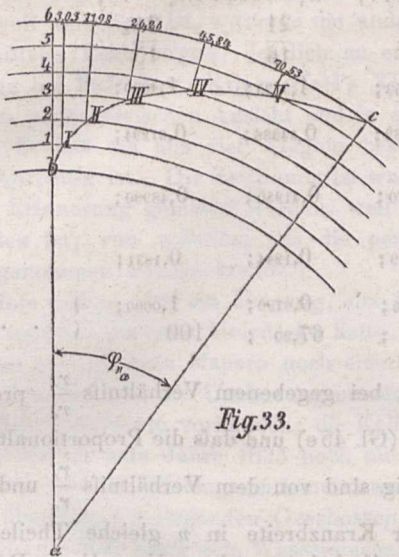


Fig. 33.

Mit dem Halbmesser  $r_a = ac$  wird ein Kreis beschrieben, ein zweiter aus demselben Mittelpunkt mit dem Halbmesser  $ab = r_c = \frac{5}{7} r_a$ ; die Kranzbreite wird in 6 gleiche Theile getheilt; Kreise werden durch die Theilpunkte 1 2 3 4 5 6 beschrieben; der Winkel  $\varphi_{v,a}$  wird an den Halbmesser  $r_c$  angetragen, so daß Winkel  $\widehat{bac} = -35^\circ 40' 42''$  ist; statt dessen kann man den Halbmesser  $r_a$  in 100 Theile theilen und den Bogen  $c6 = 62,27$  solcher Theile machen. Nun theile man den Bogen  $c6$  in 100 Theile, trage die oben ermittelten Proportionaltheile der Reihe nach von dem Radius  $ab$  an gezählt ab, ziehe durch die so bestimmten Punkte die Radien; diese schneiden die Kreise in den Punkten I II III IV V VI; durch diese Punkte wird eine stetige Curve gelegt.

Man wolle übrigens bemerken, daß bei demselben Verhältniß  $\frac{r_a}{r_c}$  der Bogen  $\varphi_{v,a}$  proportional der Tangente von  $[vr]_a$  wird, und daß die Proportionaltheile für  $\varphi_{v,1}, \varphi_{v,2}, \varphi_{v,3}, \dots$  bei der Eintheilung der Kranzbreite in 6 gleiche Theile, unabhängig von dem Winkel  $\varphi_{v,a}$  und nur abhängig von dem Werth  $\frac{r_a}{r_c}$  bleiben. Hat man also eine cubisch parabolische Spirale zu construiren, welche die innere Peripherie unter 90 Grad ( $(vr)_e = 0$ ) und die äußere Peripherie unter einem andern als dem hier angenommenen Winkel schneidet, so hat man nur  $\varphi_{v,a} = -0,1495 \operatorname{tg}(vr)_a$  zu bestimmen und im Uebrigen dieselbe Eintheilung zu machen, wenn  $\frac{r_a}{r_c}$  denselben Werth hat.

Zweites Beispiel.

Es sei für eine Vollturbine mit äußerem Eintritt die Schaufelform als cubisch parabolische Spirale zu construiren. Gegeben ist der Winkel  $(vr)_e = 0$ . Bei der angenommenen Winkelzählung ist nun (Fig. 34) der Winkel  $(vr)_a$  im dritten Quadranten, also  $\operatorname{tg}(vr)_a = \operatorname{tg}[vr]_a$ ; es sei  $[vr]_a = 64^\circ 48'$ , so daß also die Spirale die Austrittsperipherie, hier die kleinere Peripherie unter einem Winkel von  $25^\circ 12'$  schneidet. Das Verhältniß der Radhalbmesser sei:

$$\frac{r_a}{r_c} = \frac{1}{1,4} = 0,7143$$

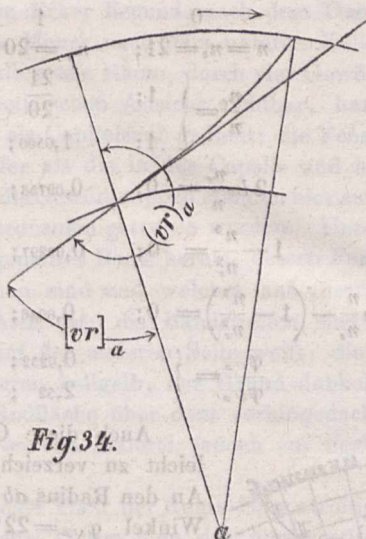


Fig. 34.

Wir haben jetzt:

$$[vr]_a = 64^\circ 48'$$

$$(vr)_a = 244^\circ 48'$$

$$\operatorname{tg}(vr)_a = \operatorname{tg}[vr]_a = 2,1251$$

Folglich ist nach Gl. 45 c:

$$\begin{aligned} \varphi_{v,a} &= \operatorname{tg}[vr]_a \left\{ 0,5 - \frac{1}{\frac{r_a^2}{r_c^2} - 1} \ln \frac{r_a}{r_c} \right\} = \\ &= \operatorname{tg}[vr]_a \left\{ 0,5 - \frac{1}{1,4^2 - 1} \ln \frac{1}{1,4} \right\} \quad \dots 45 e. \\ &= \operatorname{tg}[vr]_a \left\{ 0,5 - \left( \frac{1,96}{0,96} 0,33647 \right) \right\} \\ &= -0,1870 \operatorname{tg}[vr]_a \end{aligned}$$

Folglich ist in unserm Falle:

$$\varphi_{v,a} = -0,1870 \cdot 2,1251 = -0,3974 = -(22^\circ 46').$$

Theilen wir wieder die Kranzbreite in 6 gleiche Theile; die Kranzbreite ist  $r_c - r_a = r_a \left( \frac{r_c}{r_a} - 1 \right) = 0,4 r_a$ , jeder solcher Theil ist also  $\frac{0,4}{6} r_a = \frac{1}{15} r_a$ ; bezeichnen wir die Theilpunkte von dem Eintrittshalbmesser nach dem Austrittshalbmesser mit 1 2 3 ..., so ist für die Theilpunkte:

$$\begin{aligned} r &= r_c = \frac{21}{15} r_a; r_1 = \frac{20}{15} r_a; r_2 = \frac{19}{15} r_a; r_3 = \frac{18}{15} r_a; \\ r_4 &= \frac{17}{15} r_a; r_5 = \frac{16}{15} r_a; r_6 = r_a \end{aligned}$$

Nun ist nach Gl. 45 b, wenn wir wieder durch  $q$  heben, da  $\operatorname{tg}(vr)_e = 0$  sein soll:

$$\begin{aligned} \varphi_{v,a} &= \frac{\left( \frac{n^2}{n_c^2} - 1 \right) - 2 \ln \frac{n}{n_c}}{\left( \frac{m^2}{n_c^2} - 1 \right) - 2 \ln \frac{m}{n_c}} = \frac{\frac{n^2}{n_c^2} - 1 - 2 \ln \frac{n}{n_c}}{\left( \frac{15}{21} \right)^2 - 1 - 2 \ln \frac{15}{21}} \\ &= \frac{1 - \frac{n^2}{n_c^2} - 2 \ln \frac{n_c}{n}}{1 - \left( \frac{15}{21} \right)^2 - 2 \ln \frac{21}{15}} \\ &= \frac{1 - \frac{n^2}{n_c^2} - 2 \ln \frac{n_c}{n}}{0,4898 - 2 \cdot 0,33647} = \frac{2 \ln \frac{n_c}{n} - \left( 1 - \frac{n^2}{n_c^2} \right)}{0,18314} \end{aligned}$$

Für die einzelnen Theilpunkte entsteht nun:

	0	1	2	3	4	5	6
$n = n_e = 21;$	$n_1 = 20;$	$n_2 = 19;$	$n_3 = 18;$	$n_4 = 17;$	$n_5 = 16;$	$n_6 = 15;$	
$\frac{n_c}{n} = \left\{ \begin{array}{l} 1; \\ 1; \end{array} \right.$	$\frac{21}{20}$	$\frac{21}{19}$	$\frac{21}{18}$	$\frac{21}{17}$	$\frac{21}{16}$	$\frac{21}{15}$	
$2 \ln \frac{n_c}{n} = 0;$	1,0500;	1,1053;	1,1667;	1,2353;	1,3125;	1,4000;	
$1 - \frac{n^2}{n_e^2} = 0;$	0,09758;	0,20024;	0,30820;	0,42262;	0,54386;	0,67294;	
$2 \ln \frac{n}{n_e} - \left( 1 - \frac{n^2}{n_e^2} \right) = 0;$	0,09297;	0,18140;	0,26530;	0,34470;	0,41950;	0,48980;	
$\frac{\varphi''_{n}}{\varphi''_a} = \left\{ \begin{array}{l} 0,0252; \\ 2,52; \end{array} \right.$	0,0252;	0,1029;	0,2343;	0,4255;	0,6790;	1,0000;	} . . 45f.
	2,52 ;	10,29 ;	23,43 ;	42,55 ;	67,90 ;	100	

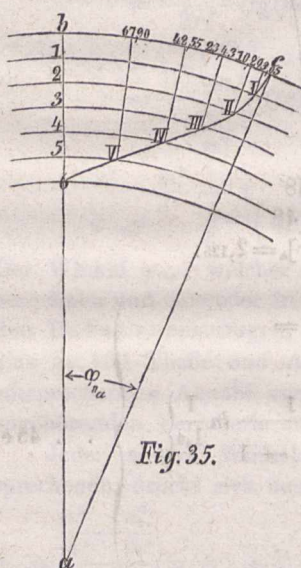


Fig. 35.

Auch diese Curve ist nun leicht zu verzeichnen (Fig. 35). An den Radius  $ab = r_e$  wird der Winkel  $\varphi''_a = 22^\circ 46'$  angetragen, oder man theilt den Radius  $ab$  in 100 Theile, und macht die Bogenlänge  $bc = 39,74$  solcher Theile. Nachdem die Kranzbreite in 6 gleiche Theile getheilt ist, bezeichnet man die Theilpunkte vom Eintrittsradius an gerechnet mit 1 2 3 4 5 6, beschreibt durch dieselben Kreise, theilt die Bogenlänge  $bc$  in 100 Theile, trägt von  $c$  aus der Reihe nach 2,52; 10,29; 23,43 u. s. w. solcher Theile ab; zieht durch diese Theilpunkte die Radien, und wo diese die Theilkreise in

den Punkten I II III u. s. w. schneiden, sind die Punkte, durch welche man die Curve zu legen hat.

Auch hier bemerkt man, daß unter der Voraussetzung, daß die cubisch parabolische Spirale im größern Halbmesser radial werden soll, der von derselben umspannte

Winkel  $\varphi''_a$  bei gegebenem Verhältniß  $\frac{r_c}{r_a}$  proportional ist der  $\text{tg}(\varphi r)_a$  (Gl. 45 e) und daß die Proportionaltheile (Gl. 45 f) nur abhängig sind von dem Verhältniß  $\frac{r_c}{r_a}$  und von der Einteilung der Kranzbreite in  $n$  gleiche Theile; behält man dies Verhältniß bei, so gelten dieselben Proportionaltheile für jede cubisch-parabolische Spirale, welche die größere Peripherie radial schneidet, welchen Werth auch der Winkel  $(\varphi r)_a$  an der kleineren Peripherie haben mag.

Von den beiden hier bearbeiteten Beispielen giebt das erste die Construction einer cubisch parabolischen Spirale, welche die kleinere Peripherie radial schneidet, und das zweite die Construction einer cubisch-parabolischen Spirale, welche die größere Peripherie radial schneidet. Man kann daher diese Constructions anwenden, wo es überhaupt auf die eine oder die andere Anordnung der cubisch-parabolischen Spirale ankommt. Hätten wir z. B. die Construction der Schaufelcurve für eine Kreiselpumpe  $-A\beta a$  zu machen, welche die kleinere Peripherie unter einem gegebenen Winkel, die größere radial schneidet, so hätten wir genau die Construction im zweiten Beispiel auszuführen, indem wir für  $n_e$  überall  $n_1$ , für  $r_e$  überall  $r_1$  und für  $r_a$  überall  $r_0$  setzen u. s. w. (Fortsetzung folgt.)

H. Wiebe.

### Schloß Schwetz.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 59 im Atlas.)

Ueber die Geschichte des Schloßes Schwetz, dicht an dem alten Städtchen gleichen Namens gelegen, fehlen fast alle Nachrichten; es ist nicht zu ermitteln, wann das Schloß erbaut worden, noch wie viel von der alten schon früher vorhandenen Burg mit in die neue Anlage gezogen worden ist.

Die Burg in Schwetz war Besetzung des Herzogs Swantepole von Pommerellen, dessen Hauptsitz Sartowitz bei Schwetz war, und liegt auf einer Landspitze, welche durch den Zusammenfluß eines Weichselarmes und des Schwarzwassers gebildet wird. Der Burg und Stadt wird zuerst erwähnt bei Einweihung einer Kirche im Jahre 1198. Swantepole, der wohl nicht mit Unrecht den deutschen Orden beargwohnte, verstärkte die Burg 1245 und fiel von hier aus verheerend in das Kulmerland ein; in diesem Kriege bestürmte der Landmeister Poppo von Osterna vergeblich die Burg, die jedoch 1311 in die Hände des Ordens fiel. Heinrich Reufs von Plauen, der nach der Schlacht von Tannenberg am 15. Juli 1410 den Orden und die Marienburg rettete, später verbannt in der Burg Sonnenburg, zwischen Graudenz und Rhe-

den, starb, war Komthur in Schwetz. In den Kämpfen zwischen dem Orden und den Polen wurde die Stadt mehrere Male zerstört und fiel in der letzten Hälfte des 15ten Jahrhunderts in die Hände der Polen. 1496 litt die Stadt, wie später noch öfter, durch das Hochwasser der Weichsel.

Der Haupttheil des Schloßes, der jetzt noch in den Umfassungswänden vorhanden ist, muß später, als Rheden, Golup u. s. w. erbaut sein, wenigstens zeigen die Profile der Thüren, so weit solche noch vorhanden sind, vollständig gothische Formen; die bei den übrigen Bauten, selbst an der Kirche zu Schwetz noch vorkommenden Rundstäbe treten hier nicht mehr auf.

Das Schloß selbst, welches wie Rheden von einem durch Mauern eingeschlossenen Hofe umgeben war, bildet einen quadratischen Raum von 161 Fufs 6 Zoll, der auf den vier Ecken durch große runde Thürme von 31 Fufs 6 Zoll Durchmesser flankirt wird. Dieser Raum ist jedoch, wie bei vielen Schloßern, von geringerer Bedeutung und durch zwei Flügel gegen Norden und Osten bebaut gewesen, die südliche und westli-



che Seite waren nur durch 6 Fufs starke Mauern abgeschlossen, wie dies an den Fundamenten und an dem Thurm *d*, der bis unten voll aufgeführt ist, während die andern Thürme eine ausgeschnittene Ecke zeigen, deutlich zu erkennen ist. (Eine Zeichnung bei Pufendorf, Kriege Karl's XII., stellt in einer schlechten perspectivischen Ansicht und in einem Situationsplane das Schloß als aus vier Flügeln bestehend dar, was durchaus unrichtig ist. Die Zeichnung ist wahrscheinlich später aus der Erinnerung gemacht worden, weil kein Standpunkt vorhanden ist, von welchem aus die perspectivische Zeichnung aufgenommen werden konnte.)

In dem Hofe befand sich ein Umgang, der jedoch nicht gewölbt war, sondern nur eine Holzdecke hatte, deren Balkenköpfe in den vorhandenen Mauern noch sichtbar sind.

Von dem Schlosse und den Umfassungsmauern sind jetzt noch sämtliche Fundamente vorhanden; die Keller des nördlichen Flügels, der bis zum Jahre 1825 noch mit einem Dache versehen war und als Salzmagazin benutzt wurde, bestanden aus zwei übereinander liegenden Geschossen, von denen das untere Kellergeschoß unter dem Wasserspiegel der Weichsel liegt, aber selbst bei Hochwasser wasserfrei ist. Im östlichen Flügel ist nur ein Kellergeschoß vorhanden gewesen. Bis zum Jahre 1854 waren sämtliche Keller noch zugänglich, in den letzten Jahren ist jedoch der untere Keller des nördlichen Flügels eingestürzt, so daß nur noch das Gewölbe des oberen Kellers theilweise vorhanden ist. — Diese Kellergewölbe bestehen aus großen Tonnengewölben von 25 Fufs Spannung. Der Zugang zu den Kellerräumen fand über Treppen, welche unter dem Rempter und der Capelle lagen, statt. Der Kellerraum unter dem östlichen Flügel ist noch erhalten.

Die Umfassungswände des nördlichen Flügels stehen noch, wie die perspectivische innere Ansicht zeigt, bis zu einer Höhe von 39 Fufs über dem äußeren Terrain; der Thurm *a* ist noch ganz erhalten, der Thurm *b* bis zur Höhe der Wände des Flügels, der Thurm *c* nur noch einige Fufs, der Thurm *d* ungefähr 10 Fufs.

Die Capelle, die sich als solche durch die höhere Lage und größere Dimensionen der Fenster, sowie durch Reste von Malerei und durch größere Höhe der Gewölbe documentirt, nimmt den westlichen Theil des nördlichen Flügels ein und war durch fünf Gewölbe überdeckt, deren Form nicht mehr erkenntlich ist, weil sämtliche Gewölbanfänge zerstört sind; nur einige Granitconsolen, auf denen die Gewölberippen ohne Vermittelung von Diensten aufsetzen, sind noch vorhanden.

In der Nähe des Altarraumes, der am östlichen Ende gestanden haben muß, finden sich noch Spuren von Malerei und ist eine Madonna noch deutlich zu erkennen. Auf der nördlichen Seite, zwischen den Fenstern und in der Höhe der Gewölbanfänge, zieht sich ein gemalter Fries hin, der aus einzelnen Wappenschildern besteht; unter diesem Fries auf dem Fensterpfeiler sind noch Ritterfiguren erkenntlich. — Aus diesem Raume, der durch eine Thür, welche sich unter dem mittleren Fenster des Hofes befindet, von außen zugänglich ist, führen zwei Treppen, die eine in der Ecke der beiden

Flügel in einem Erker liegend, nach dem Dache, die andere in der äußeren Mauer nach dem unteren Kellerraum.

Der nebenliegende Raum, durch vier Gewölbe überspannt, in der perspectivischen Ansicht sichtbar, hat entweder als Rempter oder als Capitelsaal gedient; die Fenster dieses Raumes liegen tiefer als die in der Capelle und haben geringere Dimensionen; die Gewölberippen standen hier auf Diensten, welche von Granitconsolen getragen wurden. Unter den Fenstern zog sich ein gemaltes Band herum, dessen Farben noch deutlich zu erkennen sind und welches auf unserm Blatte unten rechts mitgetheilt ist; die Bandstreifen sind auf der einen Seite violett, auf der anderen Seite weiß, die oberen Blätter rosa, die unteren hellgelb, der Grund dunkelblau. Auf der westlichen Wandfläche über dem vorhingedachten Bande finden sich Spuren von Malerei, jedoch nur noch undeutlich zu erkennen.

Der schönste Theil der Ruine ist unstreitig der noch vollständig erhaltene Thurm *a* in der nordwestlichen Ecke, der durch seine Größe, durch seine schönen Verhältnisse und durch seine prächtige Bekrönung, weithin sichtbar, eine Zierde der Gegend ist. Der Thurm hat einen Durchmesser von 31 Fufs 6 Zoll und eine Höhe incl. Zinnen von 108 Fufs; die Zinnen mit den Granitconsolen sind  $21\frac{1}{2}$  Fufs hoch. Der untere Theil dieses Thurmes, der, wie die übrigen drei, auf kolossalen Granitblöcken ruht, ist bis zur Höhe von 39 Fufs durch Streifen von schwarzen Ziegeln rautenförmig verziert. Der Zugang zum Thurme liegt genau in der Hälfte der Höhe auf 54 Fufs und kann nur vom Dachboden des nördlichen Flügels zugänglich gewesen sein, die Spuren der Treppe, welche sich hier um den Thurm wandte, sind noch sichtbar (siehe die Zeichnung); in derselben Höhe liegt noch ein Ausgang (Grundriß *CD*), vor welchem sich außerhalb noch zwei eingemauerte Consolen befinden, die wahrscheinlich einen Balkon getragen haben. Der untere Theil des Thurmes war von unten nicht zugänglich, auch finden sich keinerlei Spuren einer Treppe, die in den untern Raum geführt haben kann; jetzt ist von außen eine Thür in den Thurm gebrochen und der Thurm durch eine breite hölzerne Treppe, welche bis zur Etage *CD* führt, ersteigbar gemacht. Von dieser Etage führt die 6 Fufs 6 Zoll im Durchmesser haltende Wendeltreppe, aus Mauersteinen hergestellt, bis zur Plattform. Die einzelnen Etagen sind nur durch eine schmale Lichtöffnung erleuchtet, nur die oberste Etage hat eine größere, als Fenster ausgezeichnete Oeffnung, an welche sich ein kleiner Raum anschließt. Die Ueberwölbung der runden Räume ist durch Kreuzgewölbe mit vortretenden Gurten hergestellt. Die Treppe ist durch drei Oeffnungen erhellt. Durch Vermittelung der 16 Consolen aus dunklem Granit wird die Bekrönung des Thurmes von dem Kreis in ein Sechszehneck übergeführt. — Zu bemerken ist noch, daß der Thurm, dessen Grundriß in den Etagen des Flügels einen Kreischnitt zeigt, erst in der Höhe des Dachbodens durch Ueberwölbung der Ecke wieder zu einem vollen Kreise ergänzt wird (siehe die Zeichnung). Nach Nordwest hat der Thurm eine Senkung erlitten, so daß er nach dieser Seite zu 16 Zoll überhängt.

Römer.

## Die Bauten Pius II. in Pienza.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 60 im Atlas.)

Pienza liegt in Toscana zwischen Siena und Rom, etwa 8 Miglien von der Eisenbahnstation Torrita entfernt. Es hieß vor den Zeiten des Aeneas Sylvius Piccolomini (Pius II.)

Zeitschr. f. Bauwesen, Jahrg. XVI.

Corsignano und war ein Marktflecken mit eigener Gerichtsbarkeit. So schön ist seine Lage, hoch auf dem Gipfel eines Berges, und seine Umgebungen so reizend, daß dieser Pabst,

der hier auf dem Landgute seines Vaters Sylvius Piccolomini herangewachsen war, sein ganzes Leben hindurch eine lebhaft Vorliebe für seinen Geburtsort behielt. Als Prälat besuchte er sein Landgut, als Cardinal ist er bemüht, der Gemeinde von Corsignano den Erlafs von Steuern auszuwirken. Endlich, als er Pabst geworden war, erhob er Corsignano zum Bisthum und zur Stadt, gab dieser den Namen Pienza und schmückte sie mit stattlichen Gebäuden. „Es wird nicht schwer sein, sagt Rumohr (Italienische Forschungen II. S. 177 ff.), in Italien Bauwerke zu finden, welche im Einzelnen tadelloser sind, als diese; unmöglich aber ist es, einen Ort anzutreffen, wo die einzelnen Gebäude in ihrem Verhältnisse zu einander, so wie zur Ausdehnung der Plätze und Strafsen gleich sehr den Eindruck eines schönen und reichen Ganzen bewirken.“

Diese Bauten waren im Jahre 1462, in welchem der Pabst in Pienza anwesend war, ziemlich vollendet (comm. Pii II. lib. VIII. p. 377). Ob der Baumeister derselben Francesco di Giorgio oder Bernardo Rosellino war, ist unentschieden. Vasari nennt den ersteren, doch ist es bekannt, daß dieser Schriftsteller bei der Nennung von Namen und Jahreszahlen nicht gewissenhaft genug ist, um ihm unbedingt Glauben schenken zu können. Rumohr läßt den Francesco di Giorgio nur als Festungs-Baumeister gelten, und erkennt sonst einzig den herzoglichen Stall zu Urbino als dessen Werk an; alle übrigen Gebäude, welche demselben in Pienza, Siena u. s. w. zugeschrieben werden, seien von Bernardo Rosellino. Indessen gesteht er selbst zu, daß die Befestigung in jenen frühen Zeiten in den Händen der Architekten gewesen sei.

Romagnoli, der die sienesische Kunstgeschichte aus den Urkunden kannte, unterscheidet einen Maler Francesco di Giorgio um 1460 von dem berühmten Lecco di Giorgio Martini, den er bis ins XVI. Jahrhundert leben läßt.

Milizia nennt den berühmten Baumeister Francesco und setzt dessen Lebenszeit in die Jahre 1423—1470, wonach ihm wichtige sienesische Bauten nicht mehr angehören könnten. (Jacob Burckhardt. Cicerone S. 183.)

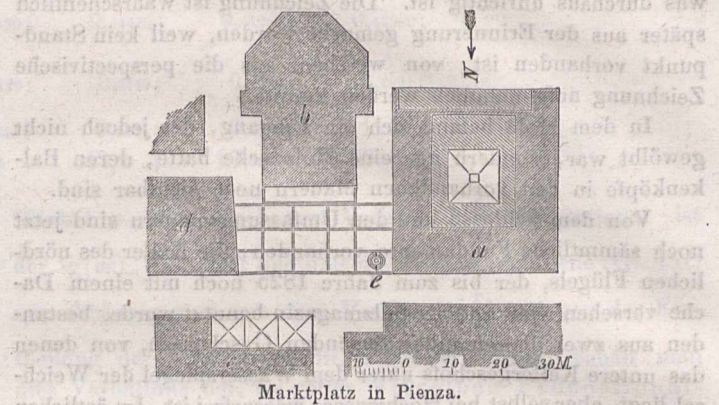
In den Commentarien Pius II. wird ein gewisser Bernhard in folgender Weise erwähnt. Pius liefs ihn zu sich rufen und sprach zu ihm: „Sehr wohl hast du gethan, mein Bernhard, indem du mir den Aufwand verhehlt hast, der mir bevorstand.“ (Die Bausumme betrug 50000 Goldgulden, und dem Bauanschlage zufolge sollte sie nur 8—10000 betragen.) „Hättest du die Wahrheit gesagt, so würde ich mich nie entschlossen haben, eine so große Summe aufzuwenden, und so würde dieser edle Palast und Tempel auch nicht entstanden sein, den gegenwärtig ganz Italien preiset. Also durch deinen Betrug entstanden diese herrlichen Gebäude, die alle loben, mit Ausnahme einiger wenigen, welche der Neid verzehrt. Wir danken dir herzlich und halten dich unter allen Baukünstlern unserer Zeit der ersten Stelle werth.“

Hierauf befahl er, dem Manne allen Lohn und hundert Goldstücke darüber auszuzahlen, auch ihm ein Scharlachkleid zu verehren. Ueberdies setzte er ihn neuen Werken vor.

Niemand anders kann gemeint sein, als der Florentiner Bernardo Rosellino, und Rumohr bemerkt, der Bauherr müßte doch wohl am besten wissen, wer sein Architekt war.

Die ganze Pientiner Baugruppe enthält nur zwei Gebäude, die geeignet sind, unsere Aufmerksamkeit auf sich zu ziehen. Es ist vor allem der Palast *a* (im Situationsplane), und außerdem der Dom *b*. Der malerische Eindruck des Marktplätzchens wird vervollständigt durch das Rathhaus *c*, welches indessen ein architektonisches Interesse nicht weiter bietet. Aufser einer Halle mit schwerer ionischer Ordnung

und einem einfachen Thurme findet sich nichts Bemerkenswerthes daran. Nach Osten ist der Platz abgeschlossen durch den sehr einfachen bischöflichen Palast *d*. Ein kleiner Ziehbrunnen *e*, eigentlich nur ein Reservoir des aufgefangenen Regenwassers, von dem sich eine Skizze auf Blatt 60 befindet, ist sehr dazu geeignet, den Reiz des Ganzen auf das Anmuthigste zu steigern.



Marktplatz in Pienza.

Die Anlage des Domes gleicht einer gothischen Hallenkirche, jedoch sind die Details im Innern der Antike nachgebildet. Pius hatte dieselbe befohlen nach einem Beispiel, wie er es in Oesterreich gesehen. Ueberhaupt scheint in dieser Idee das Monströse seinen Ursprung zu haben, welches man überall an dem Tempel bemerkt. Offenbar hatte der Architekt bei dieser Arbeit die Absicht, den germanischen Styl mit der Renaissance im Kirchenbau zu verschmelzen und so den Kampf jener nordischen Architektur mit der in Italien einheimischen auf die edelste Weise zu beenden. Die Chorbildung, so wie die Seiten sind vollständig gothisch, und trotzdem finden wir die Profile der Facade durchgeführt, das mittlere Gurtgesims mufs sogar um die spitzbogigen Fenster laufen. Wahrscheinlich dachte der betreffende Baumeister, in der Einsamkeit von Pienza den geeigneten Ort gefunden zu haben, um solche gefährliche Versuche anzustellen. Im Innern setzte er auf die Säulen noch 7 Fufs hohe viereckige Pfeiler, theils weil er fand — und dies hatte er wohl von Brunellesco gelernt —, daß die Gewölbe auf den Säulen unmittelbar schlecht ständen, theils um eine gröfsere Schlankheit zu erzielen (comm. Pii II.). Die besagten Pfeiler sind noch einmal mit Capitälchen gekrönt.

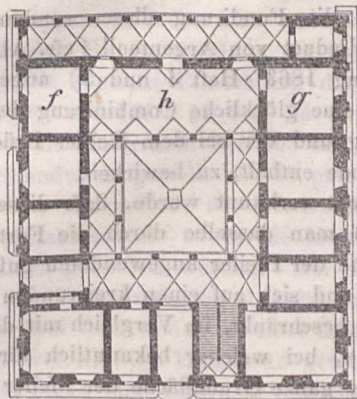
Die Kirche liegt mit dem Chor an einem Abhange, und dies bedingte eine doppelte Anlage, die eine über der anderen. Schon 1462 fand sich ein Rifs, aus mangelhafter Fundamentirung entstanden, welcher heute dem Gebäude Einsturz droht.

Der obere Tempel ist 140 Fufs lang, 60 Fufs hoch und ohne die Capellen ebenso breit. Die Façade ist 72 Fufs hoch und es ist auf dieselbe eine gröfsere Sorgfalt verwandt, als auf das übrige Gebäude. Der Stein an ihr ist edler, als der der Seiten, und hat den Glanz des Marmors. Auch sie ist an und für sich als ein architektonisches Wagestück zu betrachten, obgleich man ihr, trotz der vielen Ungereimtheiten, die sich daran finden, im Allgemeinen eine gute Wirkung nicht absprechen kann.

Besonders bemerkenswerth ist die ausgebildete Form der beiden reizenden kleinen Nischen für diese frühe Zeit. Es könnten sich sogar Zweifel erheben, ob dieselben nicht vielleicht später eingesetzt seien, wenn sie nicht in den Commentarien des Pius ausdrücklich erwähnt und beschrieben wären.

Es wird daselbst auch von der inneren Bemalung gesprochen, deren Spuren oder Wiederherstellungen sich jetzt noch

finden. Die Gewölbe des Chors waren blaue Felder mit goldenen Sternen, die übrigen Gewölbe in leichteren Farben gehalten. Die Säulen waren wie Porphyrr und andere edle Gesteine gemalt.



Palast Piccolomini. Erdgeschofs.

Der Palast Piccolomini in Pienza ist eine großartige verschwenderische Anlage. Das Parterre enthält nur gewölbte Vorrathsräume, der reizende Hof ist mit geräumigen Hallen umgeben. Der Grundriß der beiden Hauptgeschosse ist ein überaus wohnlicher. Die Treppe ist, wie es zur Zeit der Frührenaissance Sitte war, als Nebensache behandelt. An drei Seiten des Hofes befinden sich geräumige Corridore, so daß, mit Ausnahme von zweien (f und g im Grundriß), jedes Zimmer seinen besondern Eingang hat. Der Salon liegt über h nach der Südseite, vor welche durch alle drei Etagen luftige Säulenhallen gebaut sind, weil man hier die schöne Aussicht auf das vulkanische Gebirge Amiata und das regellose Bett der Orcia hat. Die Ostseite liegt dem Marktplatze zugekehrt, und ist ebenso wie die West- und Nordseite in reicher Pilaster-Architektur nach dem Vorbilde des Palazzo Rucellai in Florenz (von Leon Battista Alberti) durchgeführt. Auf unserem Blatte ist die Nordfaçade gezeichnet, welche einen Säulenzwischenraum weniger enthält, als die beiden Seitenfaçaden.

In der ganzen Eintheilung herrscht eine gewisse Willkühr, wie es in der Frührenaissance öfter vorkommt. Die Entfernungen der einzelnen Pilaster sind fast durchweg ver-

schieden. Es ist dabei Rücksicht genommen auf das Innere, und man hat darauf gerechnet, daß ein gewöhnliches Auge die Differenzen in der Wirklichkeit nicht bemerken würde, was auch in der That nicht der Fall ist. Mit ebenso großer Willkühr sind die Quaderfugen eingetheilt. Trotzdem ist die Ausführung eine sehr gewissenhafte, die Spiegelquader sind mit seltener Genauigkeit geschnitten, und an der Arbeit der Capitale, sowohl der Pilaster, als der Säulen durch das ganze Haus, erkennt man die freie Hand des Künstlers, der nicht ängstlich nach dem Modelle arbeitet, sondern seine eigenen Ideen dem Steine aufdrückt.

Um den Palast laufen zwei Gurtgebälke, die nebst den Pilastern von edlerem Stein sind, einem Stein, ähnlich dem, welchen man den Tyburtinischen nennt. Das Hauptgesims verdient besonders hervorgehoben zu werden wegen seiner maafsvollen Verhältnisse. Bezieht man es auf das ganze Haus, so ist es zu klein, nur auf die oberen Pilaster bezogen, ist es zu groß, und doch macht es die edelste Wirkung.

Um etwaigen Zweifeln vorzubeugen, erwähne ich einen Irrthum in den besagten Commentarien Pius II., den auch Rumohr in den italienischen Forschungen wiederholt hat. Es wird nämlich dort die Höhe des Palastes in Pienza auf 90 Fufs, und die Ausladung des Hauptgesimses auf 5 Fufs angegeben. Die erstere beträgt aber nur 60 Fufs, und die letztere 2 1/2 Fufs, wogegen jene Maasse mit dem Palast Piccolomini in Siena übereinstimmen. Es scheint der Irrthum also auf einer Verwechslung zu beruhen.

Auch an diesem Gebäude macht sich die Vorliebe des Künstlers für Polychromie bemerkbar. Ausser dem ganzen Innern waren die Säulenhallen der Südseite mit Decorationsmalereien geschmückt, von denen sich leider keine Spur erhalten hat. Die Wappenschilder über den Fenstern waren versilbert, vergoldet und mit Farben bemalt.

Von den übrigen Palästen, von denen in den Commentarien gesagt wird, sie seien zu derselben Zeit in Pienza erbaut, ist nicht der Mühe werth zu reden. Dagegen schien mir eine kleine Backsteinhalle (auf Blatt 60 unten neben dem Brunnen) vermuthlich noch aus der Zeit der Frührenaissance, die den Abschluß eines schmalen Wohnhauses bildet, höchst interessant, zumal da ich darin den ursprünglichen Charakter späterer Backstein-Architektur in diesen Gegenden zu finden glaubte.

### Mittheilungen nach amtlichen Quellen.

## Die Fundirung der Eisenbahnbrücke über den Pregel in Königsberg.

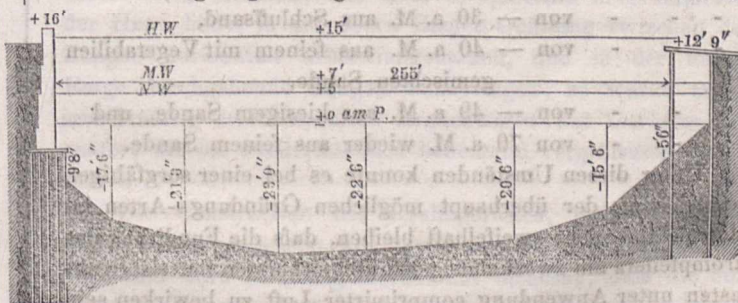
(Mit Zeichnungen auf Blatt 49 bis 56 im Atlas.)

Die Pregel-Brücke in Königsberg dient zur Verbindung des auf dem linken Pregelufer gelegenen Bahnhofes der Ostbahn mit der beabsichtigten Erweiterung dieses Bahnhofes auf dem rechten Ufer und mit dem Bahnhofe der Königsberg-Pillauer Eisenbahn. Die Ueberbrückung ist fast in normaler Richtung zum Strom bewirkt, welcher an dieser Stelle 255 Fufs Breite und nebenstehendes Quer-Profil besitzt.

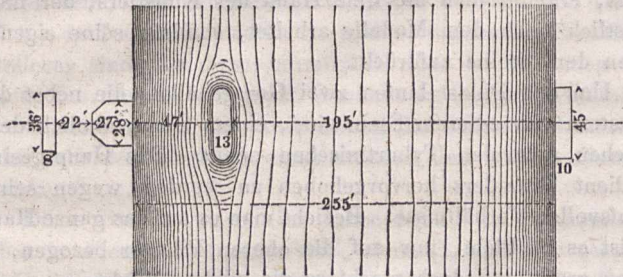
In diesem Profil beziehen sich die eingeschriebenen Höhenmaasse auf den Königsberger Festungs-Pegel, dessen Nullpunkt 3 Fufs 9 Zoll über dem Nullpunkt des Neufahrwasser Pegels liegt.

Nach den stattgefundenen Bohrversuchen und der Be-

schaffenheit des Flußbettes war mit Sicherheit anzunehmen, daß ein tragfähiger Baugrund nicht unter 48 bis 60 Fufs un-



ter dem mittlern Wasserstande aufzufinden sein würde, weshalb bei der allgemeinen Disposition des Entwurfs Pfeilerbauten innerhalb des Stromes so viel als möglich zu vermeiden waren. Da indessen der Pregel eine frequente Schifffahrt besitzt, so war bei der niedrigen Lage der beiderseitigen Ufer und der anstossenden Bahnhöfe die Anordnung einer Durchfahrtsöffnung und hiedurch der Bau mindestens eines Pfeilers im Strom geboten.



Die Brückenöffnungen wurden nach Erwägung aller örtlichen Verhältnisse, wie aus vorstehender Situations-Skizze ersichtlich, so bestimmt, dass 47 Fufs auf die Durchfahrtsöffnung und 195 Fufs auf die feste Ueberbrückung entfielen, wobei die Breite des Strompfeilers auf 13 Fufs angenommen wurde, und die übrigen Pfeiler, und zwar rechtsseitig der Auflagerpfeiler für die feste Brücke und linksseitig der die Drehbrücke tragende Pfeiler, sowie der hintere Auflagerpfeiler für die Drehbrücke, innerhalb der Ufergrenzen zu liegen kamen.

Die Brücke ist für eine zweigeleisige Bahn bestimmt, und hat zu beiden Seiten Fußgängerwege von 5 Fufs Breite.

Bei den verhältnissmässig grossen Oeffnungen und der geringen Höhe über Hochwasser war schmiedeeiserner Oberbau bedingt. Die Durchfahrtsöffnung ist mit einer Drehbrücke aus Blechträgern überbrückt, während die Ueberbrückung der grossen Oeffnung mit Fachwerkträgern nach einfach gekreuztem System bewirkt wurde.

Bei dieser Disposition des Bauwerks konnte die Fundirung der innerhalb der Ufergrenzen liegenden Pfeiler einfach durch Ausbaggerung der mit Spundwänden eingefassten Baugruben bis auf eine hinreichende Tiefe hinab bewirkt werden, worauf zur Verdichtung des Baugrundes Pfähle geschlagen wurden, über, und zwischen denen dann, nachdem dieselben nahezu in der Sohle der Baugrube abgeschnitten waren, eine starke Betonlage gebracht wurde.

Dagegen bot die Fundirung des Strompfeilers wegen des bedeutenden Wasserstandes und der unzuverlässigen Beschaffenheit des Baugrundes wesentlich grössere Schwierigkeiten dar, und soll in Nachstehendem die bei der Fundirung dieses Strompfeilers angewandte Methode speciell beschrieben werden.

Am Orte des Strompfeilers hat der Pregel eine Tiefe von 28 Fufs unter dem mittlern Wasserstande, der Ordinate — 21 entsprechend. Das Flussbett besteht

- bis zur Tiefe von — 21 bis 25 a. M. aus Torf,
- - - von — 30 a. M. aus Schluffsand,
- - - von — 40 a. M. aus feinem mit Vegetabilien gemischtem Sande,
- - - von — 49 a. M. aus kiesigem Sande, und
- - - von 70 a. M. wieder aus feinem Sande.

Unter diesen Umständen konnte es bei einer sorgfältigen Vergleichung der überhaupt möglichen Gründungs-Arten im Allgemeinen nicht zweifelhaft bleiben, dass die Fundirung des Strompfeilers am zweckmässigsten und sichersten mittelst Senkkasten unter Anwendung comprimirt Luft zu bewirken sein würde.

Bei der Wahl der hiebei anzuwendenden Methode kam zunächst die Frage zur Erörterung, ob es vielleicht zweckmässig sei, den Strompfeiler bei der Gründung in zwei runde oberhalb mit einer Eisen-Construction zu verbindende Pfeiler aufzulösen und die Fundirung dieser runden Pfeiler nach dem bei dem Viaduct von Argenteuil (cfr. Allgemeine Bauzeitung Jahrgang 1863 Heft 4 und 5) angewendeten System, welches eine glückliche Combinirung der Triger'schen Röhrengründung und der bei dem Kehler Brückenbau angewendeten Methode enthält, zu bewirken.

Obwohl nicht verkannt wurde, dass dieses System, namentlich, wenn man dasselbe durch die Fortlassung der in der ganzen Höhe der Pfeiler angewendeten gusseisernen Röhren verbessert, und sich auf einen kreisrunden schmiedeeisernen Senkkasten beschränkt, im Vergleich mit der Kehler Fundirungs-Methode, bei welcher bekanntlich für jeden Pfeiler ein einziger, die ganze Grundfläche der Pfeiler aufnehmender viereckiger Gründungskasten angewendet wurde, in ökonomischer Beziehung vortheilhafter ist, so wurde von der Anwendung dieses Systems dennoch Abstand genommen, weil es bei der zweifelhaften Tragfähigkeit des bis auf die grösste erbohrte Tiefe hinab aus aufgeschwemmtem Sandboden bestehenden Baugrundes an und für sich wünschenswerth erschien, dem Pfeiler eine möglichst grosse Grundfläche zu geben, um die auf die Flächeneinheit des Baugrundes entfallende Belastung thunlichst zu reduciren, indem es nicht zweifelhaft bleiben konnte, dass jede Reducirung dieser Grundfläche eine entsprechend tiefere Fundamentirung erfordern würde, was, abgesehen von dem möglicherweise eintretenden Schrägestellen der nebeneinander gleichzeitig zu versenkenden runden Pfeiler, mit Rücksicht auf die in grösserer Tiefe unverhältnissmässig zunehmenden und schwer zu überschenden Gründungskosten nicht wünschenswerth erschien.

Es wurde daher beschlossen, die bei der Kehler Rheinbrücke angewendete Gründungs-Methode im Allgemeinen beizubehalten, hiebei jedoch diejenigen wesentlichen Verbesserungen anzuwenden, welche die in neuerer Zeit nach demselben System ausgeführten Brückenbauten an die Hand geben.

#### a. Allgemeine Anordnung der Baustelle.

Der Situationsplan auf Blatt 49 erläutert die für die Baustelle getroffenen allgemeinen Dispositionen.

Für den Strompfeiler wurde in dem Strom auf eingerammten Pfählen ein Gerüst hergestellt, in dessen Mitte eine der Grundfläche des Pfeilers entsprechende Oeffnung gelassen war. Das Gerüst enthielt zwei Etagen, von denen die untere 5 Fufs, die obere 27 Fufs über dem mittleren Wasserstande lag. Auf der obern Etage waren die Senkungsvorrichtungen und drei 7 Fufs hohe Pfahlwände zur Unterstützung zweier auf Schienen rollenden Laufkrahne placirt. In jedem Laufkrahne gingen zwei Laufwinden, vermittelst welcher Lasten bis zu 120 Ctr. auf jede Stelle des Pfeilerraumes gehoben werden konnten.

Die untere Etage diente als Arbeitsraum, auf deren stromaufwärts gelegener Vorsprünge eine Locomobile von 8 Pferdekraften zum Betrieb des Baggerapparats aufgestellt war. Die anderen Theile der untern Plattform waren zur Communication mit Schienengeleisen versehen, deren Verbindung durch kleine Drehscheiben vermittelt wurde.

In der untern Etage des Gerüsts war ferner die Verbindung desselben mit dem Ufer durch eine kurze Hilfsbrücke hergestellt, auf welcher die beiden Schienenstränge der stromabwärts gelegenen Seite des Gerüsts ihre Fortsetzung fanden.

Von diesen beiden Geleisen führte eins an dem Bauschuppen entlang, wo die Beton- und Mörtelbereitung geschah,

das andere nach einer großen Drehscheibe, in welcher die von den Materialien-Lagerplätzen ausgehenden Schienenstränge endigten, wodurch eine bequeme Zufuhr der Materialien etc. nach allen Punkten der Baustelle hergestellt wurde.

Im Bauschuppen befanden sich auf der einen Seite die Bureaux, während die andere Seite als Maschinenraum benutzt wurde. Die specielle Einrichtung des letzteren ist aus den Zeichnungen auf Blatt 53 und 54 zu entnehmen. In demselben war als Motor zum Betriebe der Arbeitsmaschinen eine alte Locomotive aufgestellt und in passender Weise hergerichtet worden, von welcher durch entsprechende Transmissionen die Gebläsemaschine sowie die Mörtel- und Betonbereitungsmaschinen getrieben wurden. Der Tender der Locomotive war als Wasserreservoir benutzt und hatte seinen Platz 12 Fuß über dem Boden in einer Ecke des Schuppens, wo er durch zwei kräftige Holzböcke getragen wurde. Er wurde gespeist durch eine unterhalb aufgestellte alte Dampfmaschine, die ihren Dampf von der Locomotive erhielt und ihr Wasser durch eine gusseiserne Rohrleitung direct aus dem Pregel entnahm und in den Tender drückte. Aus dem Tender führten Rohrleitungen nach dem Locomotivkessel sowie nach den Beton- und Mörtelbereitungsmaschinen, welche letzteren auf einem besonderen 8 Fuß hohen Gerüst aufgestellt waren, damit der fertige Beton und Mörtel aus den Trommeln direct in die vor der Längswand des Bauschuppens aufgefahrene kleinen Transportwagen gelangen konnte.

Von dem Wasserreservoir wurde eine Rohrleitung nach dem Kühlapparat der Gebläsemaschine abgezweigt. Letztere war zwar mit einer besondern kleinen Saug- und Druckpumpe verbunden, welche das Kühlwasser in Röhren aus dem Pregel liefern sollte; es schien jedoch zweckmäßig, und hat sich auch als nothwendig herausgestellt, eine Pumpe als Reserve disponibel zu haben.

Die Leitung der von der Gebläsemaschine comprimierten Luft nach den Einsteigeschächten war aus gusseisernen Röhren hergestellt und innerhalb des Ufers 4 Fuß tief in der Erde versenkt. Dieselbe führte demnächst längs der Hilfsbrücke und weiterhin in senkrechten Röhren nach der obern Etage des Gerüsts, von wo aus sie mittelst zweier starken Guttapercha-Röhren in die beiden Einsteigeschächte gelangte.

#### b. Specielle Anordnungen für den Bau des Stropfweilers.

##### 1) Das Baugerüst mit Senkungsvorrichtung.

(Blatt 50 bis 52).

Das Baugerüst wurde von 89 Stück Rundpfählen von 14 Zoll mittlerem Durchmesser und 50 bis 60 Fuß Länge getragen, die in 8 Längs- und 14 Querreihen, wie aus dem Grundriß der untern Etage ersichtlich, durchschnittlich 18 bis 24 Fuß in das Flussbett eingerammt wurden. Die sechs mittelsten Langreihen wurden  $4\frac{1}{2}$  Fuß über dem mittlern Wasserstand abgeschnitten und verholmt, während die beiden äußeren Reihen, welche lediglich zur seitlichen Verstrebung des Gerüsts dienten, in ihrer ganzen Länge stehen blieben. Die einzelnen Pfahlreihen wurden nach der Quere durch 6 und 12 Zoll starke Doppelzangen unterhalb der Holme mit einander verbunden, von denen die äußersten in ihrer ganzen Länge durchgingen, während die Zangen der mittelsten 6 Querreihen, weil die Oeffnung für den Pfeiler frei gelassen werden mußte, in der Mitte einen freien Zwischenraum von 19 Fuß ließen. Ueber die Zangen hinweg waren in 3 bis 4 Fuß Entfernung Balken gelegt, welche die Schienengeleise und den zweizölligen Belag trugen. Die in der Abdeckung des untern Gerüstbodens für den Pfeiler gelassene Oeffnung hatte 50 Fuß Länge und 19 Fuß Breite. Da der Fundamentkasten 47 Fuß Länge und 17 Fuß Breite besaß, so war in der Längsrichtung

$1\frac{1}{2}$  Fuß, in der Querrichtung 1 Fuß Spielraum auf jeder Seite vorhanden.

Auf den Holmen des untern Gerüstbodens waren an den beiden Langseiten und an der stromabwärts gekehrten Seite 22 Fuß hohe starke verstreute Doppelwände aufgestellt, welche den obern Gerüstboden trugen. Diese Doppelwände bildeten daher im Grundriß eine Hufeisenform, deren offene Seite sich stromaufwärts kehrte, und deren einzelne Wände 8 Fuß Entfernung von einander hatten.

Dieselben waren an ihren inneren Langseiten mit starken gegen die Gerüstpfähle und die Zangen der untern Etage abgesteiften vorkragenden Streben versehen, mittelst welcher der mittlere freie Raum in der Plattform des obern Gerüstbodens auf 12 Fuß Breite beschränkt wurde. Die stromaufwärts gekehrte offene Seite des Hufeisens wurde, um den eisernen Fundamentkasten an die Versenkungsstelle bringen zu können, im unteren Theile des Gerüsts offen gelassen, und im oberen Gerüstboden mittelst dreier Sprengwerke überdeckt.

Durch die eben beschriebene Anordnung entstand in der untern Etage an der stromabwärts gelegenen Kopfseite des Pfeilers ein freier geräumiger Vorplatz, der von dem eigentlichen Zufuhrgelände durchschnitten wurde, und von wo aus alle mit Transportwagen ankommenden Baumaterialien und Constructionstücke direct in die Laufkranne genommen und mit Leichtigkeit an ihren Platz gebracht werden konnten. — Ebenso ergab sich an der stromaufwärts gekehrten Seite ein freier Vorplatz von 29 Fuß Breite und  $28\frac{1}{2}$  Fuß Länge, von wo aus der eiserne Fundamentkasten, welcher in drei Theilen auf Schiffsgeländen zur Baustelle transportirt wurde, auf das Gerüst und über seine Versenkungsstelle gebracht werden konnte, und wo die Locomobile zum Betrieb des Baggerapparats, der Kohlenraum, die Mörtelbereitung — wenn sie aus freier Hand geschah — und die Treppe nach der obern Etage ihren Platz fand.

Die Stiele der Doppelwände waren mit den Kragstreben nach der Breite des Gerüsts durch 6 und 12 Zoll starke Doppelzangen verbunden, über welche die Längsbalken der obern Etage gestreckt wurden, wobei die über den Wänden liegenden Balken den Stielen gleichzeitig als Rahmhölzer dienten.

An den beiden Langseiten der im oberen Gerüstboden auf 12 Fuß beschränkten inneren Oeffnung des Gerüsts waren je zwei 10 und 14 Zoll starke, durch Sattelhölzer verstärkte Längsbalken mit einem Zwischenraum von 6 Zoll gestreckt, welche die Grundplatten der Senkungsvorrichtung trugen und somit die ganze Last des hinabzulassenden Pfeilers direct aufzunehmen und auf die Kragstreben, Zangen und Grundpfähle zu übertragen hatten. Bei dieser Construction entstand allerdings in der Mitte des Gerüsts ein nachtheiliges Drehmoment, durch welches entweder das Gerüst in der obern Etage nach innen gebogen, oder die eingerammten Pfahlreihen nach außen gedrückt werden konnten. Da indessen wegen des Kranbetriebes eine durchgehende Oeffnung in der Mitte des Gerüsts wenigstens für die erste Zeit der Bauausführung höchst wünschenswerth erschien, und man es späterhin noch immer in der Hand hatte, in der obern Etagen-Oeffnung zwischen den Zangen horizontale Absteifungsbalken, und in der untern Etage durchgehende Zangen anzubringen, so wurde es als zweckmäßig erachtet, diese Ergänzungen des Gerüsts erst später, als die Pfeilerlast sich bedeutend vergrößerte, auszuführen.

Die Construction des Krangerüsts, welches auf der obern Etage aufgesetzt war, geht aus den Zeichnungen hervor, und wird in Bezug hierauf nur bemerkt, daß die eine Langseite dieses Gerüsts mit einer Doppelwand versehen war, damit man bequem zu den Kränen gelangen konnte.

Ein Laufkrahnen von 60 Ctr. Tragkraft, 33 Fufs Spurweite, welcher vorhanden war und hier wieder Verwendung finden sollte, bedingte die Entfernung der Gerüstwände. Ausserdem war ein zweiter Laufkrahnen zu 120 Ctr. Tragkraft neu beschafft und aufgestellt worden.

## 2) Die Senkungsvorrichtung.

(Blatt 50 bis 52 und Blatt 55).

Da die Construction der Senkungsvorrichtung bei den Pfeilerbauten der Kehler Brücke sich im Allgemeinen bewährt hatte, so ist dieselbe im Wesentlichen beibehalten und nur den vorliegenden Verhältnissen angepaßt, beziehungsweise vereinfacht worden.

An dem obern Theil der Längswände des eisernen Fundirungskastens (s. Blatt 51 und 52) waren in bestimmten, durch die Lage der Querträger des Fundirungskastens normirten Entfernungen paarweise 32 Hängeeisen, an jeder Seite 16, angebracht. Die untern 9 Zoll langen, 6 Zoll breiten,  $\frac{3}{4}$  Zoll starken Lappen derselben umfassten die an dieser Stelle durch  $\frac{3}{4}$  zöllige Platten verstärkte Blechwand des Fundirungskastens und waren daselbst durch zehn Stück 1 Zoll starke doppelschnittige Schrauben befestigt. Die obern, 12 $\frac{1}{4}$  Zoll über dem obersten Rand des Fundamentkastens hervorstehenden, aus zweizölligem Rundeisen geschmiedeten Oesen der Hängeeisen waren dazu bestimmt, den Bolzen des untersten Kettengliedes aufzunehmen. Jedes einzelne Kettenglied war gabelförmig gestaltet, aus 1 $\frac{1}{2}$  Zoll starkem Rundeisen gefertigt und enthielt an seinen Enden Oesen zum Durchstecken eines 2 zölligen Bolzens mit Vorsteckkeil und Splint. Von den sämtlichen 32 Ketten hatte die Hälfte durchweg 6 Fufs lange Glieder, während die andere Hälfte mit je einem 3 Fufs langen Gliede versehen war. Die Ketten hingen an ihrem obern Ende in der Oese einer 10 Fufs langen, 2 $\frac{3}{4}$  Zoll starken Schraubenspindel, welche auf 7 Fufs Länge mit einem rechteckigen Gewinde von 10 Linien Steigung versehen war.

Die Spindeln fanden ihren Halt in einer 7 $\frac{1}{2}$  Zoll hohen, 6 Zoll im mittlern Durchmesser grossen Mutter aus Kanonenmetall. Die Unterstützung je zweier dieser Mütter wurde durch eine gusseiserne Unterlagsplatte gebildet, welche an den 14 Zoll hohen, durch Sattelhölzer verstärkten Langträgern der obern Etage des Gerüsts lagerte.

Die Metallmütter besaßen drei verschiedene Höhen-Absätze, von denen der obere 4 $\frac{1}{4}$  Zoll hohe Theil im Aeussern eine sechseckige Form und 5 $\frac{3}{4}$  Zoll Durchmesser hatte, während der mittlere 1 Zoll hohe Theil bei 6 Zoll Durchmesser rund, und der untere 2 $\frac{1}{4}$  Zoll hohe Theil bei einer Stärke von 6 $\frac{3}{8}$  Zoll achteckig bearbeitet war. Dem mittlern Theil der Mütter war die Leibungsfläche des obern Bügels eines 6 Fufs langen Hebels, dem untern Theil dagegen die innere achteckig ausgearbeitete Fläche eines schmiedeeisernen Sperrrades mit 18 Zähnen genau angepaßt.

Der untere Bügel des Hebels umschloß den rund bearbeiteten oberen Absatz der Grundplatte, so daß das Sperrrad zwischen den beiden Bügeln des Hebels lag.

Zwischen diesen beiden Bügeln waren zwei rechts und links aufschlagende Sperrklinken mit Stahlfedern, die durch Excentric's ein- und ausgerückt werden konnten, und am hintern Ende derselben die eigentliche Hebelstange befestigt. Je nachdem nun die eine oder die andere von den bezeichneten Sperrklinken in die Zahnlücken des Sperrrades eingriff, mußte bei einer Bewegung des Hebels ein Drehen der Mutter um ihre vertikale Axe und somit eine Ab- oder Aufwärtsbewegung der belasteten Schraubenspindel erfolgen.

Anfänglich hatte man in der Befürchtung, daß ein Ver-

biegen der Schraubenspindel in der Mutter vorkommen, und man in diesem Falle nicht beurtheilen könne, ob die Spindel wirklich belastet sei, den obersten Absatz der Grundplatte beweglich gemacht, indem man durch öfters wiederholte Hin- und Herbewegung der so gebildeten Frictionsplatte ermitteln wollte, ob eine Verbiegung der Schraubenspindel stattgefunden habe. Von dieser Einrichtung wurde jedoch sehr bald Abstand genommen, weil sich dieselbe als zu umständlich und überflüssig erwies. Der Bewegungsmechanismus wurde hierdurch wesentlich vereinfacht und war im grossen Maassstabe der einer doppelseitigen Bohrknarre.

Um sämtliche Hebel gleichmäfsig in Angriff zu setzen, und dadurch eine gleichmäfsige Belastung sämtlicher Tragketten herbeizuführen, waren die Enden der auf jeder Seite des Gerüsts liegenden Hebel durch eine Eisenstange mit einander in eine leicht lösbare Verbindung gebracht. Die vier äufsersten dieser beiden Hebelreihen waren mit einem Ringe versehen, von welchem ein Tau über eine Rolle hinweg nach einer Erdwinde mit 6 Fufs langen Kreuzarmen führte.

Der Ausschlag der äufsersten Hebel war durch Dorne, gegen welche dieselben schlugen, fixirt, so daß der Gang sämtlicher Spindeln stets derselbe und fest normirt war.

Bei dieser Anordnung reichten 10 Mann (an jeder vollen Winde 5) vollständig aus, um das Senken des Pfeilers, dessen Gewicht die Ketten zeitweise bis auf 8000 Ctr. belastete, zu bewirken, wobei jedoch zur Rückwärtsbewegung der Hebel an jeder leeren Winde noch 2 Mann erforderlich waren. In jeder Stunde konnte bei ununterbrochener Arbeit *in maximo* 9 Zoll gesenkt werden.

## 3. Der eiserne Fundirungskasten.

(Blatt 50 bis 52).

Derselbe ist 47 Fufs lang, 17 Fufs breit, im Lichten 7 Fufs und im Ganzen 9 Fufs hoch. Seine Decke und die Seitenwände haben die Last des Pfeilermauerwerks aufzunehmen. Bei der Berechnung der Tragfähigkeit derselben war auf eine Maximalhöhe des Pfeilers von 62 Fufs Rücksicht genommen, wobei jedoch der Gegendruck der comprimirten Luft in Abzug zu bringen war. (In Wirklichkeit betrug die bezeichnete Höhe nur 50 Fufs. Das Mauerwerk wog jedoch pro Cubikfufs durchschnittlich 125 Pfd., während im Entwurf nur 110 Pfd. angenommen war).

Um die  $\frac{3}{8}$  Zoll starke Blechdecke des Fundirungskastens zu entlasten, waren über derselben in 3 $\frac{1}{2}$  Fufs Entfernung 2 Fufs hohe Querträger angeordnet, die ihrerseits wieder durch 3 $\frac{1}{2}$  resp. 3 $\frac{1}{4}$  Fufs von einander entfernte Längsträger Versteifung erhielten. Insoweit diese Längsträger sich unmittelbar an die drei Schächte anschlossen und direct über den Seitenwänden des Caissons liegen, waren dieselben 2 Fufs hoch, dagegen im Uebrigen nur 10 Zoll hoch construirt. Es entstanden bei der bezeichneten Anordnung über der Decke des Fundirungskastens Fächer, die mit Mauerwerk ausgefüllt, und demnächst mit Granit-Werkstücken in der Weise abgedeckt wurden, daß die gesammte Last des Pfeilers direct auf die Querträger und Außenwände des Fundirungskastens übertragen, die Blechdecke dagegen gänzlich entlastet wurde.

Die Seitenwände wurden sowohl in vertikaler als auch in horizontaler Richtung innerhalb versteift. Die vertikalen Versteifungen waren an den Querträgern der Längswände und an den Längsträgern der Kopfwände angebracht und wurden durch dreieckige, mit doppelten Winkeleisen eingefasste Blehconsolen gebildet, die an dem untern Kastenrand spitz ausliefen und an der Decke 3 $\frac{1}{4}$  Fufs vorkragten. In horizontaler Richtung geschah die Versteifung der Kastenwände durch drei

Eckeisen von  $2\frac{3}{16}$  Zoll Seite und  $\frac{3}{16}$  Zoll Stärke, in Abständen von  $2\frac{1}{2}$  Fufs. Ueber die untersten Eckeisen wurden 6 Zoll starke, zwischen die Consolen passende Eichenhölzer befestigt, welche als Basis für das zwischen den Dreiecksversteifungen auszuführende Füllmauerwerk dienten. Das letztere wurde in horizontalen Schichten ausgeführt, welche bei 3 Zoll Wölbung in den schräg aufsteigenden Eckeisen der Blechconsolen ihr Widerlager fanden.

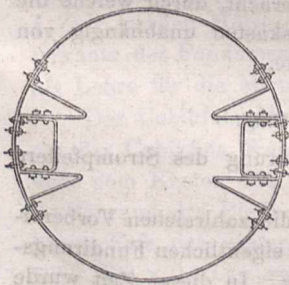
Die Ausmauerung gewährte, indem sie die Seitenwände des Kastens gegen Einbiegen sicherte, gleichzeitig einigen Schutz gegen zu plötzliches Einsinken des Kastens in leichtem Boden.

#### 4. Der Baggerschacht und der Baggerapparat.

(Blatt 50 bis 52 und Blatt 55)

Der Bagger- oder Förderschacht bestand in seinem untern Theil aus einer schmiedeeisernen 5 Fufs weiten Röhre und war oberhalb des Fundirungskastens einfach in Mauerwerk ausgespart. Die schmiedeeiserne 12 Fufs hohe Röhre war von  $\frac{3}{8}$  Zoll starkem Blech aus vier über einander geschobenen Cylindern zusammengesetzt und mit der Caissondecke, über welche sie 3 Fufs hinausreichte, luftdicht vernietet. An den der Längsaxe des Fundamentkastens gegenüberstehenden Seiten dieser Cylinder waren senkrecht über einander in etwa 9 Zoll Entfernung Schrauben angebracht, die leicht gelöst werden konnten. Sie dienten dazu, um den etwaigen Ueberdruck der comprimierten Luft im Fundirungskasten in den Baggerschacht entweichen zu lassen.

Im Innern der schmiedeeisernen Röhre waren in einem Höhenabstande von 6 Fufs zwei einander gegenüberstehende



Doppel-Consolen aus Eisenblech befestigt, deren horizontaler Querschnitt aus nebenstehender Skizze ersichtlich ist. Sie bildeten die Führung des Baggersgatters, dem sie in allen Anschlussflächen  $\frac{1}{2}$  Zoll Spielraum gestatteten.

Der obere im Mauerwerk ausgesparte Theil des Baggerschachts bedurfte ebenfalls einer sicheren Führung

für das Baggersgatter, weil es sehr zeitraubend und umständlich gewesen wäre, bei dem öfters nothwendigen Herausnehmen des Gatters dasselbe wieder zwischen die Consolen der schmiedeeisernen Röhren zu bringen. Diese obere Führung bestand aus zwei schmiedeeisernen  $\frac{3}{16}$  Zoll starken Blechrinnen, zwischen welchen das Gatter ebensoviel Spielraum als bei den Consolen hatte. Die Rinnen waren aus 8 Fufs langen Blechen zusammengesetzt, deren nach außen horizontal gebogene Stofsverbindungsbleche  $1\frac{1}{2}$  Fufs in das Mauerwerk hineinragten, und in demselben ihre Befestigung fanden.

Bei der allmäligen Ausführung des Mauerwerks wurden gleichzeitig auch die Führungsrinnen fortlaufend verlängert. Während der ganzen Gründungsarbeit ist eine Verdrückung der Führungen niemals vorgekommen, und konnte das Baggersgatter stets mit Leichtigkeit hochgenommen und wieder hinunter gelassen werden. Das Baggersgatter (Blatt 55), an dessen unterem Ende die bewegliche Kettentrommel befestigt war, bestand aus zwei 9 und 10 Zoll starken, senkrecht gestellten Hölzern, die an den drei Führungsseiten mit Flacheisen bekleidet und in ihrer Höhe durch drei Riegel verbunden waren. Zwischen den beiden untersten Riegeln befand sich zur Beschwerung des Gatters ein aus Eisenblech construirter Rahmen, an welchem zwei 30 Ctr. wiegende Bleiplatten befestigt waren. Die Eimer des Baggerapparates faßten einen Cubikfufs und waren in Entfernungen von 4 bis 6 Fufs angeordnet.

Die Welle der obern sechskantigen Kettentrommel fand mit ihren beiden Lagern auf einem oberhalb des Pfeiler-Mauerwerks aufgestellten Baggergerüst ihr Auflager. Sie war nach der einen Seite verlängert und trug hier ein 5 Fufs im Durchmesser großes Zahnrad, in welches ein Getriebe von 9 Zoll Durchmesser eingriff. An der Welle des letzteren befand sich eine doppelte Riemscheibe, welche durch die auf dem untern Rüstboden stehende Locomobile mittelst eines langen 5 Zoll breiten Riemens in Bewegung gesetzt wurde.

Der von den Eimern ausgeschüttete Boden fiel zuerst in eine zwischen dem Holzgerüst angebrachte bewegliche Kipp Rinne, von dieser in eine feste schmiedeeiserne Rinne und von dort in eine lange Holzrinne, welche ihn direct in den zur Seite des Strompfeilergerüsts liegenden Prahm führte.

Bei der Einrichtung des Baggerbetriebs war die Absicht maafsgebend, jede durch die allmälige Einsenkung des Pfeilers bedingte zeitraubende Verlängerung der Baggerketten zu vermeiden und überhaupt die Lage des Apparates bei dem Fortschritt der Arbeit in keiner Weise verändern zu dürfen. Zu diesem Behuf war direct auf dem bis zum Flussbett versenkten Pfeiler-Mauerwerk ein Holzgerüst von 33 Fufs Höhe aufgeführt, welches oberhalb den Baggerapparat trug. Die Stiele desselben wurden beim Versenken mit eingemauert, die Verstrebung und Zangen jedoch, sobald das Mauerwerk an sie heranreichte, abgenommen.

#### 5. Die Einsteigeschächte mit den Luftschleusen.

(Blatt 50 bis 52).

Die Einsteigeschächte waren aus schmiedeeisernen, 3 Fufs im Durchmesser grossen, durchschnittlich 6 Fufs hohen Trommeln von  $\frac{1}{4}$  Zoll starkem Blech zusammengesetzt. Zur luftdichten Verbindung der einzelnen Trommeln waren an ihren Enden im Innern  $2\frac{3}{4}$  und  $\frac{7}{16}$  Zoll starke Eckeisen angenietet. Zwischen zwei zusammengehörige Trommeln wurde ein  $\frac{1}{2}$  Zoll starker Gummiring gelegt und erstere durch 35 Stück  $\frac{3}{4}$  Zoll starke Schraubenbolzen verbunden. An der innern Wand eines jeden Cylinderstücks war eine 15 Zoll breite eiserne Leiter derart befestigt, dass beim Verlängern der Schächte die Leiter sich mit ergänzte. Die unterste Trommel, welche eine Länge von 4 Fufs 3 Zoll hatte, reichte bis 15 Zoll unter die Kastendecke und war mit dieser luftdicht vernietet. Sie war am untern Ende mit einer in doppelten Charnieren gehenden Klappe versehen, mittelst welcher der ganze Schacht gegen den Fundamentkasten luftdicht abgeschlossen werden konnte, was jedesmal nothwendig wurde, wenn eine Verlängerung der Schächte vorgenommen werden sollte.

Mit der obersten Trommel waren die Luftschleusen in derselben Weise verbunden, wie die einzelnen Trommeln untereinander. Die beiden Luftschleusen bestanden aus 10 Fufs hohen, 6 Fufs im Durchmesser grossen Cylindern, deren unteres 3 Fufs hohes Ende kegelförmig bis auf 3 Fufs Durchmesser verengt war. Sie waren aus  $\frac{3}{8}$  Zoll starkem Blech zusammengenietet und an den beiden Cylinderenden mit einem von zwei Längs- und zwei Querbalken getragenen Boden geschlossen, in dessen Mitte sich eine 2 Fufs grosse Einsteigeklappe befand. Innerhalb des kegelförmigen Theils der Luftschleusen, also unter dem untern Boden des Cylinderstückes, wurde die comprimierte Luft mittelst eines gußeisernen Ansatzstückes mit schräg liegender Ventilklappe eingeführt, wobei dieselbe, wenn die innerhalb des Fundament-Kastens befindliche Klappe geöffnet war, den ganzen Raum bis zum untern Boden der Luftschleusen anfüllte.

Dieser mit comprimierter Luft angefüllte Raum stand mit dem Cylinder der Luftschleusen durch eine 1 Zoll starke Röhre, welche durch einen drehbaren Hahn abgesperrt wer-

den konnte, in Verbindung. Außerdem bewirkten zwei kurze Röhren mit Hahnabschluß eine Communication des Schleusencylinders mit der atmosphärischen Luft.

Das Schließen der Bodenklappe erfolgte mittelst einer kleinen Windevorrichtung durch festes Anziehen eines Taaes, das über eine Rolle geführt und in eine an den Klappen befestigte Oese eingehakt war. Dieselbe Einrichtung diente auch dazu, um die Klappe der Einsteigeröhre zu heben.

Wenn einer der beiden Luftschächte bestiegen werden sollte, so wurde die oberste Schleusenklappe geöffnet, während die mittelste Klappe der Schleuse durch die im untern Raum befindliche comprimirte Luft fest angedrückt und sämtliche Hähne geschlossen waren. — Nachdem man mittelst der Leiter auf den Boden der Schleusen-Cylinder gestiegen war, hatte man zunächst die obere Thür hinter sich fest zuzuwenden, den Hahn, welcher die comprimirte Luft abspernte, zu öffnen und letztere so lange einströmen zu lassen, bis der Cylinderraum der Schleusen mit Luft von derselben Dichtigkeit wie in den Schächten angefüllt war. Alsdann fiel die untere Schleusenthür von selbst auf und man konnte auf der Leiter ohne Hinderniß hinabsteigen. Beim Herausschleusen wurden die untere Schleusenklappe sowie die Hähne für die Absperrung der comprimirten Luft fest geschlossen, demnächst die beiden nach außen führenden Hähne geöffnet, wobei die in dem Cylinderraum der Schleuse befindliche comprimirte Luft allmähig nach der Atmosphäre entwich und zuletzt die oberste Klappe sich schließend von selbst öffnete. — Innerhalb der Schleuse war ein Manometer angebracht, dessen Zuführungsrohr durch den untern Boden reichte und das die im unteren Raume vorhandene Luftspannung anzeigte.

Zur Verhütung jedes größeren Luft-Ueberdrucks war ein gewöhnliches Sicherheitsventil an dem conischen Theil der Luftschleuse befestigt, welches mit der wachsenden Tiefe der Pfeilereinsenkung mit entsprechendem Gewicht regulirt wurde.

#### 6. Der pneumatische Apparat. (Blatt 53 bis 55).

Der pneumatische Apparat war im Bauschuppen auf einem starken Schwellwerk gelagert. Er bestand aus einer doppelwirkenden Luftpumpe mit liegenden Cylindern und aus zwei Transmissionen zur Kolbenbewegung. Wie die Zeichnung Blatt 55 erkennen läßt, wurden zwei alte Locomotivcylinder mit darüber liegenden Schieberkasten bei der Einrichtung der Luftpumpe benutzt, in denen an Stelle der beiden Cylinderböden zwei gusseiserne Platten, in welchen je fünf Gummiventile eingesetzt waren, mit den Flanschen der Seitenwände verschraubt wurden. Die in den Cylindern comprimirte Luft gelangte durch die Dampfleitungs-Canäle in die Schieberkasten, welche durch doppelte Klappventile gegen die Cylinder abgeschlossen und mit einem  $3\frac{1}{4}$  Zoll weiten Rohre verbunden waren. Von letzterem zweigte sich die Rohrleitung nach dem Strompfeiler ab.

Die Cylinder hatten im Lichten einen Durchmesser von  $15\frac{1}{2}$  Zoll und eine Länge von 2 Fufs  $2\frac{1}{4}$  Zoll. Ihre Seitenwände waren in  $2\frac{1}{4}$  Zoll Abstand mit einem Blechmantel umgeben. Der hierdurch gebildete Raum wurde durch die am Apparat angebrachte Pumpe mit Kühlwasser gefüllt, eine Einrichtung, die bei den Klappventilen in den Schieberkasten leider fehlten, weshalb ein Verbrennen der Gummischeiben in demselben vermöge der starken Erhitzung der comprimierten Luft nur unvollkommen durch öfteres Aufgießen von Wasser verhindert werden konnte.

Die Kolben der Luftpumpe hatten 6 Zoll Stärke und waren mit Holz gefüttert. Bei gewöhnlichem Gange der Ma-

schine machte jeder Kolben 30 Hübe in der Minute. Diese Geschwindigkeit resultirte aus der Bewegung der Locomotivtreibräder, für welche 60 Umdrehungen per Minute als passend erachtet wurde.

Die Uebertragung der Kraft von den beiden Treibrädern der Locomotive wurde mit Riemenbetrieb auf eine im Dachraum des Bauschuppens gelagerte Welle bewirkt, deren Geschwindigkeit durch das Verhältniß von 3 : 2 der Riemscheibe  $1\frac{1}{2}$  mal so groß als die der Treibradwelle war, so daß dieselbe gewöhnlich 90 Umdrehungen per Minute machte.

Von hier aus erhielt die erste Transmissionswelle des pneumatischen Apparats, auf welcher zwei Schwungräder und ein Getriebe saßen, durch zwei Paar gleich große Riemscheiben dieselbe Bewegung. Das Umsetzungsverhältniß von dem Getriebe auf das Zahnrad der zweiten, die Kolben der Luftpumpe treibenden Transmissionswelle betrug 1 : 3, wodurch sich die Anzahl der Kolbenhübe auf 30 per Minute reducirte.

Die von der Gebläsemaschine ausgehende Leitung der comprimierten Luft bestand aus gusseisernen Röhren von  $3\frac{3}{4}$  Zoll lichter Weite und  $\frac{1}{2}$  Zoll Stärke, welche mit abgedrehten Flanschen versehen waren und deren Dichtung zwischen den verschraubten Flanschen durch  $\frac{1}{8}$  Zoll starke Gummischeiben bewirkt wurde. Die letzten Theile dieser Leitung auf der obern Etage des Gerüsts waren schließend mit zwei  $3\frac{3}{4}$  Zoll weiten Gutta-Percha-Röhren verbunden, welche sich direct an die Rohrsätze der Luftschleusen anschlossen.

Um das Entweichen der comprimierten Luft aus dem Fundirungskasten zu verhindern, wenn die Leitung durch irgend welchen Umstand unterbrochen werden mußte, waren in der gusseisernen Rohrleitung vor der Abzweigung nach den Luftschleusen zwei Schieber-Ventile angebracht, durch welche die comprimirte Luft in dem Fundirungskasten unabhängig von der Leitung abgesperrt werden konnte.

#### c. Die Bau-Ausführung.

Die Bauhätigkeit für die Ausführung des Strompfeilers begann am 1. Juli 1864.

Innerhalb dreier Monate waren die zahlreichen Vorbereitungen soweit gediehen, daß mit den eigentlichen Fundirungsarbeiten vorgegangen werden konnte. In dieser Zeit wurde der Bau- und Maschinenschuppen ausgeführt, die Locomotive mit Tender aufgestellt, die Gebläsemaschine, die Dampfmaschine, die Mörtelbereitungsmaschine mit den zugehörigen Transmissionen beschafft, und in dem Schuppen aufgestellt, das Strompfeilergerüst mit den beiden Laufkränen errichtet, die Senkungsvorrichtung fertig gestellt, vorher sorgfältig probirt und an Platz gebracht. Nachdem inzwischen auch die Luftschleusen und Luftschächte angeliefert, sämtliche Rohrleitungen verlegt, und der eiserne Fundamentkasten mit den zugehörigen Ausrüstungs-Gegenständen vollendet war, konnte der letztere bereits Ende September in drei Theilen nach der Versenkungsstelle transportirt und über derselben auf einem in der untersten Etage des Gerüsts hergestellten besonderen Gerüstboden fertig montirt werden.

Nach Vollendung dieser Arbeiten wurde die Ausmauerung zwischen den Versteifungen im Innern des Fundamentkastens sowie zwischen den Trägern über der Decke bewirkt, und die Werksteindeckschicht aufgebracht. Demnächst erfolgte mittelst der ad 2 beschriebenen Senkungs-Vorrichtung die Abhebung des Kastens vom Rüstboden und die Beseitigung desselben, worauf sofort mit der Versenkung des nunmehr frei in den Ketten hängenden Fundirungskastens vorgegangen wurde.

Die Versenkung war am 5. October bis auf eine Tiefe



von 5 Fufs 6 Zoll d. h. so weit gediehen, daß die Unterkante des Kastens den Wasserspiegel berührte. Bei diesem Stande der Bauausführung betrug das Gewicht des Kastens 5800 Ctr.

Unter der Annahme, daß die Ketten gleichmäßig angespannt waren, was nahezu der Fall war, hatte jede derselben circa 181 Ctr. zu tragen, was einer Inanspruchnahme von circa 50 Ctr. pro □ Zoll des Eisen-Querschnitts der Ketten gleichkam. Das gleichmäßige Anspannen der Ketten liefs sich durch festes Anfassen und durch Anschlagen mit dem Hammer am Klange ziemlich sicher erkennen. Es wurde zu diesem Behuf ein zuverlässiger Arbeiter ausschließlich damit beschäftigt, in der untern Etage des Gerüsts von einer Kette zur andern zu gehen, die Spannung derselben zu prüfen und eventuell nach der obern Etage zu signalisiren, sobald eine Kette (jede Kette hatte eine Nummer) zu lösen oder anzuziehen war, was durch Auslösen des betreffenden Hebels und durch kurze Bewegung desselben von einem andern dazu angestellten Arbeiter leicht bewirkt wurde. Diese Regulirung der Kettenspannung, ebenso die Verlängerung der Kettenglieder, welche nur immer an höchstens zwei Gliedern auf einmal vorgenommen wurde, ging stetig ohne jede Hemmung in dem Fortschritt der übrigen Arbeiten von Statten.

Nachdem am 6. October die Unterkante des Fundamentkastens bis 9 Fufs unter Wasser und die Oberkante desselben bis zum Niveau des Wasserspiegels gesenkt war, wurde mit der Aufmauerung des Pfeilers begonnen.

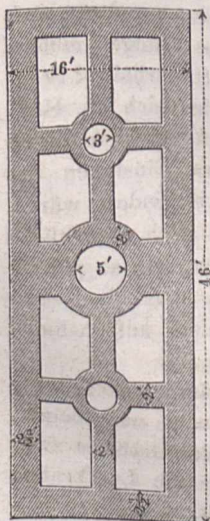
Um das weitere Eintauchen des Pfeilers jederzeit messen und die genaue senkrechte Stellung desselben controlliren zu können, wurden über der Decke des Caissons und mit den vier Ecken desselben fest verbunden, vier Maafsstäbe aus circa 4 Zoll starken Hölzern errichtet, die das Maafs von der Unterkante des Fundamentkastens angaben. Sie dienten zugleich als Lehre für die Maurer.

Der Cubikfuß Mauerwerk wog nahezu doppelt so viel als der Cubikfuß Wasser. Da die Grundfläche des Pfeilers über dem Kasten 702 □ Fufs betrug, so hätte sich, bei einer Ausführung des Pfeilers durchweg in vollem Mauerwerk, bei jedem Fufs der weitem Einsenkung die Last der Ketten um rund  $702 \times 0,6$  Ctr. = 421 Ctr. vermehrt.

Da der Pfeiler noch circa 22 Fufs zu senken war, bevor derselbe mit der Unterkante des Kastens das Flußbett erreichte, und hierdurch eine Entlastung der Ketten bewirken konnte, so würde die Ausführung des Pfeilers mit vollem Mauerwerk eine weitere Vermehrung der Last um 9262 Ctr. und nach Abrechnung des Auftriebes, welcher aus der comprimirten Luft im Kasten resultirte, schließlic eine directe Belastung der Ketten von circa 12000 Ctr. verursacht haben.

Wenn nun auch bei diesem Gewicht keine übermäßige Anstrengung der Ketten stattgefunden hätte, so mußte eine solche Last doch bezüglich der Stabilität des Gerüsts, welches bereits bei der Belastung von 5800 Ctr. in der oberen Etage um 2 Zoll nach innen und in der untern Etage um ebensoviel nach außen gewichen war, erhebliche Bedenken erregen.

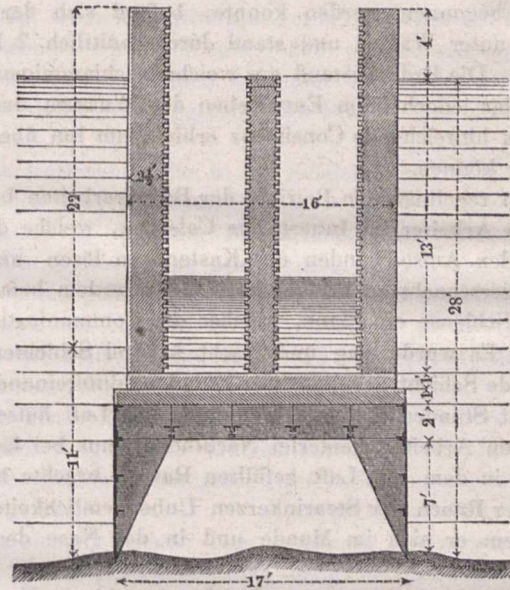
Es wurde deshalb das Pfeiler-Mauerwerk nach beistehender Skizze unter Ausparung der nicht schraffirten Theile, die Schächte mit Brunnensteinen und die Seiten- und Quermauern nach innen mit Verzahnung, im Uebrigen mit vollen Fugen in Portland-Cement ausgeführt.



Zeitschr. f. Bauwesen Jahrg. XVI.

Der mittelst der Maschine mit dem Mischungs-Verhältniß von 3 Theilen Sand gut durchgearbeitete Mörtel war in 2 Tagen vollständig erhärtet. Da die Maurer stets in einer Höhe von 5 bis 6 Fufs über Wasser arbeiteten, und jeden Tag nicht über 2 Fufs gesenkt wurde, so gelangte das Mauerwerk erst am dritten Tage nach der Ausführung unter Wasser und erwies sich dann hinreichend dicht, um das Wasser von den ausgesparten Theilen des Pfeilers abzuhalten.

Die hierdurch erreichte Gewichtserleichterung war so bedeutend, daß die Maximalbelastung der Ketten, als die Unterkante des Kastens das Flußbett erreichte, nur circa 7500 Ctr. betrug.



In diesem Momente zeigte der Pfeiler vorstehendes Querprofil und hatte in seinen innern Raum nur 5 Fufs hoch Wasser aufgenommen, welches jedoch größtentheils durch atmosphärischen Niederschlag entstanden war.

Während der Pfeiler allmählig bis auf das Flußbett gesenkt wurde, war selbstredend die Gebläsemaschine permanent in Thätigkeit, um eine stetige Spannung der comprimirtten Luft in den Fundamentkasten zu erhalten.

Nachdem die Unterkante des Kastens das Flußbett erreicht hatte, konnte das Wasser aus demselben durch den Luftdruck mit Leichtigkeit entfernt, und der ganze Raum wasserfrei erhalten werden. So lange der Kasten frei im Wasser schwebte, war dies nicht der Fall; obgleich in dieser Zeit wiederholt versucht wurde, durch schnelleren Gang der Luftpumpe den inneren Raum des Kastens bis zu seinem unteren Raume wasserfrei zu machen, so konnte das Wasser im Kasten doch nur bis auf  $4\frac{1}{2}$  Fufs in demselben gesenkt werden.

Diese Erscheinung ist nur durch den Umstand zu erklären, daß die einzelnen Theile des Kastens in den Vernietungen ziemlich mangelhaft verbunden waren und in Bezug auf Luftdichtigkeit vieles zu wünschen übrig liefsen.

Als der Kasten das Flußbett erreicht hatte, wurde diesem Uebelstande durch Bestreichen der inneren Kastenwände mit aufgelöstem Portland-Cement, wobei sich die Fugen vermöge des Luftdrucks sofort dichteten, leicht abgeholfen.

Der Boden des Flußbettes erwies sich an der Versenkungsstelle des Pfeilers nicht horizontal, sondern stromaufwärts geneigt, weshalb beim Eindringen des Fundamentkastens in das Erdreich die Ketten an der stromabwärts gelegenen Seite fast vollständig entlastet wurden, welche ungleichmäßige Belastung sich jedoch bei dem tiefern Eindringen des Kastens in das Flußbett vollständig wieder ausglich.

Nachdem der Pfeiler in der vorstehend beschriebenen Art glücklich bis auf das Flussbett versenkt war, konnte dazu übergegangen werden, die im Pfeiler-Mauerwerk ausgesparten Oeffnungen bis zur Höhe des eingedrungenen Wassers mit Beton und von da ab mit regelmäßigem Ziegel-Mauerwerk auszufüllen.

Inzwischen wurde das Baggergerüst aufgestellt, der Baggerapparat mit Bewegungsvorrichtung und Abflusrrinnen eingebracht und die zur Bewegung des Baggers bestimmte Locomobile aufgestellt, auch die Arbeiter allmählig an das Besteigen der Schächte und an die comprimirte Luft gewöhnt.

Am 26. October, von welchem Tage ab mit den Baggararbeiten begonnen werden konnte, befand sich der Pfeiler 30 Fufs unter Wasser und stand durchschnittlich 2 Fufs im Flussbett. Die Erde bestand aus weichem schlammigem Moorboden, der jedoch beim Entweichen des Wassers durch den Luftdruck hinreichende Consistenz erhielt, um ihn überall begehen zu können.

Beim regelmäßigen Betriebe der Baggararbeiten befanden sich zehn Arbeiter im Innern des Caissons, welche den Boden an den Außenwänden des Kastens zu lösen und nach dem Baggerschacht zu bringen hatten. Außerdem befand sich in jeder Schleuse ein Mann, welcher die Communication vermittelte. Es wurde Tag und Nacht in drei Schichten gearbeitet; jede Schicht arbeitete vier Stunden hintereinander und hatte acht Stunden Ruhe. Die comprimirte Luft äufserte auf die meisten Arbeiter keinerlei Nachtheile, nur bei längerem Arbeiten in dem mit Luft gefüllten Raume brachte hin und wieder der Rauch der Stearinkerzen Unbequemlichkeiten hervor, indem er sich im Munde und in der Nase der Leute festsetzte.

In den neun Tagen vom 26. October bis 5. November, in welcher Zeit Kälte bis  $-4^{\circ}$  R., wobei die Maurerarbeiten unterbrochen werden mußten, eintrat, war der Bagger bis auf kleine Störungen fortwährend im zufriedenstellenden Gange. Die Senkung des Pfeilers war so weit gediehen, daß die Unterkante des Kastens sich 11 Fufs im Flussbett und 39 Fufs unter Wasser befand.

Bei dieser Senkung wurden die Ketten nur insoweit in Anspruch genommen, als dies zur Regulirung der vertikalen Stellung des Pfeilers erforderlich erschien.

Da der Boden fast durchweg aus gleichmäßigen Schichten, nämlich aus feinem Sand mit Schluff vermischt, bestand, so wäre es am zweckmäßigsten gewesen, die Ketten nunmehr gänzlich außer Thätigkeit zu setzen, indem das senkrechte Eindringen des Pfeilers sich auch ohne die Ketten dadurch reguliren ließe, daß der Boden im Innern des Kastens je nach Bedürfnis mehr auf der einen oder andern Seite desselben freigegeben wurde.

Außerdem wurde das directe Gewicht des Pfeilers so bedeutend (etwa 15000 Ctr.), daß die Stabilität des Gerüsts nicht mehr ausreichte, um dasselbe ausschließlichs aufnehmen zu können.

In dieser Lage befand sich die Bauausführung, als am 5. November die Locomotive einer kleinen Reparatur und der Reinigung wegen außer Betrieb gesetzt, also auch die Gebläsemaschine abgestellt werden mußte.

Während die Luft innerhalb zwei Stunden aus dem verschlossenen Raum allmählig entwich, führte das Wasser beim Eintreten in den Caisson große Quantitäten Triebsand mit sich, wodurch der Boden unterhalb des Fundamentkastens so bedeutend gelockert wurde, daß der Pfeiler in ganz kurzer Zeit um 6 Zoll einsank. Die Ketten konnten nicht so schnell nachgelassen werden, als dieses durch das rapide Einsinken

des Pfeilers bedingt wurde, weshalb die Ketten und das Gerüst fast die ganze Last aufnehmen mußten, wobei das letztere um mehrere Zoll seitlich verdrückt wurde. Nachdem jedoch die Ketten gänzlich gelöst waren, gab sich das Gerüst wieder in seine ursprüngliche Lage zurück. Dies war jedoch nicht der einzige Uebelstand, der sich durch die Unterbrechung im Betriebe der Gebläsemaschine herausstellte.

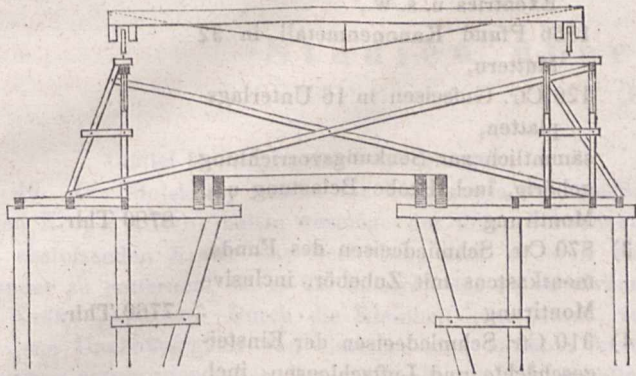
In den Baggerschacht war nämlich während dieser Unterbrechung eine 7 Fufs hohe Triebsand-Schicht eingedrungen, aus welcher das Baggergatter mit den Eimern und Ketten, selbst unter Anwendung einer Zugkraft von 150 Ctr. nicht zu heben war. — Es blieb nur die mühsame Arbeit übrig, den eingetriebenen Sand im Innern des Kastens aus dem Baggerschacht zu schaffen. Da der Sand ganz trocken und sehr fest war, was man durch die in den Wänden des Schachtes befindlichen Schraubenlöcher genau sehen und fühlen konnte, so mußte man ihn erst zu lockern suchen. Mittelst krumm gebogener Eisenstangen, welche durch die bezeichneten Löcher gestofsen und dann gedreht wurden, sowie durch Eingießen von Wasser in die so entstandenen Höhlungen, wobei das Wasser vom Druck der Luft durch den Sand getrieben wurde, mußte die eingeschwemmte Masse allmählig soweit gelockert werden, daß dieselbe, nachdem auch der Baggerschacht unter seinem unteren Rande freigegeben war, nach und nach in das Innere des Kastens hervorgezogen werden konnte. Diese Arbeit, welche die größte Aufmerksamkeit und Vorsicht verlangte, währte etwa acht Tage. Während dieser Zeit wurde der erste Versuch gemacht, den Boden im Fundamentkasten durch die Einsteigeschächte auf trockenem Wege zu fördern. Zu diesem Behufe war in jeder Luftschleuse ein dreibeiniger 8 Fufs hoher Bock mit Rolle aufgestellt, durch welchen die Erde aus dem Fundamentkasten in eisernen Eimern von ca. 2 Cubikfufs Inhalt mittelst eines Seils in die Höhe gewunden, und auf dem unteren Boden der Schleuse aufgestellt wurde.

Da in jeder Schleuse zwölf solche Eimer untergebracht werden konnten, so wurden in jeder Arbeiterschicht von vier Stunden, in welcher die gehobene Erde zweimal durchgeschleust wurde, durch beide Schleusen  $2 \cdot 2 \cdot 12 \cdot 2 = 96$  Cubikfufs oder  $\frac{2}{3}$  Schachtruthen und innerhalb 24 Stunden daher 4 Schachtruthen loser Boden gefördert.

Am 16. November, an welchem Tage der Pfeiler mit seiner Unterkante sich 40 Fufs unter Wasser befand, begann die Baggararbeit von Neuem. Bis zum 20. dess. Mts. ging der ganze Betrieb regelmäßig von Statten, wobei der Pfeiler weitere  $3\frac{1}{2}$  Fufs gesenkt wurde. An letztem Tage wurden jedoch die Luftklappen in den Cylindern und in einem Schieberkasten der Gebläsemaschine in kurzer Zeit so undicht, daß die Abstellung und Reparatur der Luftpumpe erfolgen mußte. Obwohl die Ketten so schnell als möglich (innerhalb 2 Stunden 2 Fufs) nachgelassen wurden, so erwies sich die Hoffnung, daß der im Kasten vorhandene Luftüberdruck durch sein allmähliges Entweichen ein ruckweises Einsinken des Pfeilers und eine Ueberlastung der Ketten verhindern würde, als illusorisch, es trat vielmehr, während noch sämtliche Arbeiter beim Kettenlösen beschäftigt waren, ein so plötzliches Sinken des Pfeilers von  $2\frac{1}{2}$  Fufs ein, daß die Ketten und das Gerüst die ganze Last des Pfeilers aufzunehmen hatten.

Die untere Etage des Gerüsts wurde hierbei in der Mitte in horizontaler Richtung um 12 Zoll nach außen ausgebogen; in der obern Etage trat eine Verdrückung des Gerüsts zwar in geringerem Grade ein, die Gerüste für die Laufkrahne hatten sich jedoch nach innen schräg gestellt, weshalb schleu-

nigst eine Verstrebung nach beistehender Skizze angebracht werden mußte.



An den Ecken der inneren Oeffnung des Gerüsts, wo durchgehende Verbindungen angeordnet waren, hatte das Gerüst zwar nicht nachgegeben, es waren hier jedoch mehrere Kettenglieder zerrissen.

Weitere Beschädigungen kamen nicht vor, auch wurde Niemand verletzt. An demselben Abend (die Unterkante des Caissons stand 46 Fufs unter Wasser) kam die Gebläsemaschine wieder in Betrieb, und ergab es sich beim Besteigen der Schächte, daß nicht allein der ganze Kasten bis zur Decke, sondern auch der stromabwärts gelegene Luftschacht in einer Höhe von 13 Fufs, der andere Schacht 3 Fufs über dem Kasten, mit Triebsand angefüllt war. Im Baggerschacht, in welchem vor der Abstellung der Luftpumpe das Gatter mit Eimern und Ketten hochgenommen worden war, trat ebenfalls eine Versandung von 12 Fufs ein, der Pfeiler war ferner nach der schmalen Seite um 2 Zoll, nach der langen Seite um 6 Zoll schief gegangen. Der letztere Umstand hatte insofern kein Bedenken, als die gerade Stellung des Pfeilers durch Losgraben an den höheren Stellen bald wieder erreicht werden konnte und auch erreicht worden ist. Nach diesem Ereigniß wurden die Ketten gänzlich gelöst, und die weitere Senkung des Pfeilers ohne Hülfe derselben bewirkt.

Die Förderung des in die Schächte und in den Kasten getriebenen Bodens erfolgte in der bereits früher beschriebenen Weise mittelst Eimer durch die Luftschleusen, welcher Arbeitsbetrieb fortan auch bei der weiteren Senkung des Pfeilers beibehalten wurde, indem die inzwischen eingetretene heftige und anhaltende Kälte die Wiederaufnahme des Baggerbetriebes nicht rätlich erscheinen liefs.

Es mag hier die Bemerkung Platz finden, daß die vorerwähnten beiden Unterbrechungen der Arbeit, welche an und für sich zwar keine sehr grofsen Nachtheile, jedoch einen erheblichen Zeitverlust verursachten, sich nicht ereignet haben würden, wenn ein Reservemotor und eine Reserveluftpumpe zur Verfügung gestanden hätte, weshalb es sich bei derartigen Fundirungen empfehlen dürfte, von vornherein auf die Anschaffung derselben Bedacht zu nehmen. Sollten hierdurch die Kosten des Baues beträchtlich erhöht werden, was bei dem Bau von nur einem oder zwei Pfeilern anzunehmen ist, so wird es sich empfehlen, von der Förderung des Bodens mittelst Bagger ganz Abstand zu nehmen, und die Erde durch die Luftschleusen trocken zu fördern, wobei selbstredend von vornherein auf die Anwendung von 4 bis 5 Fufs weiten Schächten und dreitheiligen Luftschleusen Bedacht genommen werden muß.

Für diese Art der Erdförderung spricht namentlich der sichere von der Bodenbeschaffenheit und den Temperatur-Verhältnissen unabhängige Arbeitsbetrieb, während die Arbeit

hierdurch allerdings unter Umständen mühsamer, zeitraubender und kostspieliger werden kann \*).

Wenn der Baugrund aus thonigen oder zähen Bodenarten besteht, wie solches bei dem eigenthümlich mit Schluff vermengten Pregelsande der Fall war, der wie Teig zusammenbackte, und wenn er in den für den Baggerschacht ausgehobenen Trichter geworfen wurde, nicht von selbst nachfiel, sondern mit grofser Mühe unter den Schacht geschoben werden mußte, sowie auch bei der Arbeit während des Winters, wird man zweckmäfsiger Weise stets von der Erdförderung mittelst Bagger Abstand nehmen, während man bei Fundirung einer gröfseren Zahl von Pfeilern in reinem Sand- und Kiesboden, wenn die gehörige Aufmerksamkeit auf den Bagger verwendet wird und eine geübte und zuverlässige Bedienung desselben vorhanden ist, unter Umständen billiger und schneller durch Ausbaggerung des Bodens zum Ziele gelangen kann.

Die Entfernung der in die Schächte und in den Fundamentkasten eingetriebenen Bodens war am 5. December so weit gediehen, daß der Kasten im Innern vollständig frei war. Die Aufmauerung des Pfeilers war bei der inzwischen eingetretenen gelinden Temperatur bis auf 55 Fufs über der Unterkante des Kastens bewirkt worden, so daß, als demächst eine heftige Kälte bis  $-18^{\circ}$  R. eintrat, das Mauerwerk schon vollständig abgebunden war.

Bei dieser Temperatur wurde nun die Erdförderung auf trockenem Wege durch die Schleusen und die fernere Senkung des Pfeilers ohne jede weitere Störung ununterbrochen weiter geführt.

Da sich im Kasten eine constante Temperatur von  $10^{\circ}$  Wärme befand, so hatte man beim Verlassen der Schächte eine Temperaturdifferenz von ca.  $26^{\circ}$  durchzumachen, was, um die Gesundheit der Leute nicht auf das Spiel zu setzen, stets grofse Vorsicht erforderte.

Bei dieser bedeutenden Temperaturdifferenz fand während des Aussteigens aus der Schleuse stets eine starke Nebelbildung statt, welche sich an die Wände und Klappen der Schleuse festsetzte, wobei dann die obere Luftklappe öfters zugefroren war. Die Erde mußte meistentheils mehrere Zoll unter dem Rande des Kastens fortgenommen werden, wenn eine Senkung des Pfeilers, welche während dieser Zeit sehr regelmäfsig und allmähig stattfand, erfolgen sollte.

Als man am 12. December bei 50 Fufs unter Wasser auf kiesigen Sand gekommen war, wurde mit der Erdförderung eingehalten. Zwei im Innern des Kastens angestellte Bohrungen ergaben eine 8 Fufs mächtige Kiesschicht und unter derselben bis auf eine grofse Tiefe hinab feinen und gleichmäfsig abgelagerten Sand, welche Bodenarten augenscheinlich hinreichende Tragfähigkeit besafsen, um die Last des Pfeilers mit Sicherheit aufnehmen zu können.

Es wurde daher von einer weiteren Senkung des Pfeilers umsomehr Abstand genommen, als eine angestellte Rechnung ergab, daß die Grundfläche des Pfeilers bei der Maximal-Belastung desselben überhaupt nur 35 Pfd. und wenn die bei der erreichten Einsenkung vorhandene Seitenreibung des Pfeiler-Mauerwerks in Rechnung gezogen wurde, sogar nur 20 Pfd. pro  $\square$ Zoll zu tragen habe.

Nachdem der Boden im Fundirungskasten geebnet war, wurde am 16. December mit der Ausmauerung des Kastens

\*) Im vorliegenden Falle kostete bei der Förderung des Bodens auf trockenem Wege die Schachtruthe Boden bis 60 Fufs hoch zu heben und durch die Luftschleusen zu beseitigen, 9 Thlr., während bei der Erdförderung mittelst des Baggerapparates pro Schachtruthe durchschnittlich  $3\frac{1}{2}$  Thlr. Arbeitslohn verausgabt wurde.

vorgegangen. Die Steine und der Mörtel wurden in den zur Erdförderung benutzten eisernen Eimern durch die Luftschleusen in den Kasten eingebracht, wobei die Temperatur in demselben bis auf 5° herabsank. Die Ausmauerung wurde in regelmässigem Verbands von den Seitenwänden nach den beiden Luftschleusen zu ringförmig vom Boden aus bis zur Decke ausgeführt und am 24. December beendet.

Am folgenden Tage konnte die Gebläsemaschine abgestellt werden, demnächst das Abnehmen der Schleusen und die Heraushebung des Einsteigeschächte erfolgen, worauf die letzteren bis zum Wasserspiegel mit Beton ausgefüllt wurden, so dass am 1. Januar 1865 die Ausführung des Stropfpeilers beendet war.

Als später auf dem fertigen Pfeiler zur Probe eine Belastung von 9500 Ctr. aufgebracht wurde, welches Gewicht der größten Nutzlast und dem Gewichte des Oberbaues der Brücke entsprach, hat sich nicht die geringste Senkung des Pfeilers herausgestellt.

Ueber die Wirkung, welche die comprimirte Luft auf das menschliche Gehörorgan ausübt, wurden von Dr. A. Magnus in Königsberg während des Pfeilerbaues Versuche angestellt und deren Resultate in den „Schriften der physikalisch-ökonomischen Gesellschaft“, VI. Jahrg. 1865, auch in einer aus diesen abgedruckten besonderen Brochüre mitgetheilt\*).

Die Ausführung des Baues erfolgte unter der speciellen Leitung des Baumeisters Jacobi und des Eisenbahn-Bauinspectors Micks.

Während des Baues wurden auf photographischem Wege zwei Ansichten des Baugerüsts in der oberen und unteren Etage aufgenommen, deren eine auf Blatt 56 durch Lithographie wiedergegeben ist.

Die Kosten des Stropfpeilers betragen excl. Verwaltungskosten:

- 1) Das Gerüst, incl. Schienenstränge, Drehscheiben, Laufkrahne, Winden, Transportwagen und Prahme, aufzustellen und resp. abzurechen . 10200 Thlr.
- 2) 480 Ctr. Schmiedeeisen in 33 Spindeln, 352 Kettenglieder, 32 Hebel

Latus 10200 Thlr.

\*) Am Schlusse dieser Mittheilungen sagt Herr Dr. Magnus:

„Es hat sich bei früheren Bauten dieser Art (die Minenwerke von Douchy) und auch hier herausgestellt, dass der menschliche Organismus die Compression der Luft (bis zu 4 Atmosphären) zwar ohne Nachtheil erträgt, dass aber nicht eben selten eine krankmachende Potenz durch eine rapide Aufhebung des Druckes gesetzt wird. So viel mir bekannt ist, haben Deutsche sich hierüber noch nicht vernehmen lassen, wohl aber Franzosen. François, Bucquoy machen auf diese Umstände aufmerksam. Nach meinen Beobachtungen muss ich für das Gehörorgan, gerade dem entgegen, einer zu schnellen Compression der Luft die grössere Gefährlichkeit beimessen.“

— — Demnach ist es nothwendig, dass für die höheren Grade des Luftdruckes folgende Vorsichtsmaassregeln beobachtet werden.

1) Die Compression darf nicht schneller bewerkstelligt werden, als höchstens  $\frac{1}{6}$  Atmosphäre in einer Minute.

2) Nach jeder halben Atmosphäre Ueberdruck muss eine kleine Pause gemacht werden, damit der Luftdruck zu beiden Seiten des Trommelfells sich völlig ausgleicht.

Jedenfalls ist es ein sträflicher Leichtsinns, den Unkundigen einem jähen Wechsel der Compression auszusetzen. — — Gern gebe ich zu, dass eine tägliche Gewohnheit und allmähliche Verstärkung der Compression im Verlaufe längerer Zeit die Gefahren sehr vermindert; jedoch ist der Zeitverlust, den die Arbeiten durch jene Maassregeln erleiden würden, so gering, dass man sie nie versäumen sollte.“

	Transport	10200 Thlr.
	mit Sperrrädern, Sperrklinken, Exentrics u. s. w.,	
	1866 Pfund Kanonenmetall in 32 Mutttern,	
	126 Ctr. Gufseisen in 16 Unterlagsplatten,	
	sämmtlich zur Senkungsvorrichtung gehörig, incl. Probe-Belastung und Montirung . . . . .	8780 Thlr.
3)	870 Ctr. Schmiedeeisen des Fundamentkastens mit Zubehör, inclusive Montirung . . . . .	7760 Thlr.
4)	310 Ctr. Schmiedeeisen der Einsteigeschächte und Luftschleusen, incl. Einbringen und Abnehmen . . .	2820 Thlr.
5)	Der gesammte Baggerapparat mit Locomobile, Baggergatter und Führung, incl. Transport, Heizung und Bedienung der Locomobile . . .	4650 Thlr.
9)	Für Ausbaggern von 170 Schachtruthen Erde, incl. Beleuchtung des Fundirungskastens und Beseitigung sämmtlicher hiebei vorgekommenen Hindernisse . . . . .	2050 Thlr.
7)	Der pneumatische Apparat mit Transmission und Luftleitung . . . .	3210 Thlr.
8)	Die Locomotive nebst Tender aufzustellen, incl. Bedienung und Heizung der Locomotive . . . . .	2500 Thlr.
9)	35½ Schachtruthen Mauerwerk im Fundirungskasten auszuführen, incl. Materialien pro Schachtruthe 51 Thlr.	1810 Thlr. 15 Sgr.
10)	22 Schachtruthen Betonmauerwerk innerhalb der Luftschächte und Baggerschächte zu schütten, incl. Materialien pro Schachtruthe 35 Thlr. .	770 Thlr.
11)	222 Schachtruthen Ziegelmauerwerk des Pfeilers auszuführen, incl. Materialien pro Schachtruthe 45 Thlr. .	9990 Thlr.
12)	3210 Cubikfuss Granit-Werksteine der Pfeilerverblendung und der Auflager für den Brücken-Ueberbau zu versetzen, incl. Materialien pro Cubikfuss 2½ Thlr. . . . .	7490 Thlr.
13)	334 □Fuss Quader-Abdeckung des Pfeilers zu verlegen, incl. Materialien pro □Fuss 1½ Thlr. . . . .	501 Thlr.
14)	104 lfd. Fuss Gesimse von Granit zu verlegen, incl. Materialien pro lfd. Fuss 3½ Thlr. . . . .	364 Thlr.
	Summa	62895 Thlr. 15 Sgr.

Für die Verwerthung der Hölzer, Laufkrahne, Winden, der Senkungsvorrichtung, der Luftschleusen, der Schächte, des Baggerapparats, der Locomobile und der Luftpumpe sind ca. 6000 Thlr. in Anschlag zu bringen, so dass sich die Gesamtkosten des Stropfpeilers auf rund 57000 Thlr. stellen werden  
Bromberg, im Januar 1866. Loeffler.

## Anderweitige Mittheilungen.

### Studien über die Ventilation.

(Fortsetzung.)

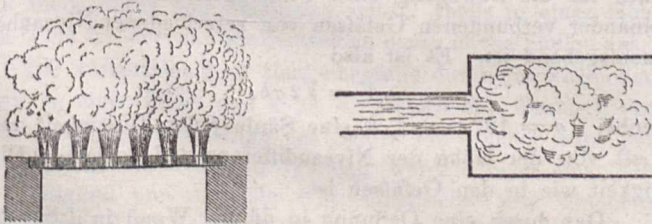
#### Capitel II. Allgemeine Betrachtungen.

46. Die Moleküle, welche die Luft sowie alle gasförmigen Körper bilden, haben vermöge der ihnen beiwohnenden abstoßenden Kräfte das Bestreben, sich so weit von einander zu entfernen, als es die äußeren auf sie einwirkenden Kräfte gestatten. Durch die Kleinheit ihrer Masse, sowie jene Unabhängigkeit von einander sind sie aber ferner von einer außerordentlichen Beweglichkeit, welche gestattet, daß sie mit Leichtigkeit jeder ihnen mitgetheilten Bewegung folgen, also auch ihr Volumen wieder beschränken können.

47. Diese Beweglichkeit ist ferner auch die Veranlassung zur ununterbrochenen Erzeugung von drehenden und wirbelnden Bewegungen, welche einen großen Theil der empfangenen lebendigen Kraft aufzehren, während doch bei jeder Ventilations-Einrichtung der Nutzeffect nur in der erzielten fortschreitenden Bewegung zu suchen ist.

Daher sind bei derartigen Anlagen alle Einrichtungen und Zufälligkeiten auf das Sorgfältigste zu vermeiden, welche dergleichen Bewegungen veranlassen könnten. Hierher gehören namentlich mehr oder weniger plötzliche Aenderungen in der Richtung der Leitungsröhren, die Anwesenheit der geringsten Hindernisse, Unebenheiten der Leitungswände, sowie das Zusammen- oder Abfließen von Luftmengen mit verschiedenen Geschwindigkeiten.

49. So wird beim Durchgang der Luft durch Gitter der größte Theil der lebendigen Kraft verzehrt; strömt sie aber in einen unbegrenzten Raum, so hört die Bewegung nach jeder Richtung auf. Aehnliche Wirkungen werden hervorgerufen, wenn ein Luftstrom mit einer gewissen Geschwindigkeit in einen Raum von größeren Abmessungen eingepreßt wird.



51. Wird dagegen die Luft aus einem größeren Raume in ein engeres Rohr eingesogen, so nehmen die Moleküle allmählig eine convergirende Richtung, sowie eine dem relativen Verhältniß des Querschnittes jenes Raumes zu dem des Rohres entsprechende geringe Geschwindigkeit an. Es bildet sich also eine leise Strömung mit fast gar keinen Wirbeln.

Daher hat man unter sonst gleichen Verhältnissen und Dimensionen beim Aufsaugen eines gewissen Quantum Luft aus einem Raume weit weniger Verlust an lebendiger Kraft zu erwarten, als beim Einpressen eines gleichen Quantum in denselben.

52. Jedes Oeffnen oder Schließen einer Thür erzeugt eine Art von Aufsaugung oder Einpressung der Luft, veranlaßt also eine Bewegung im entgegengesetzten Sinne bei den anderen Thüren desselben Raumes.

Die geringste Temperaturdifferenz in irgend einem Theile eines Zimmers verursacht ebenfalls Bewegungen der Luft, und

da niemals alle Wände eines Raumes genau dieselbe Temperatur haben, so ist in Wirklichkeit die Luft nie ganz in Ruhe.

Im Sommer steigt die Luft an den wärmeren Außenwänden empor, an den inneren kälteren Wänden sinkt sie wieder hinab. Im Winter ist die Bewegung eine umgekehrte.

Die Anwesenheit einer Person, einer Lampe, eines Ofens u. s. w. giebt Veranlassung zu ähnlichen Erscheinungen, welche sich mit jenen mischen, eine ununterbrochene Circulation der Luft in allen Theilen des Zimmers veranlassen und dadurch eine möglichst gleichmäßige Temperatur in demselben herstellen. Ein sehr einfaches Mittel für die Beobachtung dieser Luftcirculation in geschlossenen Räumen ist ein kleiner mit Wasserstoffgas gefüllter und gefirnisster Kautschukballon, welcher durch Anhängung von einem Faden so beschwert wird, daß er in dem Theile des Raumes, in welchem man eine mittlere Temperatur voraussetzen kann, im Gleichgewicht ist.

53. Geschieht aber die Entwicklung der Wärme in verschlossenen Gefäßen, Oefen u. s. w., bis zu einem verhältnißmäßig hohen Grade ohne den Zutritt einer angemessenen Menge frischer Luft, so kann bei starker Beleuchtung oder Ueberfüllung solcher Räume mit Personen das Quantum erhitzter Luft das der zuströmenden frischen leicht derart überwiegen, daß jene Ursachen aufhören zu wirken, die Circulation unvollständig wird, ja ganz aufhört, und alsdann sehr bedeutende Temperaturdifferenzen entstehen.

Dergleichen kann man besonders in Schauspielhäusern beobachten, namentlich wenn, wie bisher fast immer, die Oeffnungen für die Ableitung der Luft in der Decke angebracht sind. Indessen sind auch große Empfangssäle, wie die der Tuilleries, von solchen Erscheinungen nicht ganz frei.

54. Bringt man behufs Erneuerung der Luft Abzugsöffnungen in der Decke an, ohne den reichlichen Zutritt der Luft durch gut gelegene Oeffnungen zu sichern, wie dies gerade in den Tuilleries geschehen, so bilden sich Luftströmungen durch die Thüren, welche sehr heftig und unbequem werden können. Ein besonders schlagendes Beispiel dafür war das Ausstellungsgebäude zu Paris im Jahre 1855.

55. Die atmosphärische Luft bleibt, ungeachtet ihrer Leichtigkeit, immer ein wägbarer Körper, von der der Cubikmeter bei 0° unter einem barometrischen Drucke von 0<sup>m,76</sup> Höhe der Quecksilbersäule ein Gewicht von 1,3 Kilogramm hat. Sie ist daher auch den Gesetzen der Schwerkraft und dem sogenannten Archimedischen Principe unterworfen, nach welchem jeder in eine Flüssigkeit eingetauchte Körper einen Theil seines Gewichtes verliert, welcher gleich dem des Volumens der von ihm verdrängten Flüssigkeit ist. Ebenso ist sie, wie jeder andere Körper, den Beharrungsgesetzen unterworfen, sie kann also ihren Zustand der Ruhe oder Bewegung in Nichts aus sich selber ändern, muß vielmehr allen auf sie einwirkenden Kräften im Verhältnisse ihrer Intensität und Dauer folgen.

Diese Elementar-Grundsätze der Mechanik werden selbst von denen oft unberücksichtigt gelassen, welche sich berufsmäßig mit Fragen der Ventilation beschäftigen. So hört man

nicht selten als Axiom aussprechen, daß die kalte Luft nicht aufsteigen und die warme nicht niedersteigen könne etc.

57. Die Ventilation für Zwecke der Gesundheit, mit welcher diese Studien sich ausschliesslich beschäftigen, erstrebt das Ziel, die verdorbene Luft aus den Räumen und womöglich von denjenigen Punkten, an welchen sie sich entwickelt, zu entfernen.

Da nun eine Luftleere nicht bestehen kann, so hat die Entziehung dieser Luft den Wiedereintritt anderer Luft zur unmittelbaren Folge. Man darf also das Studium über die zu treffenden Einrichtungen für die Sicherstellung dieser beiden Operationen nicht wohl von einander trennen. Es ist indessen augenscheinlich, daß die erstere, die der Entfernung, die wichtigere, die andere aber nur die nothwendige Consequenz von jener ist, deren Erfüllung die Natur fast immer allein übernimmt.

Diejenigen Ingenieure aber, welche zur Lösung des Problems der gesundheitlichen Ventilation sich zunächst mit den Mitteln beschäftigen, die den Eintritt eines gewissen Quantum frischer Luft sichern sollen, haben einen Verstoß gegen die Logik begangen und die Frage auf den Kopf gestellt. Es hat dies zur Folge gehabt, daß sie die andere verhältnißmäßig viel wichtigere Frage mehr oder weniger vernachlässigten. Die Bergbau-Ingenieure, welche sich mit der Ventilation so viel zu beschäftigen haben, sind indessen im Allgemeinen diesem Irrthum fern geblieben.

58. Durchaus nothwendig ist es, daß die Bewegung der Luft bei ihrer Entfernung fest regulirt und daß sie an den Stellen selbst, an welchen sie verdirbt, aufgefangen wird.

Geschieht dies nicht, so bilden sich von ihrem Ursprungs-orte nach den Abführungsöffnungen Strömungen verdorbener Luft, welche nicht bloß beschwerlich, sondern besonders in Hospitälern geradezu gefährlich werden können. Darum dürfen auch die Abführungsöffnungen nicht an solchen Stellen angebracht werden, an welchen man verkehrt, besonders aber Reconvalescenten sich versammeln. Man kann sie also namentlich nicht mit den Heizapparaten zusammen legen.

Noch ist es nöthig, daß die Abzugsöffnungen in gehöriger Entfernung von den Eintrittsöffnungen der frischen Luft angebracht werden, damit nicht directe Strömungen von diesen zu jenen entstehen und die Abführung der schlechten Luft ganz vereitelt werde.

Endlich müssen die Abführungsöffnungen so zahlreich angebracht werden, als es die Construction nur irgend gestattet, in Hospitälern mindestens auf je zwei Betten eine. Zu dem Behufe ist es aber von wesentlichem Nutzen, daß das Project für die Ventilation gleichzeitig mit dem für das Gebäude und nicht, wie gewöhnlich, erst nach Errichtung desselben aufgestellt wird.

59. Bis zu einer gewissen genügend großen Entfernung von dem Anfangspunkte müssen die Abzugsrohre unabhängig von einander sein, um Rücktritte und Unregelmäßigkeiten zu vermeiden. Dann aber sind sie zu einzelnen Gruppen und später zu einem einzigen Schornsteine zu vereinigen, damit das ganze Abführungssystem die gehörige Energie und Gleichmäßigkeit erhalte.

Beispiele für die aus der Versäumnis dieser Regeln entspringenden Nachteile sind das „Necker-Hospital“ und das „Hospice du Vésinet“, beide zu Paris. Im ersteren münden die isolirten Abzugsrohre über dem Dache, in dem andern über dem Dachfußboden aus, und bilden sich daher besonders zur Zeit der Frühjahrs- und Herbststürme nicht bloß Rücktritte kalter, sondern sogar verdorbener Luft.

Besonders nöthig ist aber die Zusammenführung der ein-

zelnen Rohre in einen gemeinsamen Schornstein da, wo die in jenen wirkende Ursache der Aufsaugung von verschiedener Intensität ist. So haben im Militairhospital zu Vincennes im Jahre 1861 angestellte Versuche ergeben, daß die durch Rauchrohre erwärmten Abzugsrohre ein entschiedenes Uebergewicht haben über die, in welchen der Luftabzug durch Circulation erwärmter Luft bewirkt wird. Es wurde hier im Sommer an Stelle der frischen Luft oft diese circulirende bis zu 40 und mehr Graden erwärmte Luft in die Säle eingesogen.

Uebrigens müssen nicht nur die Gruppen, sondern auch die einzelnen Rohre so eingerichtet werden, daß sie möglichst leicht untersucht und gereinigt werden können, namentlich sind Aenderungen ihrer Richtung zu vermeiden.

Noch ist ihre Abkühlung nach Kräften zu verhindern und sind sie daher stets durch wohl verschlossene und bedeckte Bodenräume zu führen.

60. Das Hauptabzugsrohr muß durch seine Höhe, Construction und die Energie seines Zuges der Bewegung der Luft in den einzelnen Rohren eine solche Geschwindigkeit mittheilen, daß dieselbe durch den Wind, Oeffnen und Schließen der Thüren und Fenster keine Störung erleiden kann, sondern stets gleichmäßig bleibt. Hierzu bedarf es einer Geschwindigkeit von  $0^{m,70}$  bis  $0^{m,80}$  in den einzelnen, und 2 bis 3 Meter per Secunde in den Haupt-Rohren, welche gewöhnlich durch einen Temperaturüberschuß von 20 bis 25° im Rohre gegen die äufsere Luft erzeugt wird.

Für außerordentliche Fälle muß man sich aber stets Mittel reserviren, um diese Temperaturdifferenz angemessen erhöhen und so eine stärkere Ventilation erzeugen zu können.

Endlich muß der Querschnitt der einzelnen Abzugsrohre und des Hauptrohres proportional dem Volumen der durch sie abzuführenden Luft angelegt werden.

### Capitel III. Die Erneuerung der Luft in bewohnten Räumen.

64. Für die Einführung der frischen Luft durch die Wirkung der Aufsaugung gilt dasselbe Toricelli'sche Gesetz, welches für die Bewegung einer Flüssigkeit zwischen zwei mit einander verbundenen Gefäßen von verschiedener Niveauhöhe maafsgebend ist. Es ist also

$$V = \sqrt{2gh},$$

wobei  $2g = 19^{m,62}$  und  $h$  eine Säule jener Flüssigkeit resp. Luft von der Höhe der Niveaudifferenz und derselben Dichtigkeit wie in den Gefäßen ist.

Das durch eine Oeffnung in dünner Wand in 1 Secunde abfließende Volumen wird ausgedrückt durch

$$Q = m \cdot A \sqrt{2gh},$$

wobei  $A$  die Oberfläche der Oeffnung in Quadratmetern und  $m$  der im Verhältniß zur Oeffnung stehende Contractions-Coefficient ist.

Handelt es sich aber um eine Verbindung durch eine mehr oder weniger lange Leitung mit Ecken, Verengungen und anderen Hindernissen für die Bewegung, so reducirt sich das abfließende Luft-Quantum auf einen Theil,  $\frac{1}{K}$ , des oben berechneten, es wird also das wirklich abgeflossene Quantum dargestellt durch

$$Q = \frac{m A}{K} \sqrt{2gh}.$$

Die Höhe  $h$  ist abhängig von der Differenz zwischen den Temperaturen der äufseren atmosphärischen Luft und der in dem zu ventilirenden Raume. Im Sommer wird also der eine Factor  $\sqrt{2gh}$  sehr klein werden. Damit aber das ab-

fließende Luft-Volumen die für eine gute Ventilation erforderliche Größe behält, hat man nur nöthig, den anderen Factor  $A$  angemessen zu vergrößern.

Das Princip der Luftaufsaugung kann also auch bei sehr geringen Temperaturdifferenzen eine genügende Ventilation veranlassen, sobald man nur den Abzugs- resp. Eintritts-Oeffnungen die richtigen Abmessungen giebt, ohne daß es weiter der Zuhülfenahme irgend welcher mechanischen Apparate bedarf.

65. Dagegen sind Vorkehrungen zu treffen, daß die frische Luft bei ihrem Eintritt nicht unbequem wird, sich vielmehr unbemerkt in dem zu ventilirenden Raume gehörig verbreitet.

Warme Luft, welche im Winter mit einer Temperatur von 40 bis 50°, ja 60 bis 80° eintritt, fällt den Athmungsorganen sehr beschwerlich. Ihre spezifische Leichtigkeit zwingt sie aber, bevor sie in die allgemeine Luftbewegung des zu erwärmenden Raumes eintritt, sich in demselben bis zur Decke zu erheben. Man ändert also Nichts in ihrem natürlichen Laufe, wenn man sie gleich in den Canälen bis unter die Decke leitet und dadurch den Anwesenden große Unbequemlichkeiten erspart.

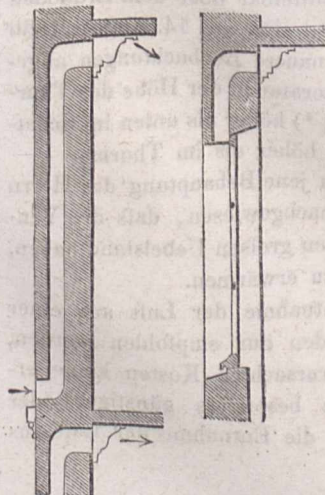
Ist dagegen die einströmende Luft kalt, so ist es ebensowenig angemessen, sie durch den Fußboden oder an solchen Stellen einströmen zu lassen, wo sie den anwesenden Personen lästig fallen kann.

Denn jeder frische oder heiße Luftzug, welcher den menschlichen Körper selbst mit geringen Temperaturdifferenzen und einer Geschwindigkeit von 0<sup>m</sup>,40 bis 0<sup>m</sup>,50 namentlich partiell trifft, veranlaßt Beschwerden.

Hiernach möchte der Vorschlag des Herrn Pécelet, die Theater und ähnliche Versammlungsräume dadurch zu ventiliren, daß man die frische Luft von unten zuführt, sie in der Höhe wieder sammelt und durch ein Zugrohr in der Decke abführt, zu modificiren sein.

Beispiele dafür geben wieder das Hospital Necker und du Vésinet, so wie auch der Sitzungssaal im Luxembourg und der im Institut de France. In letzterem strömt die neue Luft theils durch den Fußboden selbst, theils in einer Höhe von 2 bis 2,3 Metern über demselben durch offene Säulen aus.

Die verdorbene Luft zieht ebenfalls durch den Fußboden, sowie in einer Höhe von 4 bis 4,5 Metern ab. Dadurch entsteht in der ganzen Länge des Saales ein solcher Zug, daß die Kerzenflammen um 45° geneigt werden, was einer Geschwindigkeit von ungefähr 0<sup>m</sup>,45 entspricht. Der Temperaturunterschied ist höchstens 3°, dennoch trifft dieser Luftzug die Köpfe fast aller Anwesenden auf eine äußerst belästigende Weise.



Findet die Zuströmung der frischen Luft durch Oefen statt, welche für die Heizung und Ventilation im Winter construirt sind, so wird dieselbe bald für den Sommer unzureichend werden, da es der Luft an der nöthigen Eintritts-Geschwindigkeit durch Erwärmung fehlt. Alsdann kann man aber leicht in den Fensterpfeilern mehrere Zutrittsöffnungen anlegen. Die Verlängerung des Zuführungsrohres in der Mauer hat dabei den Zweck, die Umkehrung der Bewegung zu verhindern,

welche anderen Falles, besonders im Sommer, wo die innere Luft kälter wird als die äußere, leicht eintreten könnte. Auch empfiehlt es sich, die Oeffnungen nach der in §. 33 beschriebenen Einrichtung in hohle Gesimsstücke einmünden zu lassen, so daß die Luft wo möglich in der ganzen Ausdehnung des Raumes durch enge, langgezogene Oeffnungen, also in fein zertheilten Strahlen eintritt.

Die Anordnung kleiner beweglicher Persiennen vor den Oeffnungen ist nicht so wirksam.

Im Conservatoire des arts et m. wurde im Januar 1860 beobachtet, daß zwei nach der im vorstehenden Holzschnitt dargestellten zweiten Construction eingerichtete Zuleitungsrohre, deren Querschnitt zusammen 0<sup>m</sup>q,097 betrug, in einen Saal von 23° Wärme 252 Cubikmeter frische Luft von 6°, also beinahe 2600<sup>m</sup>c auf 1<sup>m</sup>q Querschnitt in der Stunde, einführten.

In Krankensälen, wie beispielsweise denen des Hospital Lariboisière, welche 36 Meter Länge haben, ist aber die Anlage von solchen Rohren, deren Querschnitt zusammen 1 Quadratmeter Oberfläche enthält, sehr leicht. Man könnte also bei 32 Betten damit allein jedem derselben 81 Cubikmeter frische Luft in der Stunde ohne besondere Kosten zuführen.

Das Luftquantum wird allerdings je nach den Temperaturdifferenzen schwanken, indessen kann man mit geringen Kosten der Aufsaugung stets die erforderliche Energie erhalten.

66. Die Temperaturdifferenz zwischen der äußeren Luft und derjenigen, welche in die Zimmer treten soll, ist selbst bei den besten auf das Princip der Aufsaugung basirten Einrichtungen oft sehr gering und meistens nicht so bedeutend als die, welche man zwischen der äußeren Luft und der in dem allgemeinen Abführungsschornsteine herstellen kann. Da nun die Geschwindigkeit der Luft proportional den Quadratwurzeln aus jenen Temperaturdifferenzen ist, so folgt, daß die Eintrittsgeschwindigkeit fast immer erheblich geringer als die Abzugsgeschwindigkeit, namentlich aber als die im Hauptabführungsrohre ist.

Die Beobachtung bestätigt dies; so war in dem durch Aufsaugung ventilirten Pavillon des Hospital Lariboisière im Winter 1860 bei sehr günstigen Verhältnissen die Eintrittsgeschwindigkeit der Luft durch die Heizöfen in die Säle 0<sup>m</sup>,72 bis 1<sup>m</sup>,15 und führte diese den Betten je 62<sup>m</sup>c,58 frische Luft in der Stunde zu. Die Geschwindigkeit im Hauptrohr betrug aber gleichzeitig 1<sup>m</sup>,24 bis 1<sup>m</sup>,39.

Am 2. August 1861 Morgens 4½ Uhr war ebendasselbe im Pavillon No. 3 die äußere Temperatur am Erdgeschoße 18°, in den Sälen 25°,45, im Schornstein — durch eine Nachlässigkeit des Heizers — aber nur 28 bis 30°. Dennoch betrug die mittlere Geschwindigkeit in letzterem 0<sup>m</sup>,771 und das Volumen der abgeführten Luft 6548<sup>m</sup>c in der Stunde oder 68<sup>m</sup>c,2 auf das Bett. Die Eintrittsgeschwindigkeit durch die Oefen betrug dagegen bei dem einen nur 0<sup>m</sup>,393 in 1 Secunde, bei einem anderen war sie gar nicht mehr meßbar.

Diesem Uebelstande kann man nur abhelfen, indem man die freien Oeffnungen der Zu- und Ableitungsrohre im umgekehrten Verhältnisse der stattfindenden Geschwindigkeiten anlegt, und da diese sich stets ändern, ist es nöthig, auch jene durch Schieber resp. Klappen verändern zu können.

67. Sollen mehrere über einander liegende Geschosse oder auch mehrere Säle derselben Etage durch einen einzigen Canal mit frischer Luft versorgt werden, so muß derselbe durch Zungen in eine gleiche Anzahl von Unterabtheilungen eingetheilt werden, und sind diese an den unteren Enden noch mit Registern zu versehen.

Beobachtet man diese Vorsicht nicht, so findet die Ver-

theilung der Luft höchst ungleichmäÙig und lediglich nach der Stärke der vom Innern der Säle ausgehenden Aufsaugung statt. So betrug im Militairhospital zu Vincennes nach den im April 1860 angestellten Versuchen die aus den in den Scheidewänden angelegten, ungetheilten Canälen austretende Luftmenge für das Erdgeschofs 14<sup>m</sup>, für den ersten Stock 219<sup>m</sup>, für das Dachgeschofs aber 165<sup>m</sup> in der Stunde auf ein Bett.

69. Schwieriger als die Regulirung der Menge ist die der Temperatur der einströmenden Luft je nach den Jahreszeiten. Das sicherste Mittel zur Erreichung dieses Zweckes besteht in der Anlegung von gehörig geräumigen Luftkammern, in welchen die frische Luft mit der durch die Oefen gewärmten vor ihrem Wiederaustritt bis zur Temperaturgleichheit gemischt wird. Dieselben müssen auch mit sogenannten Hindernissen, sowie auch mit leicht zugänglichen Registern versehen sein, um die Mischung gehörig bewirken und den Querschnitt der Oeffnungen nach Bedürfnis verändern zu können.

Ein sehr einfaches Mittel zur fast völligen Mischung der heißen mit der kalten Luft besteht übrigens darin, daß man beide Luftströme parallel unter einander und nur durch eine dünne Zunge von Metall bis an das äußere Ende getrennt, in den betreffenden Raum eintreten läßt. Die leichtere warme Luft wird sich dann sofort erheben und mit der oberen kalten Luft, die sich senkt, zu einem gemeinschaftlichen Ströme von mittlerer Temperatur mischen. Auch hier dürfen aber verstellbare Register behufs der Regulirung des Zutritts nicht fehlen. Im Conservatoire de arts et m. hat sich diese Einrichtung sehr bewährt. Ein anderes allerdings nicht so wirksames Mittel ist bereits in §. 39 beschrieben.

70. Die passende Temperatur der Luft für Privat- und Versammlungsräume hängt hauptsächlich von der Art der Heizung und der damit verbundenen Ventilation ab. Je lebhafter die Lufterneuerung ist, desto höher kann die Temperatur steigen, und kann man bei guter Ventilation eine solche von 20 bis 22° (also 16 bis 17½° Réaumur) leicht ertragen.

73. Für die Entnahme der frischen Luft aus einer mehr oder weniger bedeutenden Höhe über dem Erdboden ist die ausschließliche Anwendung mechanischer Apparate, wie Herr Pécelet und Andere behaupten wollen, durchaus nicht erforderlich.

Im Hospital Lariboisière und du Vésinet angestellte Versuche haben vielmehr ergeben, daß die frische Luft fast eben so reichlich durch die Zuführungsschächte hinabstieg, wenn die Ventilatoren still standen und die Wirkung der Aufsaugung allein ihre Bewegung hervorrief, als wenn jene in Thätigkeit waren.

Ein großer Uebelstand bei Anwendung solcher Ventilatoren ist aber der, daß sie fast nur in den Kellergeschossen aufgestellt werden können, die frische Luft also nicht allein bis dahin hinabsteigen muß, sondern auch unvermeidlich mehr oder weniger stark mit der aus den Kellern zuströmenden ungesunden Luft vermischt wird, sie auch ferner die complicirten Zu- und Ableitungsrohre der Ventilatoren durchströmen muß. Die Luft hat dabei dann nicht allein erhebliche Einbuße an lebendiger Kraft, sondern meist noch eine sehr nachtheilige Erwärmung um mehrere Grade zu erleiden.

Dagegen kann bei dem Systeme der Aufsaugung die frische Luft fast direct nach jedem Geschoße, jedem Ofen und jeder Eintrittsöffnung geleitet werden.

74. Beispiele für eine solche Entnahme der Luft durch Aufsaugung selbst aus bedeutenden Höhen von 29 Metern und mehr sind zunächst das früher erwähnte Guy-Hospital zu London, besonders aber sehr viele Kohlenzechen.

75. In den Zechen „Du grand Hornu“ — Norddépartement in Frankreich — steigt die Luft allein durch die Wirkung der Aufsaugung, welche ein in der Tiefe von 196<sup>m</sup> brennendes Feuer verursacht, durch einen Schacht bis zu diesem, theilweis sogar bis zu 250<sup>m</sup> Tiefe hinab, durchläuft vielfach gewundene, unregelmäßige, ja selbst verschüttete Gallerien auf Längen von 270, 300 bis 620 Meter und ersetzt in diesen die verdorbene Luft, welche durch dasselbe Feuer zum Aufsteigen gezwungen wird.

Ebenda betrug im Schacht Nr. 3 am 4. Februar 1842 die Temperatur der äußeren Luft 2°, der inneren vor dem Feuer 15°,5 und der durch das Feuer ausgetriebenen Luft 30°. Das Volumen der beseitigten Luft war 6<sup>m</sup>,484 in der Secunde bei einem Querschnitte des Schachtes von 15<sup>m</sup>,24 und einer Geschwindigkeit von durchschnittlich 0<sup>m</sup>,432.

Es ist dies allerdings nur ¼ derjenigen Geschwindigkeit, welche nach der Theorie die erzeugte Wärme der Luft hätte mittheilen müssen; von der durch das Verbrennen der Kohlen entwickelten Wärme ist jedoch mehr als die Hälfte nutzbar gemacht.

77. Man nimmt vielfach an, daß die Luft in einer gewissen Höhe über dem Erdboden nicht allein frei ist von den Ausdünstungen, welche sich überall, besonders aber in den Hospitälern, an der Oberfläche der Erde und in den Kellern entwickeln, sondern daß sie auch in der Höhe viel frischer sei als in größerer Nähe der Erdoberfläche. Nun ist zwar allgemein bekannt, daß allerdings nach oben eine Abnahme der Temperatur stattfindet, dieselbe beträgt jedoch auf jede 180<sup>m</sup> Höhe nur 1°. In der gemäßigten Zone schwankt diese Höhe im Mittleren innerhalb 24 Stunden zwischen 139 bis 200 Meter.

78. Nach Beobachtungen, welche Herr Becquerel im Jahre 1860—1861 mit dem sehr genauen elektrischen Thermometer angestellt hat, erleidet dieses Gesetz nahe über dem Erdboden aber eine erhebliche Störung.

Er erhielt als mittlere Temperatur 1<sup>m</sup> über dem Erdboden auf der Nordseite im Schatten 10°,07, 16<sup>m</sup> über demselben in der Sonne 11°,11 und 21<sup>m</sup> über demselben nahe einem großen Baume 11°,27. Im Augenblicke des Maximums der Temperatur gegen 3 Uhr Nachmittags stieg diese Differenz sogar bis auf 3°.

79. Aehnliche Beobachtungen, mitten in der Stadt und nahe an Gebäuden im Conservatoire d. a. et m. angestellt, ergaben gleiche Resultate. In der Zeit vom 15. bis 30. August 1861 beobachtete man durchschnittlich am Erdgeschofs in 3<sup>m</sup> Höhe 21°,51, am 1. Stock in 8<sup>m</sup>,25 Höhe 21°,92 und am 2. Stock in 15<sup>m</sup>,73 Höhe 22°,05.

80. Da nun Herr Pécelet behauptet hat, daß im Hospital Lariboisière in dem oberen Ende des Luftschachtes eine um 4° geringere Temperatur als unmittelbar über dem Erdboden und im Schatten beobachtet sei, so sind am 14. August 1856 und 22. August 1861 hierüber genauere Beobachtungen angestellt; dabei ergab sich die Temperatur in der Höhe des Thurmes über der Capelle etwas (c. ¼°) höher als unten im Schatten, in den Sälen aber 2 bis 5° höher als im Thurme.

Es wird dadurch nicht allein jene Behauptung des Herrn Pécelet widerlegt, sondern auch nachgewiesen, daß die Ventilatoren den bereits oben erwähnten großen Uebelstand haben, die Luft bei ihrem Durchgange zu erwärmen.

82. Dennoch kann die Entnahme der Luft aus einer gewissen Höhe über dem Erdboden nur empfohlen werden, besonders wenn die dadurch verursachten Kosten keine erheblichen sind. Mit Ausnahme besonders günstiger oder zwingender Verhältnisse ist aber die Entnahme der Luft aus



zum Einschrauben bei der Brücke über

den Festungsgraben zu Königsberg.

Fig. 3.  
Schnitt ab.

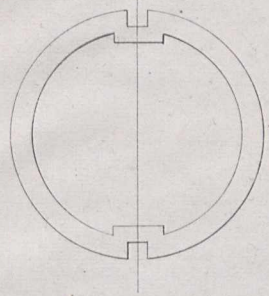


Fig. 5.  
Schnitt ef.

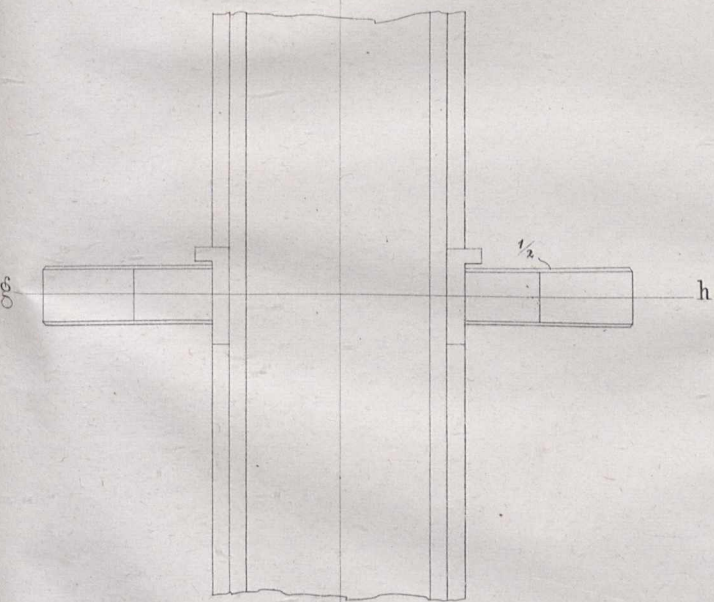


Fig. 7.  
Schnitt ik.

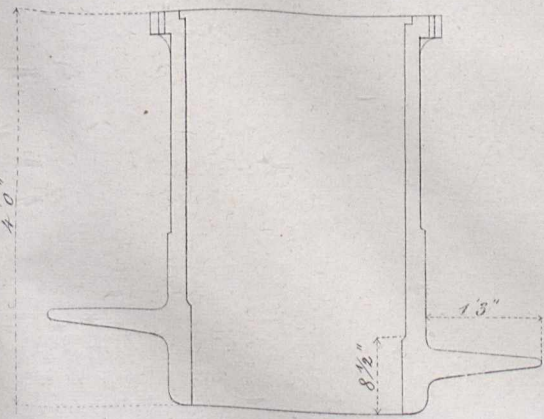


Fig. 9.  
Detail A  
Ansicht.

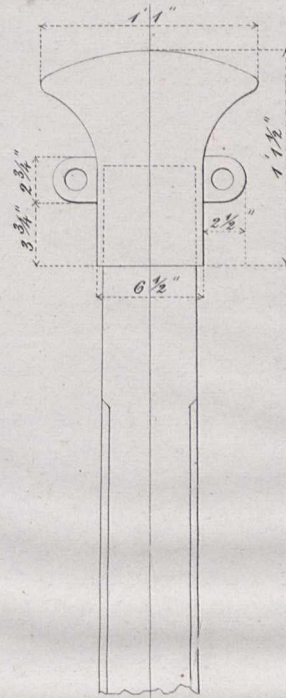


Fig. 10.  
Detail A  
Seitenansicht. Schnitt.

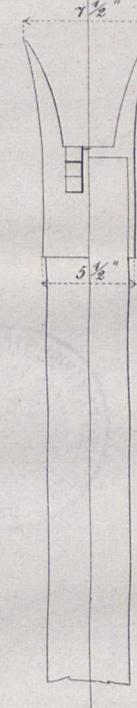


Fig. 1. Vorderansicht.

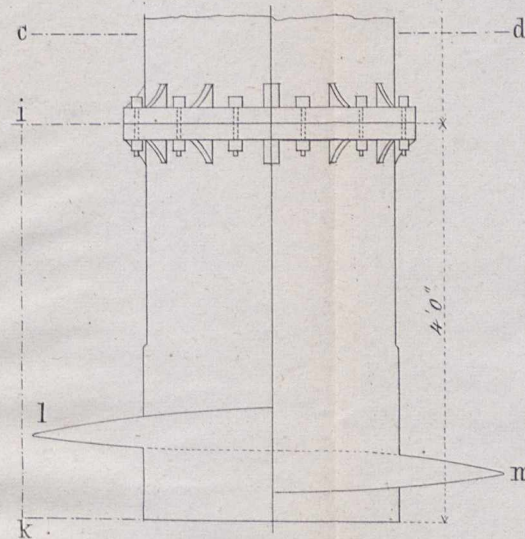


Fig. 2. Oberansicht.

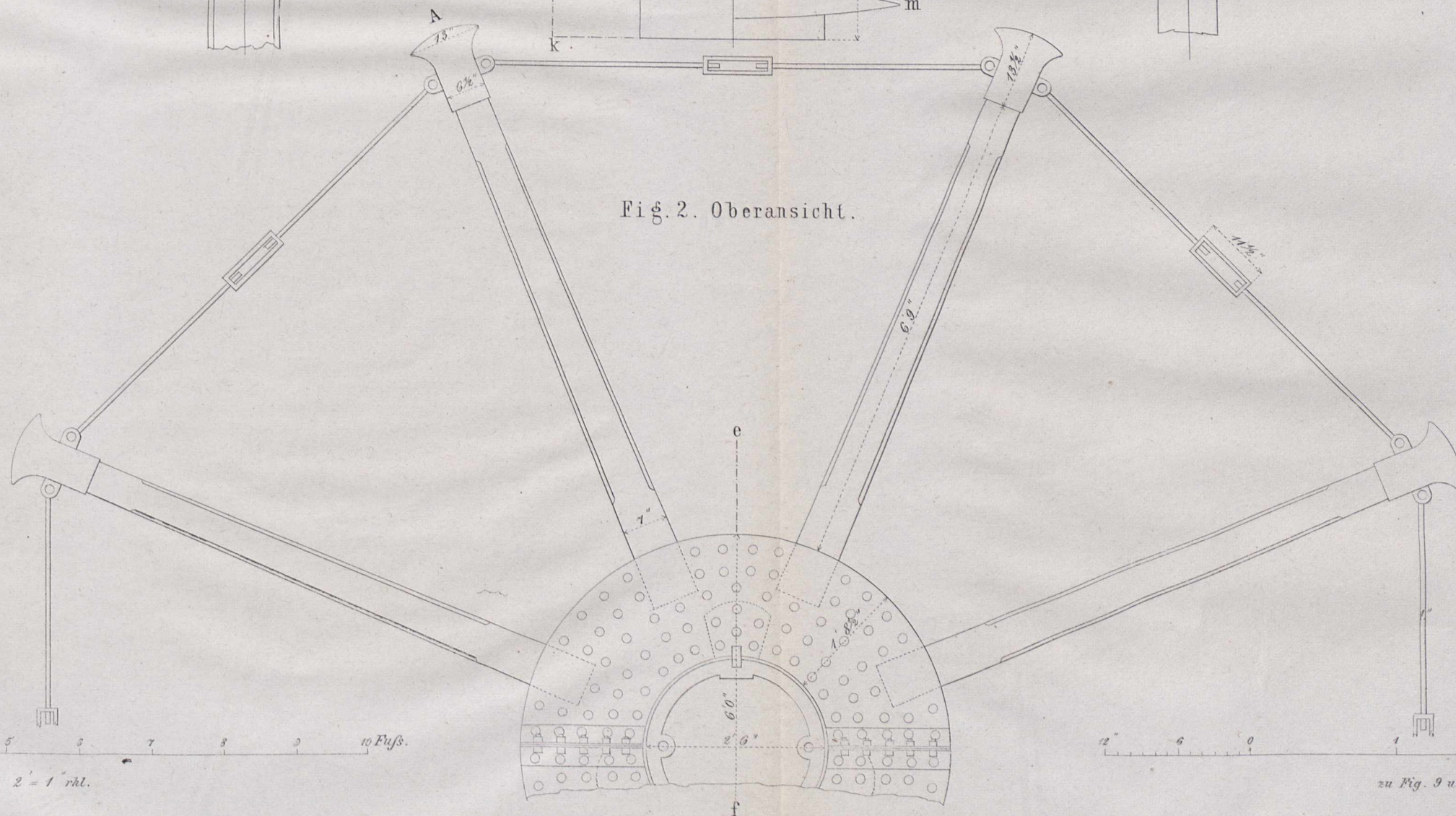


Fig. 4.  
Schnitt cd.

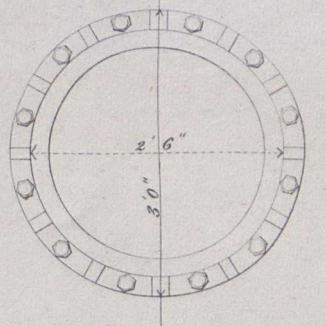


Fig. 6.  
Horizontalschnitt gh.

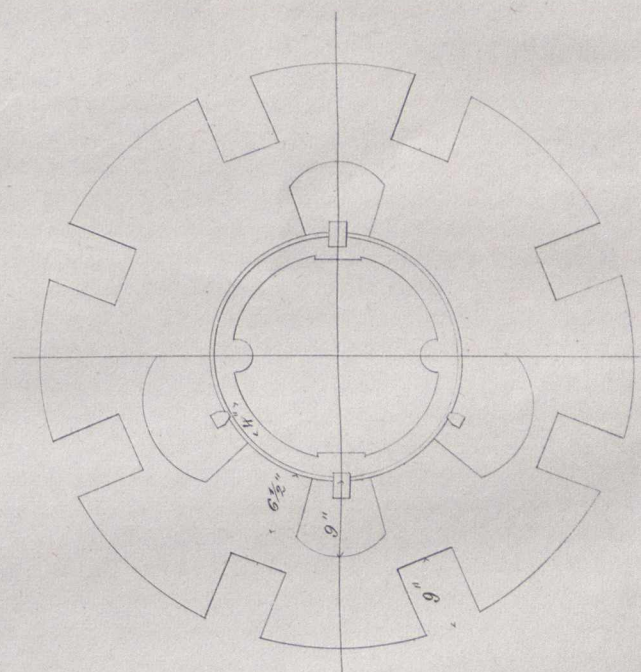
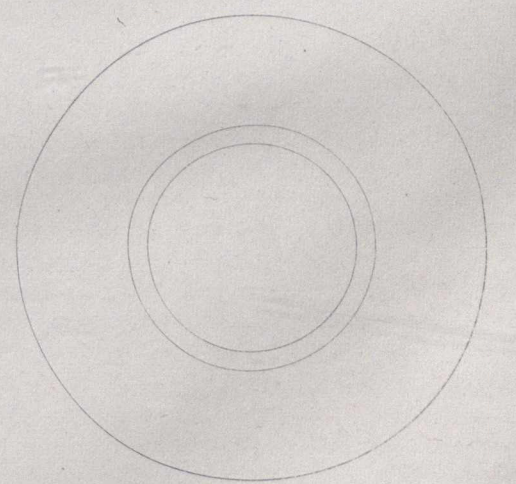


Fig. 8.  
Ansicht über lm.



zu Fig. 1-8. 2' = 1' rhl.

zu Fig. 9 u. 10. 1' = 1' rhl.

unterirdischen Räumen, Kellern etc. auf das Strengste zu vermeiden. Außer vielen anderen auf der Hand liegenden Uebelständen ist dabei, nach Herrn Dumas' Beobachtungen, die Infiltration von Wasser, welches mit zersetzten animalischen oder vegetabilischen Stoffen geschwängert ist, zu befürchten. Gegen diese ist aber selbst der beste hydraulische Mörtel nicht immer ein genügendes Schutzmittel.

83. Man erwartete vielfach von der gewaltsamen Einpressung der Luft in die zu ventilirenden Räume eine Erhöhung des Luftdruckes in denselben über den äußeren. Herr Pécelet wollte daraus sogar auf eine besonders heilkräftige Wirkung jener Methode schließen. Die Beobachtungen des Herrn Grassi haben indessen das Gegentheil erwiesen, auch selbst in dem günstigsten Falle, daß alle Abzugsrohre längere Zeit völlig geschlossen waren.

85. Der Druck des Windes auf eine Oberfläche von einem Quadratmeter beträgt nach den gewöhnlichen Schätzungen bei einer Geschwindigkeit in der Secunde von  $3^m,00 = 1^{kil},047$ ;  $5^m,00 = 2^{kil},908$ ;  $14^m,00 = 22^{kil},795$ ;  $20^m,00 = 46^{kil},520$  und bei einem Orkan von  $40^m,00 = 186^{kil},080$ .

Eine Geschwindigkeit von 15 bis 25 Metern ist bei den Winden in der Frühlings- und Herbstzeit häufig. Ein Druck von 25 Kilo entspricht aber einer Luftsäule von  $19^m,23$ , welche wieder eine Geschwindigkeit von  $19^m,42$  erzeugen kann. Mit dieser wird also ein solcher Wind die Luft in die ihnen entgegenstehenden Oeffnungen eintreiben, resp. die ihm entgegenkommenden Luftströmungen abschwächen. Sind dergleichen Einführungs-Oeffnungen auf zwei gegenüberliegenden Seiten eines Gebäudes angebracht, so müssen die auf der Windseite befindlichen geöffnet, die auf der entgegengesetzten aber geschlossen werden, damit der Wind nicht diese Canäle sowie die Säle durchströmt und abkühlt, ohne eine Ventilation hervorzurufen.

Ist der Wind aber parallel zur Außenwand gerichtet, in welcher sich die Oeffnungen befinden, so kann er nicht nur den Eintritt der Luft in diese ganz verhindern, sondern auch eine Aufsaugung in entgegengesetzter Richtung veranlassen, wenn man jene Oeffnungen nicht mit Führungen versieht, welche den Wind aufsaugen und ihn zwingen, in jene ein-

zutreten. Die Einwirkungen des Windes auf den Erfolg der Ventilation sind also nicht zu unterschätzen, und muß man sich vor denselben um so mehr zu schützen suchen, als nach solchen meistens leicht zu vermeidenden Zufälligkeiten oft das ganze System beurtheilt wird.

86. Mündet ein Rohr unter oder über der Dachfläche aus, ohne die Höhe der Dachfirst zu erreichen, so wird ein unter dem gewöhnlichen Winkel von 10 Grad gegen den Horizont gerichteter Wind bis zu einer gewissen Höhe über dem Rohre eine solche Verdichtung der Luft auf resp. unter der Dachfläche erzeugen, daß der Abzug des Rauches oder der verdorbenen Luft völlig aufhören muß.

88. Am mislichsten ist diese Wirkung bei Abtrittsgruben, welche nicht völlig luftdicht geschlossen und den Süd- oder West-Winden ausgesetzt sind. Der Wind dringt alsdann in die Grube ein und treibt bei großer Heftigkeit die schlechten Gase derselben durch die Abfallrohre, ja selbst durch die Umfassungsmauern aus.

90. Die bisher mitgetheilten Thatsachen werden zur Genüge beweisen, daß die durch den Temperaturunterschied hervorgerufene Aufsaugung ganz allein, ohne die Anwendung von Ventilatoren, hinreicht, um die Ab- und Zuführung von solchen Luftquantitäten zu jeder Jahreszeit sicher zu stellen, wie sie in den gewöhnlichen Fällen nöthig sein werden.

Wie bei allen Fragen der praktischen Ausführung kann man jedoch auch hier eine absolute Lösung nicht erwarten. Namentlich giebt es zwei Ausnahmefälle, auf welche diese Folgerung nicht ohne Weiteres angewendet werden kann. Es sind dies die Ventilation der Kriegsminen, Versuchsstollen, im Bau begriffenen Tunnel etc. einerseits, andererseits aber die Ventilation von Sälen, welche für zufällige und große Versammlungen dienen sollen. Im ersteren Falle ist meist der Querschnitt der Zu- und Ableitungsrohre für die Luft zu gering, auch der Temperaturunterschied zu schwach; in dem anderen kann die Anzahl der anwesenden Personen so groß werden, daß aufsergewöhnliche Hilfsmittel unentbehrlich sind, besonders wenn der Raum zur Anbringung von Abzugsleitungen ungeeignet ist.

(Fortsetzung folgt.)

## Die Fundamentirung der Festungsgrabenbrücke der Königsberg-Pillauer Eisenbahn in Königsberg auf gusseisernen Schraubenpfählen.

(Mit Zeichnungen auf Blatt Y im Text.)

Die Königsberg-Pillauer Eisenbahn überschreitet bei Königsberg den Festungsgraben auf einer eingleisigen Brücke mit eisernem Ueberbau. Diese Brücke soll neben einer 11 Fuß weiten Zugklappenöffnung drei Oeffnungen von je 45 Fuß lichter Weite erhalten. Die beiden Mittelpfeiler, welche die drei Oeffnungen trennen, sind mit Rücksicht auf den erst in großer Tiefe anzutreffenden festen Baugrund aus je zwei gusseisernen röhrenförmigen Cylindern gebildet, welche in  $14\frac{1}{2}$  Fuß Abstand (von Mitte zu Mitte gemessen) vertikal in den Boden eingeschraubt sind, und auf welchen die über die drei großen Oeffnungen ungetrennt hinweggehenden Blechträger unmittelbar ruhen sollen. Die beiden gusseisernen Schraubenpfähle, welche einen Pfeiler bilden, werden an ihrem oberen Ende durch eine gusseiserne Verstrebung verbunden.

Gegenwärtig ist die Einschraubung dieser vier Schraubenpfähle erfolgt, und hat eine Probelastung von 800 Cent-

nern pro Schraubenpfahl oder 1600 Centnern pro Pfeiler (entsprechend einer gleichmäßigen Last von  $33\frac{3}{4}$  Ctrn. pro laufenden Fuß der Brücke einschließlic fremder Last) eine Senkung von  $\frac{1}{8}$  bis  $\frac{3}{8}$  Zoll hervorgebracht, welche jedoch nach beiderseitiger Probelastung fast ganz wieder verschwunden ist, so daß die Tragfähigkeit der Pfeiler völlig genügend ist.

Die Unterkante der Brückenträger liegt auf  $+15$  Fuß  $1\frac{1}{2}$  Zoll am Pegel, die Sohle des Festungsgrabens auf  $+1$  Fuß, und ist der Baugrund

von  $+1$  bis  $-10$ : quelliger Sand mit Thontheilen,  
von  $-10$  bis  $-14$ : desgl., mehr thonig,  
von  $-14$  bis  $-40$ : blauer Thon.

Die Schraubenpfähle, aus dem Schraubenstück und je vier Aufsatzstücken bestehend, sind 30 Fuß lang und stehen also etwa 17 Fuß im Boden.

Auf Blatt Y ist ein Schraubenpfahl dargestellt.

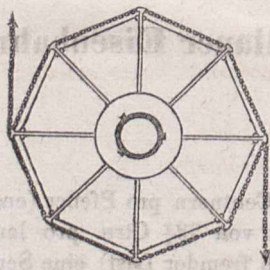
Der untere 4 Fuß lange Theil enthält die Schraube; die  $6\frac{1}{2}$  Fuß langen Aufsatzstücke werden je nach der erforderlichen Länge und mit dem Fortschreiten der Senkung aufgesetzt. Diese den Schraubenpfahl bildenden Röhren haben  $2\frac{1}{2}$  Fuß äußeren Durchmesser und eine Wandstärke von 1 Zoll. Die Verbindung geschieht durch  $\frac{7}{8}$  Zoll starke Schraubenbolzen.

Der untere Rand des Schraubenpfahles ist horizontal und nicht, wie man vielleicht vermuthen könnte, dem Schraubengange entsprechend ansteigend. Die gewählte Form ist, indem sie beim Umdrehen des Pfahles continuirlich über die etwaigen Widerstände unter großem Drucke hinwegschleift, weit eher geeignet, diese Widerstände zu durchschneiden, als der bei schraubenförmig steigendem Rande sich bildende, etwa geschärfte Vorsprung, welcher die Widerstände fassen und, ohne sie zu zerreiben, im Boden fortschleppen würde.

Die Schraubenfläche, welche 1 Fuß 3 Zoll Breite und also mit der Röhre zusammen im Grundriß 5 Fuß Durchmesser hat, geht einmal um die Röhre mit 10 Zoll Ansteigung herum.

Die Flansche der Röhrenstücke waren bei den ersten gegossenen Stücken nach innen gelegt, indem man annahm, daß der Boden im Inneren der Röhre durch Handarbeit beseitigt werden solle. Es sind jedoch diese Stücke bei der wirklichen Ausführung nicht verwendet, sondern es wurden die Flansche nach außen gelegt, was unumgänglich ist, wenn man, wie sehr gut ausführbar, den Boden im Innern nicht beseitigen will, indem sich derselbe in festester Weise comprimirt.

Das Einschrauben selbst geschieht mittelst des Fig. 2 dargestellten Sternes, welcher über das in Fig. 1 gezeichnete, als jedesmaligen obersten Theil des Schraubenpfahles aufgeschraubte Rohrstück geschoben und bezüglich der Höhe so regulirt wird, daß die beiden am Umfange des Sternes angreifenden, durch Winden gewöhnlicher Construction bewegten Zugketten stets möglichst horizontal ziehen. Dieses Röhrenkopfstück hat deshalb der ganzen Höhe nach beiderseits Nuthen, wie in Fig. 1, 2, 3 und 6 dargestellt ist, und wird nach Fig. 2, 5 und 6 die Nabe des Sternes in der jedesmaligen Höhenstellung durch zwei in die Nuthen passende Eisenkerne und außerdem durch zwei Keile festgestellt. Die Nabe des Kernes besteht oben und unten aus  $\frac{1}{2}$  Zoll starken Eisenplatten, zwischen welchen als Führung der Keile gußeiserne Zwischenstücke und außerdem Holzstücke gefüttert sind. Letztere bilden die Löcher zur Aufnahme der 8 Arme.



In den gabelförmigen Enden der Arme liegen die beiden Zugketten. Letztere sind von einander unabhängig und jede eines Theiles an einem der Arme befestigt, dann um den Stern geführt und von da in der Richtung des Pfeiles nebenstehender Skizze nach den beiden Winden geleitet.

Um nicht fortwährend den Stern in der Höhenlage umstellen zu müssen, wird die Horizontalität des Zuges beiderseits durch Leitrollen, welche kurz vor den Winden eingelegt sind, leicht regulirt.

Die Operation des Einschraubens geschah auf einem leichten, auf Pfählen ruhenden, dicht über dem Wasserspiegel liegenden Balkengerüste, welches nach Bedarf mit einem losen Bohlenfußboden belegt wurde. Das Einsetzen der Röhrentheile, Aufsetzen und Abnehmen des Sternes und Kopfstückes erfolgte durch einen dreibeinigen einfachen Bock mittelst Flaschenzuges.

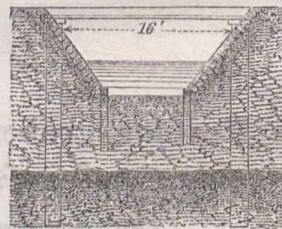
Das Einschrauben ging leicht und ohne erheblichen Aufenthalt von Statten. Während einer jeden Umdrehung des Pfahles, nach Maafgabe der Höhe des Schraubenganges, eine Brutto-Senkung von 10 Zoll entsprechen sollte, verminderte sich die Nutz-Senkung bei größerer Tiefe und stärkerem Widerstande bis auf  $\frac{1}{2}$  bis  $\frac{1}{3}$  dieses Maafses.

Es waren beim Einschrauben 16 Mann beschäftigt, und erforderte das Einschrauben jedes Pfahles durchschnittlich 6 Tage.

Die vertikale Richtung der Pfähle war ohne Schwierigkeit innezuhalten, und läßt sich ein Herüberziehen der Pfähle leicht erreichen, indem man eine Kette, welche ein oder zwei Mal den Pfeiler umschlingt, während der Drehung desselben in der Richtung anzieht, nach welcher der Pfeiler gezogen werden soll.

Die Kosten dieser Fundamentirung sind ungemein gering. Abgesehen von den geringen Kosten des leichten Gerüsts und der Neubeschaffung der Geräthe, welche ungefähr 800 Thaler betragen, und abgesehen von den geringen Arbeitslöhnen, bestehen sie ausschließlic in den Kosten der gußeisernen Röhren. Es wiegt das untere Schraubenstück von 4 Fuß Länge  $27\frac{1}{2}$  Centner, jedes der übrigen  $6\frac{1}{2}$  Fuß langen Stücke 28 Centner, so daß hier ein aus 2 Pfählen bestehender Pfeiler außer dem Auflager und der Verstrebung 279 Centner wiegt, zum Preise von 4 Thalern loco Baustelle. —

Da das Pregelthal, in welchem der niedere Theil Königsbergs erbaut ist, fast allenthalben ähnlichen Baugrund hat, wie der oben beschriebene, so wird beabsichtigt, für zwei über den sogenannten Kielgraben (einen Nebenarm des Pregels) führende 16 Fuß weite Brücken mit eisernem Ueberbau nach beistehender Skizze eine weitere Anwendung der Fundamentirung auf Schraubenpfählen in Vorschlag zu bringen, dergestalt, daß jeder der beiden Hauptträger der Brücke beiderseits auf einem Schraubenpfahl aufliegen würde.



Reiche.

## Die Drehbahn von dem Baurath Dr. H. Scheffler.

(Mit Zeichnungen auf Blatt Z im Text.)

Man kennt bis jetzt im Eisenbahnwesen nur zwei Mittel, aus einem Geleise auf das Seitenterrain überzugehen: mittelst Weichen und mittelst Drehscheiben oder Rolltische. Die Weichenverbindung ist insofern die bequemste, als sie den Durchgang ganzer Züge und die Anwendung der Locomotive als Zugkraft gestattet; dabei hat sie aber

den Uebelstand, daß man das Hauptgeleise nur mit sehr flachen Curven verlassen, folglich oftmals ein Seitenterrain, welches sich nach seiner Geräumigkeit ausgezeichnet zu Bahnzwecken eignen würde, von dem Hauptgeleise aus gar nicht erreichen kann. Im Allgemeinen lassen sich durch Weichen nur schmale und langgestreckte Areale neben

der Bahn, nicht aber tiefe oder von der Bahn sich hinweg erstreckende Grundstücke ausnutzen.

Die Drehscheibe und der Rolltisch gestatten die Ausnutzung eines Grundstückes von jeder Form; allein dieser Verbindungsweise haftet der große Uebelstand an, daß man nur immer einzelne Fahrzeuge und auch diese nicht mit Maschinenkraft, sondern nur mit der kostbaren und nicht immer zum Angriffe bereiten Menschenkraft überführen kann.

Ließen sich daher Curven mit Radien von 50 bis 100 Fufs, welche wir Drehbahnen nennen, herstellen und praktisch betreiben, so würde dies für das Eisenbahnwesen von großer Wichtigkeit sein, weil diese Verbindungen die beiden eben genannten wesentlichen Vortheile, nämlich Ausnutzung tiefer Seitengrundstücke mit ganzen Zügen und unter Anwendung von Maschinenkraft, in sich vereinigen.

Diese Drehbahnen könnten auch die Stelle solcher Drehscheiben vertreten, welche lediglich den Zweck haben, Locomotiven umzudrehen. Die Durchlaufung einer solchen Bahn in vollem Halbkreise durch eine Locomotive im Dampfe würde die Umdrehung von selbst mit sich bringen.

Drehbahnen dieser Art scheinen in der That ausführbar zu sein. Die Figuren 1 bis 5 auf Blatt Z stellen ein Project dazu dar. Selbstverständlich können Fahrzeuge, welche eine solche Bahn durchlaufen sollen, wegen der großen Erweiterung, welche dem Geleise zu geben ist, nicht auf den conischen Theilen der Radreifen, sondern müssen auf den Flanschen laufen. Hierin kann kein erheblicher Uebelstand erblickt werden. Die Führung erhalten die Räder an den Außenseiten durch 8 Zoll hoch hervortretende Ränder, welche einen Bestandtheil der aus Gußstahl oder Gußeisen herzustellenden breiten Laufbahnen bilden. Im Uebrigen wird die Construction aus den Zeichnungen verständlich sein.

Die Hauptfragen bei dieser Disposition betreffen die Größe der zur Durchführung eines Wagens durch eine Drehbahn erforderlichen Zugkraft und dasjenige zulässige Maximum dieser Zugkraft, dessen Ueberschreitung einen Umsturz des Wagens zur Folge haben würde.

Diese Fragen sind in der weiter unten ausgeführten Theorie der Drehbahn erörtert. Man gelangt zu folgenden Resultaten:

Um einen Wagen durch eine Drehbahn von

50	100	200 Fufs Radius
----	-----	-----------------

braunschweiger Maafs zu führen, ist eine

12	6½	3¼ Mal
----	----	--------

so große Zugkraft erforderlich, als um denselben auf gerader Bahn zu bewegen, oder es ist dieselbe Kraft nöthig, wie in einer Steigung von

$\frac{1}{27}$	$\frac{1}{25}$	$\frac{1}{110}$
----------------	----------------	-----------------

Hieraus geht hervor, daß hinsichtlich der erforderlichen Zugkraft Drehbahnen von 100 bis 200 Fufs Radius keine praktischen Schwierigkeiten darbieten, indem eine Locomotive einen Zug, welchen sie auf einer Steigung von  $\frac{1}{25}$  bis  $\frac{1}{110}$  zu befördern vermag, auch durch eine solche Bahn zu ziehen im Stande ist.

Je größer der Radius der Drehbahn ist, desto geringer ist die Zugkraft für einen Wagen, desto größer ist aber die Anzahl der Wagen, welche in einem bestimmten Bogen der Drehbahn, also zwischen den beiden Tangentenpunkten der Anschlußgeleise stehen können. Hieraus folgt, daß wenn der Winkel zwischen den tangirenden Anschlußbahnen gegeben ist, und die durchzuführenden Züge immer so lang sind, daß sie über die Tangentenpunkte hinaus reichen, stets dieselbe

Zugkraft für die Durchführung eines ganzen Zuges erforderlich ist, mag der Radius der Drehbahn groß oder klein sein.

So können z. B. in einem Viertelkreise

bei 50	100	200 Fufs Radius
4½	9	18 Achsen

stehen. Die zur Bewegung in der Drehbahn von einem Viertelkreise erforderliche Kraft, welche zu der gewöhnlichen Zugkraft noch hinzukommt, ist in allen Fällen gleich der zur Fortschaffung von 57 Achsen in gewöhnlicher Bahn erforderlichen Zugkraft. Eine halbkreisförmige Drehbahn würde die gewöhnliche Zugkraft um den Widerstand von 114 Achsen vermehren.

Die Zugkraft, welche im Stande sein würde, einen an beiden Enden tangential angegriffenen sechsrädrigen Wagen um die innere Führungsschiene umzustürzen, beläuft sich in einer Drehbahn von

50	100	200 Fufs Radius
0,8-	1,6-	3,2fache

des Gewichtes dieses Wagens. Setzt man den Wagen als leer oder so leicht als möglich voraus, so beträgt sein Gewicht etwa 150 Centner; die zum Umstürze erforderliche Zugkraft beläuft sich also auf

120	240	480 Centner.
-----	-----	--------------

Nun erfordert ein Zug beladener Wagen, welcher eine Drehbahn von einem Viertelkreise ganz ausfüllt, wegen der Drehbahn allein eine Zugkraft gleich der gewöhnlichen Zugkraft eines Zuges von 57 Achsen, und wenn dieser Zug eine Drehbahn von einem Halbkreise ausfüllt, eine Zugkraft gleich der gewöhnlichen Zugkraft eines Zuges von 114 Achsen. Ist mithin der ganze Zug 100 Achsen lang, so gebraucht derselbe in der Drehbahn von einem Viertelkreise die gewöhnliche Zugkraft für 157 Achsen, also, wenn die beladene Achse höchstens zu 150 Centnern angenommen wird, die Kraft von  $\frac{157 \cdot 150}{300} = 79$  Ctr., und in der Drehbahn von einem Halbkreise die gewöhnliche Zugkraft für 214 Achsen, also die Kraft von  $\frac{214 \cdot 150}{300} = 107$  Ctr.

Die letzte Kraft von 107 Centner erreicht noch nicht den zum Umstürze in einer Drehbahn von 50 Fufs Radius erforderlichen Werth von 120 Centner, noch weniger aber den in einer Drehbahn von 100, resp. 200 Fufs Radius erforderlichen Werth von 240, resp. 480 Centner.

Hieraus ergibt sich, daß lange ganze Züge sicher durch die Drehbahnen geführt werden können.

#### Die Theorie der Drehbahn.

Um den sechsrädrigen Wagen *ABCD* (Fig. 6), welcher mit den beiden Rädern *AB* den äußeren und mit dem Rade *F* den inneren Rand der Drehbahn berührt, in dieser Bahn zu bewegen, ist derselbe nicht bloß wie in einem gewöhnlichen Geleise zu rollen, sondern fortwährend um seinen Schwerpunkt *G* zu drehen, wobei alle sechs Räder auf ihren Flanschen gleiten. Es sei

*R* der Radius *HG* der Drehbahn,

*a* der Abstand *GE* der Mittelräder *E* und *F* vom Schwerpunkte *G*,

*b* der Abstand *GB* der Endräder vom Schwerpunkte *G*,

*W* das Gewicht des Wagens,

*Q* die erforderliche Zugkraft,

*f* der Reibungs-Coëfficient für die gleitende Reibung der Radflanschen auf der Drehbahn,

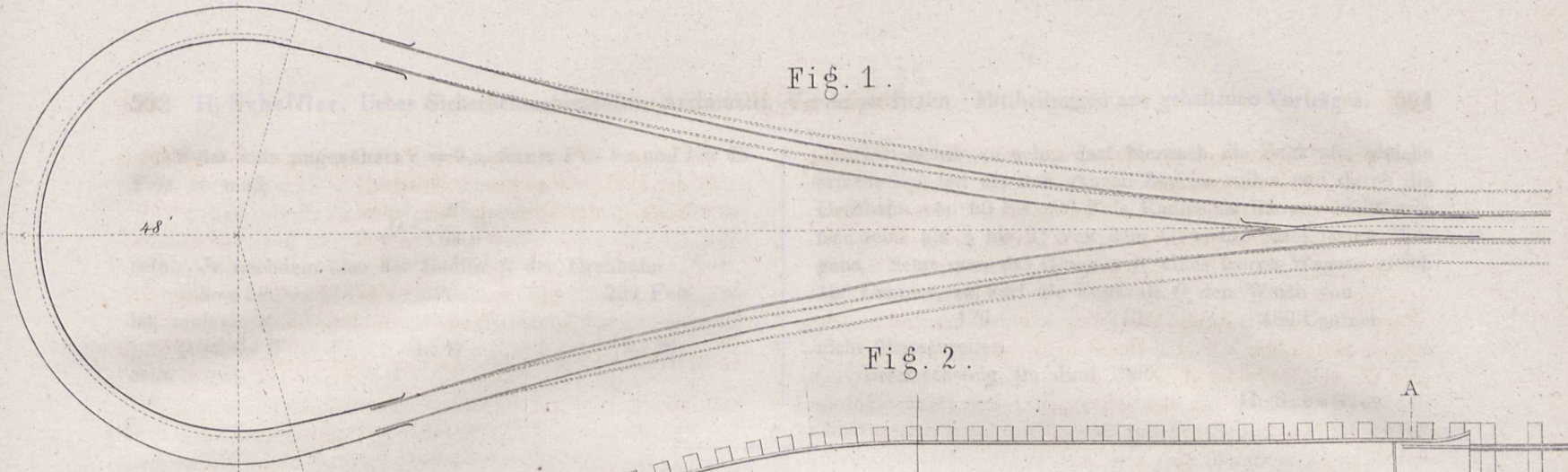


Fig. 1.

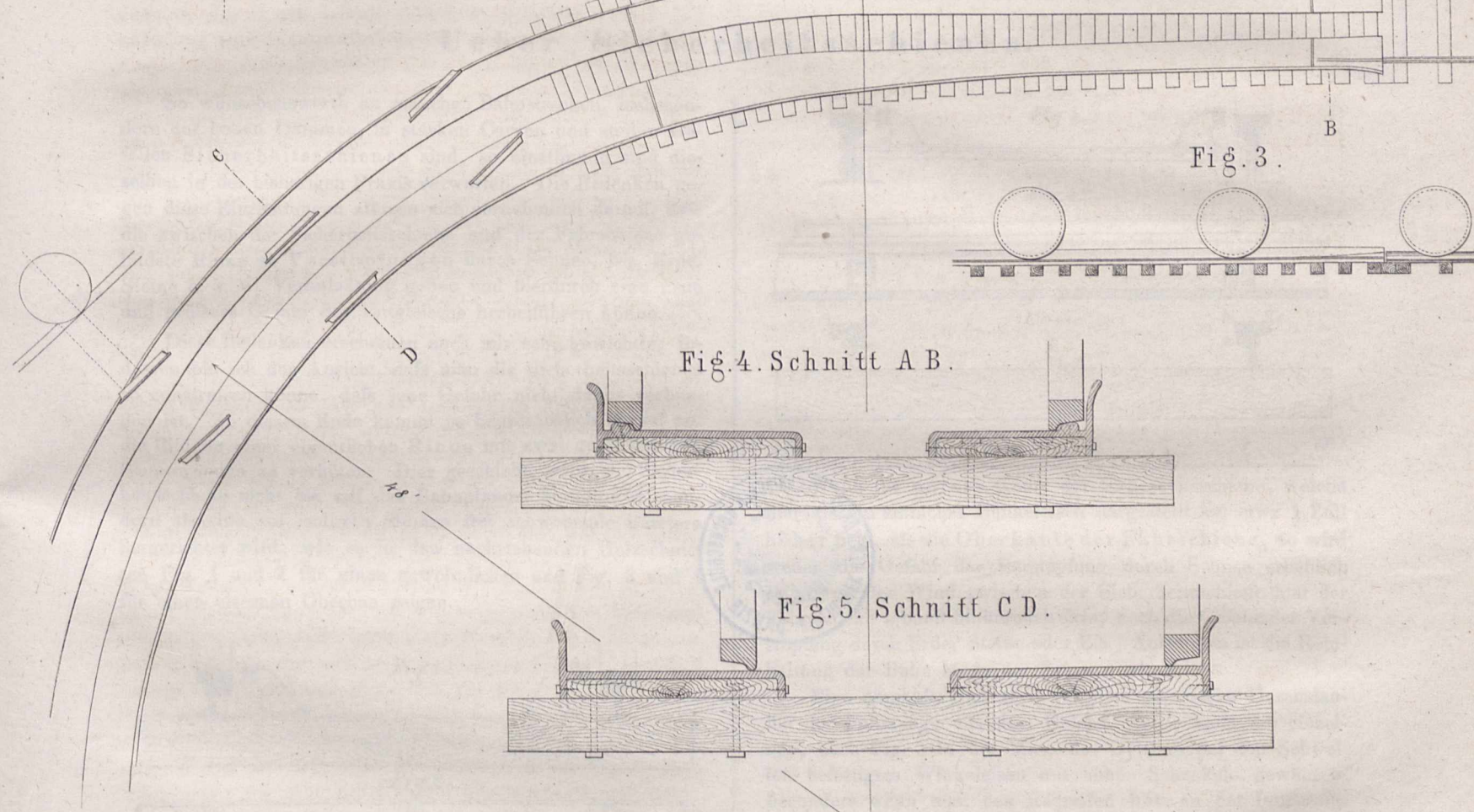


Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4. Schnitt A B.

Fig. 5. Schnitt C D.

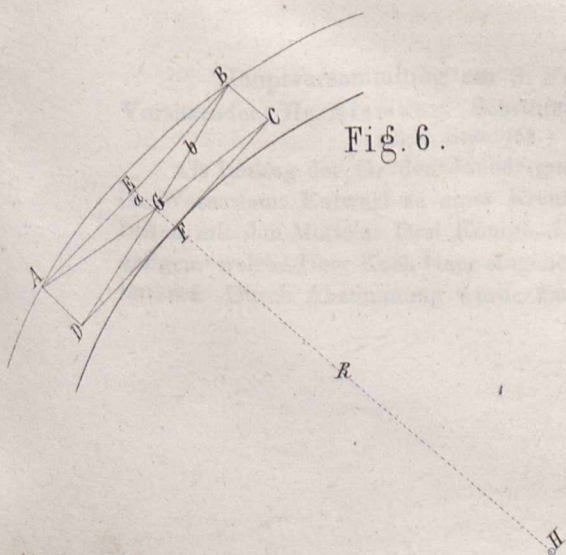
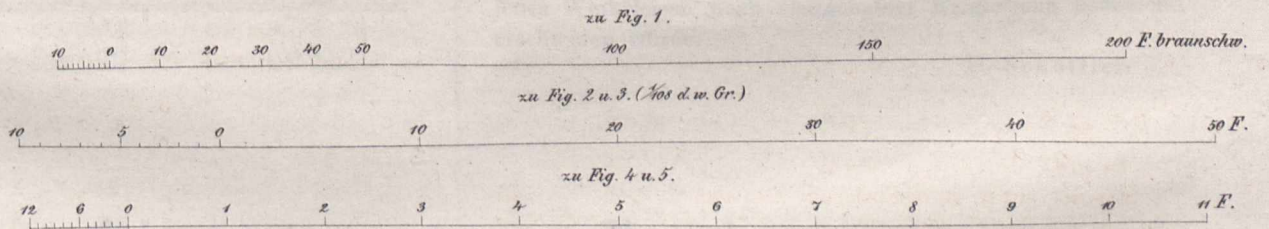


Fig. 6.

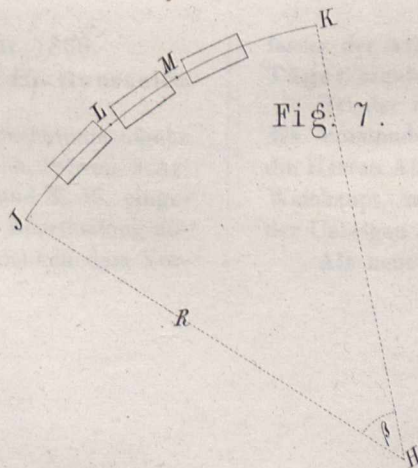


Fig. 7.

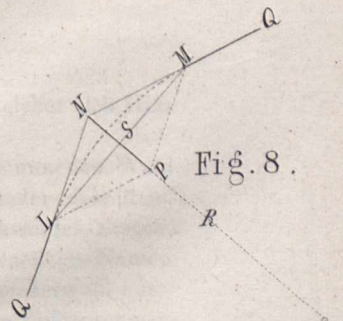


Fig. 8.

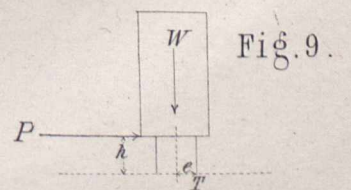


Fig. 9.

$\varphi$  der Widerstands-Coëfficient für die rollende Reibung der Eisenbahnwagen.

Wenn der Wagen um den Mittelpunkt  $H$  der Drehbahn irgend einen Winkel  $\alpha$  beschreibt, so dreht sich jede der Linien  $GE, GF, GA, GB, GC, GD$  um den Schwerpunkt  $G$  ebenfalls um den Winkel  $\alpha$ ; beschreibt also der Schwerpunkt des Wagens in der Drehbahn den Weg  $\alpha R$ , so beschreiben die beiden Mittelräder  $E, F$  um diesen Schwerpunkt den Weg  $\alpha a$  und die vier Endräder  $A, B, C, D$  den Weg  $\alpha b$ . Die Wege des Schwerpunktes um den Mittelpunkt der Bahn und die Wege der Mittelräder und der Endräder um den Schwerpunkt des Wagens verhalten sich also wie

$$R : a : b \text{ oder wie } 1 : \frac{a}{R} : \frac{b}{R}.$$

Nimmt man an, daß auf den beiden Mittelrädern  $\frac{1}{3}$  des Gewichtes des Wagens und auf den vier Endrädern  $\frac{2}{3}$  dieses Gewichtes ruhen, so beträgt der Widerstand der gleitenden Reibung

$$\frac{1}{3} f \frac{a}{R} W + \frac{2}{3} f \frac{b}{R} W = \frac{f(a+2b)}{3R} W,$$

während der Widerstand der rollenden Reibung  $\varphi W$  ist. Die gesammte Zugkraft ist hiernach

$$Q = \frac{f(a+2b)}{3R} W + \varphi W = \left\{ \frac{f(a+2b)}{3R} + \varphi \right\} W.$$

Näherungsweise hat man  $a = 2,5$  Fufs,  $b = 12,5$  Fufs,  $\varphi = 0,2$ ,  $\varphi = \frac{1}{300}$ , folglich

$$Q = \left\{ \frac{5,5}{3R} + \frac{1}{300} \right\} W.$$

Jenachdem man für den Radius  $R$  der Drehbahn den Werth von

$R = 50$	$100$	$200$ Fufs
----------	-------	------------

annimmt, ergibt sich für die Zugkraft

$Q = \left( \frac{11}{300} + \frac{1}{300} \right) W$	$\left( \frac{5,5}{300} + \frac{1}{300} \right) W$	$\left( \frac{2,75}{300} + \frac{1}{300} \right) W$
$= \frac{12}{300} W$	$\frac{6,6}{300} W$	$\frac{3,75}{300} W$
$= \frac{1}{25} W$	$\frac{1}{45} W$	$\frac{1}{80} W$

Rechnet man die zur rollenden Fortbewegung des Wagens erforderliche Zugkraft  $Q' = \frac{1}{300} W$  für sich, so ist die zur drehenden Bewegung erforderliche Kraft  $Q''$

$$Q'' = \frac{f(a+2b)}{3R} W = \frac{f}{\varphi} \frac{a+2b}{3R} Q',$$

also für die vorstehenden drei Werthe von  $R$

$Q = \frac{1}{27} W$	$\frac{1}{55} W$	$\frac{1}{109} W$
$= 11 Q'$	$5,5 Q'$	$2,75 Q'$

Hat der ganze zu befördernde Zug das Gewicht  $W'$  und steht hiervon das Gewicht  $W''$  in der Drehbahn, so ist die zur Fortbewegung des Zuges erforderliche Zugkraft

$$Q = \frac{f(a+2b)}{3R} W'' + \varphi W'$$

oder nahezu

$$Q = \frac{5,5}{3R} W'' + \frac{1}{300} W'.$$

Bezeichnet in Fig. 7

$\beta$  den Winkel  $IHK$ , welchen die Drehbahn  $IK$  umspannt,  
 $n$  den Theil, welchen dieser Winkel von 180 Grad oder welchen der Bogen  $IK$  vom Halbkreise ausmacht, so daß also  $n = \frac{\beta}{18}$  ist,

$l$  die Länge  $LM$  zwischen den Verkuppelungspunkten zweier in der Drehbahn stehenden Wagen;  
 so können in der Drehbahn überhaupt

$$\frac{\beta \pi R}{180 l} = \frac{n \pi R}{l}$$

Wagen stehen. Die zur drehenden Bewegung aller die Drehbahn ausfüllenden Wagen erforderliche Kraft ist hiernach, indem man diese Zahl mit dem obigen Factor  $\frac{f(a+2b)}{3R} W$  multiplicirt,

$$Q'' = \frac{n \pi f(a+2b)}{3l} W.$$

Dieser Werth ist von dem Radius der Drehbahn ganz unabhängig. Wenn also der Centrumswinkel einer Drehbahn gegeben ist, erfordert die Durchführung eines diese Bahn vollständig füllenden Zuges immer dieselbe Kraft, mag der Radius der Bahn groß oder klein sein.

Setzt man näherungsweise  $l = 45$  Fufs, so erhält man für den vorstehenden Widerstand

$$Q'' = \frac{n}{8} W.$$

Für einen Halbkreis, wo  $n = 1$  ist, beträgt also die Zugkraft für die drehende Bewegung des ganzen Zuges  $\frac{1}{8} W$  oder den 8ten Theil des Gewichtes eines Wagens. Dies entspricht der Zugkraft in einem gewöhnlichen Geleise für  $\frac{300}{8} = 38$  Wagen oder 114 Achsen.

Für einen Viertelkreis ist  $n = \frac{1}{2}$ , also die Zugkraft für die drehende Bewegung des ganzen Zuges  $\frac{1}{16} W$  oder gleich der Zugkraft in einem gewöhnlichen Geleise für 57 Achsen.

Es entsteht jetzt die wichtige Frage, ob ein in der Drehbahn befindlicher Wagen durch die an seinen Enden wirkende Zugkraft um den innern Rand der Drehbahn umgestürzt werden könne.

Die beiden Zugkräfte  $Q$ , welche in den Punkten  $L$  und  $M$  tangential wirken (Fig. 8 und 9), setzen sich zu der radial wirkenden Kraft  $NP = P$  zusammen. Bezeichnet  $c$  den Abstand  $NS$  des Durchschnittspunktes  $N$  der beiden Tangenten  $LN$  und  $MN$  von der Sehne  $LM$ ,

$d$  die Tangentenlänge  $MN = LN$ ,

$l$  die Länge der Sehne  $LM$ ,

$e$  den horizontalen Abstand des Schwerpunktes des Wagens von dem Punkte  $T$  des innern Mittelrades, um welchen der Umsturz erfolgen kann,

$h$  die Höhe der Kuppelkette, also des Angriffspunktes der Kraft  $P$  über der Drehbahn,

so ist die Diagonale  $NP = 2c$  des Parallelogrammes  $LNMP$

$$2c = \frac{dl}{R} = \frac{l^2}{\sqrt{4R^2 - l^2}}.$$

Ferner ist

$$P = \frac{2c}{d} Q = \frac{l}{R} Q.$$

Damit der Wagen nicht umstürzt, muß das Moment  $hP$  kleiner sein, als das Moment  $eW$ , man muß also

$$hP < eW \text{ oder}$$

$$P < \frac{e}{h} W$$

haben, d. h. es muß

$$\frac{l}{R} Q < \frac{e}{h} W$$

oder

$$Q < \frac{eR}{hl} W'$$

sein.

Setzt man angenähert  $e = 2,5$ , ferner  $h = 3,5$  und  $l = 45$  Fufs, so mufs

$$Q < \frac{R}{63} W$$

sein. Je nachdem also der Radius $R$ der Drehbahn			
$R = 50$	100	200 Fufs	
ist, mufs			
$Q < 0,8 W$	1,6 $W$	3,2 $W$	
sein.			

Um sicher zu sein, darf hiernach die Zugkraft, welche erforderlich ist, um den ganzen Zug zu rollen und durch die Drehbahn von 50 bis 200 Fufs Radius zu führen, nicht grösser sein, als  $\frac{4}{5}$  bis  $3\frac{1}{5}$  von dem Gewichte eines leeren Wagens. Setzt man das Gewicht  $W$  eines leeren Wagens gleich 150 Centner, so darf die Zugkraft  $Q$  den Werth von 120 240 480 Centner nicht überschreiten.

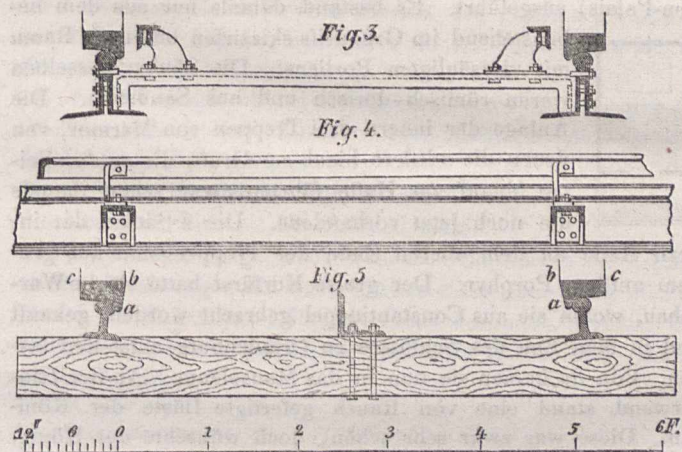
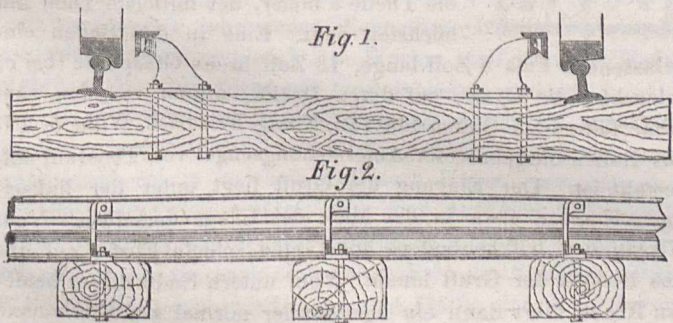
Braunschweig, im Juni 1866.

H. Scheffler.

## Ueber Sicherheitsschienen.

So wünschenswerth an manchen Bahnstrecken, insbesondere auf hohen Dämmen, in starken Curven und steilen Gefällen Sicherheitsschienen sind, so einstimmig sind dieselben in der bisherigen Praxis verworfen. Die Bedenken gegen diese Einrichtungen stützen sich vornehmlich darauf, das die zwischen der Sicherheitsschiene und der Fahrschiene gebildete Rinne zu Verstopfungen durch Schnee, Eis, Erde, Steine u. s. w. Veranlassung geben und hierdurch eine neue und grössere Gefahr des Entgleisens herbeiführen könne.

Diese Bedenken erscheinen auch mir sehr gewichtig; indessen bin ich der Ansicht, das man die Sicherheitsschienen so construiren könne, das jene Gefahr nicht damit verbunden ist. Zu diesem Ende kommt es hauptsächlich darauf an, die Bildung einer eigentlichen Rinne mit zwei geschlossenen Seitenwänden zu verhüten. Dies geschieht, wenn die Sicherheitsschiene nicht bis auf das Bahnplanum herabreicht, sondern als eine auf isolirten Stützen frei schwebende Barriere hergerichtet wird, wie es in den nachstehenden Holzschnitten Fig. 1 und 2 für einen gewöhnlichen und Fig. 3 und 4 für einen eisernen Oberbau zeigen.



Wenn die untere Kante der Sicherheitsschiene, welche hier als ein einfaches Winkeleisen dargestellt ist, etwa 1 Zoll höher liegt, als die Oberkante der Fahrschiene, so wird weder die Gefahr der Verstopfung durch Schnee erheblich sein, weil der Wind zwischen der Sicherheitsschiene und der Fahrschiene lebhaft hindurchstreicht, noch die Gefahr der Verstopfung durch Erde, Steine oder Eis. Ausserdem ist die Reinhaltung der Bahn längs der Schiene sehr leicht.

Eine namhafte Sicherheit vor dem gänzlichen Herauslaufen der Fahrzeuge aus dem Geleise würde auch ein einzelnes, nach Fig. 5 in der Mitte des Geleises auf den Schwellen befestigtes Winkeleisen mit hohen Schenkeln gewähren, besonders wenn man den Radreifen  $abc$  an der Innenseite eine conische Fläche  $ab$  gäbe, welche das Aufsteigen auf jenes Winkeleisen nach stattgehabter Entgleisung bedeutend erschweren würde.

H. Scheffler.

## Mittheilungen aus Vereinen.

### Architekten-Verein zu Berlin.

Hauptversammlung am 3. Februar 1866.

Vorsitzender: Hr. Afsmann. Schriftführer: Hr. Housselle.  
(Siehe Seite 453.)

Als Lösung der für den Januar gestellten Monatsaufgabe im Wasserbau: Entwurf zu einer Kreuzweiche, waren 3 Arbeiten mit den Motto's: Drei Könige, 1866 und K. W. eingegangen, welche Herr Koch einer eingehenden Beurtheilung unterwarf. Durch Abstimmung wurde das Andenken dem Ver-

fasser der Arbeit mit dem Motto K. W., als welcher sich Herr Träger ergab, zuerkannt.

Bei der in statutenmässiger Weise vorgenommenen Wahl des Vorstandes wurden die bisherigen Mitglieder desselben, die Herren Afsmann, Hagen, Koch, Lohse, Schwedler, Strack, Weishaupt, wiedergewählt. Herr Afsmann sprach im Namen der Uebrigen dem Vereine den Dank für die Wiederwahl aus.

Als neue Mitglieder wurden in den Verein aufgenommen

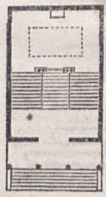
die Herren: Unger, Germer, Demniz, Lässig, Voigtel, Siemen, Krell, Steinbrück, Reinhardt, Wollanke, Rauch, Fuchs.

Die übrige Sitzung füllten innere Angelegenheiten des Vereins aus.

Versammlung am 10. Februar 1866.

Vorsitzender: Hr. Afsmann. Schriftführer: Hr. Housselle.

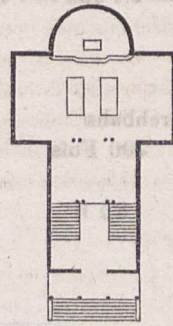
Nach Verlesung eines Nekrologs des verstorbenen Kunsthändlers Riegel hält Hr. Hesse einen Vortrag über das Mausoleum in Charlottenburg und die Gruft König Friedrich Wilhelm's IV. in der Friedenskirche bei Potsdam. Das Mausoleum wurde bald nach dem 1810 erfolgten Tode der Königin Louise von dem Professor Genz (Erbauer des Prinzessinnen-Palais) ausgeführt. Es bestand damals nur aus dem nebenstehend im Grundriß skizzirten oblongen Raum mit viersäuligem Porticus. Die Säulen desselben waren römisch-dorisch und aus Sandstein. Die Anlage der innern drei Treppen von Marmor, von denen die mittlere hinab zur Gruft, die an den Seiten hinauf zur Halle führten, war schon damals die noch jetzt vorhandene. Die 4 Säulen der innern Halle an dem oberen Ende der Treppen sind aus grünem antiken Porphyrt.



Der große Kurfürst hatte sie in Warschau, wohin sie aus Constantinopel gebracht worden, gekauft und in dem Bau des Schlosses zu Oranienburg aufstellen lassen. Von da kamen sie nun in das Mausoleum. An der Hinterwand stand eine von Rauch gefertigte Büste der Königin. Diese war zwar sehr schön, doch wünschte der König, sie durch eine Darstellung der Königin in ganzer Figur ersetzt zu sehen. Rauch erhielt dazu den Auftrag und machte das Modell in Rom, die Ausführung in Marmor in Carrara. Das Schiff, welches das fertige Bildwerk von Carrara nach Hamburg bringen sollte, wurde indess von Seeräubern gekapert und nach Tunis geschleppt. Schon hatte Rauch einen neuen Sarkophag begonnen, als es durch diplomatische Unterhandlungen und ein hohes Lösegeld gelang, den ersten, der noch wohlbehalten in Tunis war, loszukaufen. Er kam sodann ohne weiteren Unfall an seinen Bestimmungsort. Auch der zweite Sarkophag mit der lebensgroßen Figur der Königin wurde von Rauch beendet, und wird jetzt in dem sogenannten Antiken-Tempel beim Neuen Palais in Potsdam aufbewahrt. Bei der Beisetzung des im Jahre 1840 verstorbenen Königs Friedrich Wilhelm III. zeigte sich, daß das nur auf die leichte Büste berechnete Gewölbe der Gruft sich in Folge der bedeutenden Last des Sarkophags beträchtlich gesetzt und Risse bekommen hatte. Die Thüren zur Gruft mußten mit Gewalt aufgebrochen werden. Einen zweiten schweren Sarkophag für den König noch auf das Gewölbe zu stellen, war nicht möglich, und da die Gruft nicht umgebaut werden durfte, beschloß man eine Erweiterung des Mausoleums.

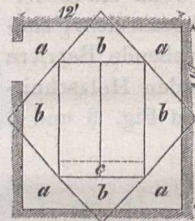
An Stelle des alten Porticus war schon 1820 nach Zeichnungen von Schinkel der noch jetzt vorhandene Granitbau gesetzt worden.

Derselbe ist von dem Steinmetzmeister Trippel mit seltener Sauberkeit und Schönheit ausgeführt. Die 4 Säulen des Porticus nebst Rückwand sowie das Giebfeld sind aus einem einzigen Granitföndling gearbeitet. Die alte sandsteinernen Säulenhalle wurde nach der Pfaueninsel geschafft und dort wieder aufgestellt. Durch den von dem Redner ausgeführten Erweiterungsbau erhielt das Mausoleum seine jetzige nachstehend skizzirte Gestalt. Statt der fortgebrochenen früheren Hinterwand sind 4 Säulen aus grünem in der Nähe von Genua



gebrochenen Marmor von Polcevere eingeführt. Die beiden Sarkophage stehen jetzt auf massiven sicher fundirten Pfeilern, die durch Bögen mit den Fundamenten der Außenmauern verbunden sind. Von den beiden schön gearbeiteten Marmor-Candelabern ist der eine von Rauch, der andere von Tieck; auf dem einen, die Göttinnen des Schicksals, auf dem andern die Pfortnerinnen des Himmels abgebildet. In der in dem alten Theile des Mausoleums befindlichen Gruft ist zu den Füßen der beiden Särge eine Capsel aus Granit mit der Inschrift „Cor“ beigesetzt, welche das Herz König Friedrich Wilhelm's IV. gemäß einer testamentarischen Bestimmung desselben enthält.

Die Gruft in der als eine Nachahmung der Basilika S. Clemente in Rom erbauten Friedenskirche bei Potsdam befindet sich vor den drei zu dem Altar führenden Stufen. Den Sarg des Königs hat man zur Linken, wenn man nach der Altarnische sieht. Zur Rechten ist Platz gelassen zur einstigen Beisetzung der Königin Wittwe. Die Kirche war schon unterkellert, doch mußte, um die nöthige Höhe zu gewinnen, das Pflaster der Gruft 3 Fuß niedriger gelegt werden, wodurch es unter den Spiegel des Grundwassers kam. Der Boden wurde deshalb aus zwei in Cement verlegten Ziegelschichten gebildet, worüber eine Asphalttschicht und wieder eine Ziegelschicht in Asphalt gemauert ist. Die Construction zeigte sich vollkommen wasserdicht. Der geringen Höhe wegen mußte die Decke der Gruft aus eisernen Trägern und Marmorplatten construirt werden. Die nebenstehend skizzirte schräge Lage der Hauptträger ist durch die in der Ecke befindliche Thür, die fast bis zur Decke reicht, veranlaßt. Die Unteransicht der Decke ist kassettenartig gebildet, so daß die Theile *a* am tiefsten, die Theile *b* höher, der mittelste Theil am höchsten liegt. Eine in den Boden eingelassene 6 Fuß 6 Zoll lange, 13 Zoll breite Glasplatte (bei *c*) erleuchtet die Gruft, auf deren Decke, mitten vor den zum Altar führenden Stufen ein von König Friedrich Wilhelm IV. aus Italien mitgebrachter Auferstehungengel von Tenerani aufgestellt ist. Der Eingang der Gruft liegt unter der linkseitigen Empore etwa in der Mitte der Länge derselben. Vom Niveau des Kirchenbodens führt eine schiefe Ebene auf das des Bodens der Gruft hinab. Vom untern Ende dieser schiefen Ebene führt dann ein horizontaler normal zur Kirchenaxe gerichteter Gang auf die Thür der Gruft zu.

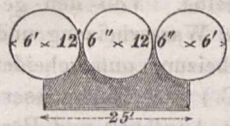


Der Bau des Mausoleums kostete 30000 Thlr., der der Gruft in der Friedenskirche 12000 Thlr.

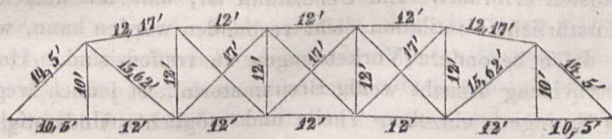
Herr Tobien machte hierauf einige Mittheilungen über die im Bau begriffene Eisenbahnfluthbrücke bei Stettin, von der er mehrere Zeichnungen vorlegte.

Diese Brücke hat eine Gesamtlänge von 1176 Fuß und 14 Oeffnungen von 72 Fuß lichter Weite. Die Träger des eisernen Ueberbaues haben 81 Fuß Spannweite, die Pfeiler 12 Fuß Stärke. Die Zwischenpfeiler bestehen aus je 2, die Endpfeiler aus je 3 ausgemauerten Brunnen. Dieselben stehen auf einem 16 Zoll breiten, 9 Zoll hohen Kranze aus 3 übereinandergelegten Bohlenlagen. Die Wandstärke beträgt 16 Zoll. Die Brunnen sind mit Hülfe der sogenannten indischen Schaufel bis 3 Fuß in den festen Baugrund versenkt; dann ist eine 3 Fuß starke Betonschicht hineingelegt und darüber ausgemauert. Ueber dem Terrain sind die Brunnen mit Niedermem-





diger Basaltlava bekleidet. Hinter den 3 mit nur 6 Zoll Zwischenraum versenkten Brunnen der Endpfeiler ist nach nebenstehender Skizze eine Spundwand geschlagen, der Zwischenraum mit Beton und Mauerwerk ausgefüllt. Flügelmauern sind nicht angebracht. Der eiserne Ueberbau wird für 2 Geleise con-



struirt. Jede Oeffnung wird durch 2 nach vorstehend skizzirtem System gebildete Träger überspannt, deren verschiebbare Auflager ohne Rollen auf den Unterlagsplatten gleiten. Jeder Pfeiler trägt einen Querträger zur Unterstützung der Enden der Schwellenträger und zur Verbindung der beiden Brunnen. An demselben ist der eine Schwellenträger fest, der andere verschiebbar. Sämmtliche Joche werden in einem über der nach Damm zu belegenen Endöffnung erbauten Schuppen vollständig zusammengesetzt und vernietet. Mittelst 4 hydraulischer Pressen werden sie auf 2 untergeschobene 6rädrige Eisenbahnwagen gehoben, wobei jeder der 6 Querträger des Joches von einer Achse unterstützt wird. Etwa 50 Menschen ziehen sie dann auf einem in der Mittellinie der Brücke zwischen den Brunnenpfeilern liegenden Eisenbahngleise an ihre Bestimmungsstelle, wo sie durch die hydraulischen Pressen wieder angehoben und auf die Lager niedergelassen werden. Das Gewicht eines Joches beträgt 950 Ctr., das Gewicht der Brücke pro laufd. Fuß 11,314 Ctr. Der eiserne Ueberbau der Brücke kostet ca. 100000 Thlr., die ganze Brücke ca. 150000 Thlr. Der eiserne Ueberbau wird nach dem Entwurf des Herrn Regierungs- und Baurath Schwedler von Herrn Schwartzkopff ausgeführt. —

Der Fragekasten enthält folgende Fragen:

1) Hagen sagt in seinem Handbuch der Wasserbaukunst: „... man muß daher jedes Wehr ohne Grundablaß als eine verfehlt Anlage ansehen“. — Warum sind nun die Nadelwehre in der Saar nicht mit Grundablässen versehen?

Herr Grund antwortet, daß der durch die genannten Wehre verursachte Stau unter den lokalen Umständen ganz unschädlich sei, in welchem Fall auch Hagen einen Grundablaß für entbehrlich erklärt; daß eine Aufhöhung des Flussbettes oberhalb des Wehres in der Saar nicht zu befürchten sei und, wenn sie auch eintreten sollte, die Schifffahrt nicht beeinträchtigen würde; daß je eine Hälfte des Wehrrückens behufs einer Reparatur leicht trocken gelegt werden könne, indem man dieselbe schliesse, zugleich aber die andere öffne; daß endlich mit Rücksicht auf diese Gründe die Anlage von Grundablässen auch darum unterblieben sei, weil deren Oberbau lokaler Ursachen wegen unverhältnißmäßig hoch, dadurch kostspielig und in seinen beweglichen Theilen schwer zu handhaben geworden wäre.

2) Ist es fehlerhaft, einen Schiffsdurchlaß neben einem beweglichen Wehr vom Hochwasser überfluthen zu lassen, wenn man durch das Wehr bequeme Gelegenheit hat, die Niederschläge nach Wegfall jeden Hochwassers durch Spülung zu beseitigen?

Herr Grund antwortet, daß das unter Umständen wohl statthaft sei, wie es auch bisweilen, z. B. an der Ruhr, bei festen Wehren wirklich vorkomme.

3) Ist ein von einer Stadt nach einem Bahnhof führender Zufuhrweg, wenn er die Bahn überschreiten muß, im Ni-

veau überzuführen, oder ist bei bedeutendem Verkehr eine Wegeüberführung anzulegen, selbst wenn dadurch bedeutende Rampen nöthig werden?

Herr Weishaupt giebt bei bedeutendem Verkehr der Wegeüberführung den Vorzug und empfiehlt, den Rampen ein nach den lokalen Verhältnissen möglichst sanftes Gefälle zu geben.

4) Die Frage, ob es zweckmäßig sei, bei Wegeunterführungen hohe Stirnmauern anzuwenden, um die Länge des Bauwerks zu verringern, beantwortet Herr Schwedler dahin, daß in jedem Fall die Rechnung entscheiden müßte, welche Constructionsart den geringsten Materialaufwand erfordere, daß im Allgemeinen aber die übliche Constructionsweise in dieser Hinsicht den Vorzug verdienen dürfte. Hinsichtlich der Stabilitätsberechnung der hohen Stirnmauern rath Herr Schwedler, die Bruchfläche für das Prisma des größten Drucks zu ermitteln und dieselbe nach oben zu verlängern, bis sie die Dammböschung schneidet.

5) Die Frage, ob bei Einreichung von Polizeizeichnungen die Unterschrift eines Zimmer- oder Maurermeisters genüge, bejaht Herr Heidman im Allgemeinen, bemerkt jedoch, daß für größere Eisenconstructions ein Königlich Baumeister die Verantwortlichkeit übernehmen müsse.

6) Auf die Frage, nach welchen Grundsätzen resp. praktischen Erfahrungen die Mauerstärken eines Saales von 40 Fuß Breite, 75 Fuß Länge, 30 Fuß Höhe bestimmt werden, verweist Herr Römer auf die in Rondelet's Art de bâtir enthaltenen Regeln.

Versammlung am 17. Februar 1866.

Vorsitzender: Hr. Weishaupt. Schriftführer: Hr. Housselle.

Ein eingegangenes Aufforderungsschreiben nebst Programm zu einer Concurrenz für eine in Luzern zu erbauende Straßenbrücke mit eisernem Oberbau wird im Vereinslokale zur Einsicht ausgelegt.

Herr Orth hält einen Vortrag über die im Bau begriffene Berlin-Görlitzer Eisenbahn. Dieselbe durchschneidet in der Nähe von Königs-Wusterhausen und Buchholz eine Kette von Seen und Lüchern, die eine Erweiterung der wendischen Spree oder Dahme bilden. Die Linie konnte hier nicht durchgeführt werden, ohne einige von diesen Lüchern anzuschneiden, was sehr bedeutende Dammschüttungen veranlaßt hat. Die meisten Schwierigkeiten machte das sog. Mövenluch bei Gr. Besten, welches unter der Kronenlinie eine Tiefe von ca. 60 bis 70 Fuß hat. Hier wurde in der Bahnlinie ein Graben ausgehoben und dann die Schüttung aufgebracht, welche nun die Grasnarbe gerade in der Mitte zerrifs, und versank. Es bildete sich ein Wasserpfuhl, in welchem hier von starken langen Kardielen, in anderen Lüchern von übergelegten Bäumen und Bohlen aus weitergeschüttet wurde, bis der Damm sich wieder über Wasser erhob. Bei diesen Arbeiten kam eine Erdart zum Vorschein, welche alle äußeren Eigenschaften der Infusorienerde hatte, bei chemischer Untersuchung aber nur harzige Bestandtheile und kohlen-sauren Kalk zeigte. Vermuthlich ist sie mit dem Mergel verwandt, welcher sich in der Nachbarschaft vorfindet.

In dem Spreewalde kommen nur kleinere Moore von 15 bis 20 Fuß Tiefe vor.

Herr Weishaupt bemerkt, daß sich an anderen Stellen das Durchschneiden der Grasnarbe in der Mitte unvorthelhaft gezeigt habe, so daß man davon abgekommen sei. Man

habe vielmehr danach gestrebt, die Narbe unter dem Damm zu erhalten, und dem darunter befindlichen Wasser durch seitwärts ausgehobene Gräben oder eingetriebene vertikal stehende Röhren Gelegenheit zum Abflufs zu geben. So sei der Moorboden comprimirt und tragfähig gemacht worden.

Herr Orth erwiedert, dafs ein solches Verfahren im vorliegenden Fall nicht anwendbar gewesen sei, weil die Grasnarbe zu dünn und ungleichmäfsig, das Moor aber von 5 bis 6 Fufs Tiefe an flüssig sei. Das Durchschneiden der Grasnarbe in der Mitte sei aber nöthig gewesen, um einem Reifsen derselben aufer der Mitte und in Folge dessen einem seitlichen Abrutschen der Schüttung vorzubeugen.

Herr Weishaupt macht hierauf Mittheilungen über den Fortgang der Arbeiten am Mont-Cenis-Tunnel. Dieselben werden demnächst in der Zeitschrift für Bauwesen veröffentlicht werden \*).

Der Fragekasten enthielt folgende Fragen:

1) Wieviel beträgt die Differenz der Wasserstände der Ostsee?

Herr Hagen giebt an, dafs diese Differenz in Pillau, wo sie am geringsten sei, 4 Fufs, und in der Gegend von Stralsund, wo sie am grölsten sei, 6 bis 7 Fufs betrage.

2) Eine weitere Frage über die muthmaafsliche Wassermenge, die in einem 19 Fufs unter dem Hochwasser des vorbeifliefsenden Stromes liegenden Polder per Minute und Morgen aufsteigen resp. durch Pumpen zu beseitigen sein wird, beantwortet Herr Röder im wesentlichen durch folgende Angaben:

Es kommen auf jeden Morgen per Minute:

für sehr quelligen Boden nach G. Hagen . . .	0,714	Cubikf.
für gewöhnlichen Niederungsboden . . . . .	0,5	-
im Harlemer Meer (nach L. Hagen) . . . . .	1,7	-
im Bomler Waard (nach Krüger) . . . . .	0,296	-
im Golmer Bruche . . . . .	0,9	-

Im Uebrigen macht Herr Röder darauf aufmerksam, dafs es wichtig sei, die durchlässige Bodenschicht bei Ausführung des Deiches zu durchschneiden und einen undurchlässigen Thondamm hindurchzuführen, um das Durchquellen nach dem Polder möglichst zu verringern.

3) Die Frage, ob die Anwendung des Gufseisens bei preussischen Eisenbahnbrücken verboten sei, wurde von Herrn Weishaupt verneint.

Versammlung am 24. Februar 1866.

Vorsitzender: Hr. Afsmann. Schriftführer: Hr. Housselle.

Der Herr Vorsitzende theilt den Tod des Bauinspectors Emmich, eines alten Mitgliedes des Architekten-Vereines mit. Derselbe war in der letzten Zeit Baumeister der gemeinnützigen Baugesellschaft gewesen.

Eingegangen sind: eine Aufforderung zur Bethheiligung an einer Concurrrenz für eine Kirche in Neunkirchen (Reg.-Bezirk Trier); eine Aufforderung von Herrn Geh. Rath Stein zur Besichtigung der im Bau begriffenen Fluthbrücke an der Parnitz; ein Brief des Comités zur Bildung eines Architekten- und Ingenieur-Vereines in Böhmen, worin die Statuten dieses Vereines mitgetheilt und der Wunsch, mit dem hiesigen Architekten-Verein in Verbindung zu treten, ausgesprochen wird.

Der Fragekasten enthielt folgende zwei Fragen:

1) Welche Art der Heizung empfiehlt sich für einen grossen Saal von ca. 3500 □Fufs bei ca. 45 Fufs Höhe, der zu öffentlichen Zwecken dient, aber nur sehr wenig benutzt wird?

Herr Herrmann beantwortet dieselbe. Von den gebräuchlichsten Heizungsarten kommen die Wasserheizung und Luftheizung in Betracht. Bei der Wasserheizung unterscheidet man Warmwasserheizung (90 bis 95° C.) und Heifswasserheizung nach den Systemen von Haag in Augsburg und Perkins in Hamburg (resp. 120 und 150° C.). Warmwasserheizung gewährt grofse Annehmlichkeiten, obwohl sie hohe Anlagekosten erfordert. Ein Uebelstand ist, dafs mit derselben eine natürliche Ventilation nicht verbunden werden kann, weshalb dafür besondere Vorkehrungen zu treffen sind. Heifswasserheizung braucht wenig Brennmaterial, ist jedoch wegen eines Springens einzelner Theile und möglicher Undichtigkeiten in den Röhren als nicht ganz ungefährlich zu erachten und deshalb noch wenig verbreitet. In öffentlichen Gebäuden Berlins ist dieselbe unter andern in dem Gebäude für Decorations-Malerei, Französische Str. 33, und im neuen Post-Packet-Gebäude, Oranienburger Str. 70, anzutreffen. Für den vorliegenden Fall, wo häufige Unterbrechungen im Betriebe stattfinden, auch die Möglichkeit des Einfrierens der Röhren bei starkem Frost nicht ausgeschlossen ist, würde Luftheizung vorzuziehen sein. Hierfür ist Müller in Breslau in neuerer Zeit als Autorität aufgetreten. Derselbe wendet einen eisernen innen mit Chamott verkleideten Heizkasten mit Rost und Aschenfall an. Das Feuer streicht über eine Brücke durch ein Gitterwerk von Chamott und wird von einem schlangenförmig gewundenen Röhrensystem aus Gufseisen von 9 Zoll Weite innerhalb der Heizkammer weitergeführt. In der Heizkammer befindet sich ein Gefäfs mit Wasser, um die Luft nicht zu trocken werden zu lassen. Jede Heizkammer ist mit einem Canale zur Zuführung frischer Luft versehen. Die Heizröhren in den Mauern sind 10 bis 12 Zoll im Quadrat weit. Die Ausströmungs-Oeffnungen in gewöhnlichen Zimmern werden unter der Decke, die Abzugs-Oeffnungen für verdorbene Luft am Fußboden angelegt. Im vorliegenden Fall empfiehlt es sich, die Ausströmungs-Oeffnungen nicht allzuhoch über dem Fußboden anzubringen, damit die Erwärmung des hohen Raums nicht zu langsam vor sich gehe. Bei den Müller'schen Oefen werden 190 bis 200 Cbfs. zu erwärmende Luft auf 1 □Fufs Heizfläche gerechnet. Für hohe Säle ist zu empfehlen, die Abzugscanäle für verdorbene Luft in den Heizkasten zurück zu leiten, um einen kräftigen Luftwechsel herbeizuführen. Um den Effect ganz sicher zu stellen, sind Reserve-Oefen im Saale anzulegen.

2) Die Frage, ob frei gelagerte Kohlen bei Monate langer Magazinirung so stark durch die Witterung leiden, dafs es sich rechtfertigt, dieselben durch vollständige Bedachungen gegen den Regen zu schützen, beantwortet Herr Schönfelder dahin, dafs die Kohlen durch langes Liegen an der Luft allerdings sehr leiden. Es sei dies indess nicht allein die Folge des Regens, und dürfte daher eine Bedachung der Kohlenlager keinen mit ihren Kosten im Verhältnifs stehenden Nutzen herbeiführen.

Herr Herrmann beurtheilt zwei Monats-Concurrrenz-entwürfe zu einer Dorfkirche.

Herr Schönfelder spricht über die Gewerbegesetzgebung in England im Vergleiche zu der in Preussen. Während sich in England in den letzten zehn Jahren ein unverkennbares Bestreben geltend macht, durch strengere Controllirung und Beaufsichtigung öffentlicher Arbeiten, z. B. beim Bergbau, beim Dampfkesselbetriebe etc., Unglücksfälle und Beschädigungen zu verhüten, welche durch Nichtbeachtung der durch die Wissenschaft an die Hand gegebenen Sicherheitsmaafsregeln früher so häufig Gut und Leben des Volkes bedrohten, sehen wir bei uns ein allmäliges Aufgeben der früher geübten übergrofsen Be-

\*) Siehe Zeitschr. f. Bauwesen. Jahrg. 1866, Seite 299 u. f.

vormundung der gewerblichen Thätigkeit, und dürfen erwarten, in nicht zu ferner Zeit mit unsern englischen Nachbarn, wie im Gebiete der gesammten Technik überhaupt, so auch in der einschlägigen Gesetzgebung auf gleichem Boden zu stehen, während wir schon jetzt, was die Technik im Hochbauwesen und namentlich was den eigentlichen Baustyl betrifft, eine unbestrittene Suprematie in Anspruch nehmen können. In einem Punkte aber können wir uns die englischen Architekten und Ingenieure immer noch zum Vorbilde nehmen, d. i. die weise Sparsamkeit bei ausreichender Solidität in der Ausführung des bürgerlichen Wohngebäudes und namentlich aller industrieller Gebäulichkeiten und die Berücksichtigung der muthmaasslichen Zeitdauer, für welche ein solcher Bau ausgeführt wird. Dafs aber gerade dieser Factor in dem Programme zu einer Gebäude-Anlage im Allgemeinen, mit Ausnahme der eigentlichen monumentalen Bauwerke, namentlich aber in dem Programm für industrielle Anlagen von grosser Wichtigkeit ist, erhellt leicht aus der Betrachtung, dafs die Mehrzahl unserer Gebäude, mit der eben genannten Ausnahme, selten länger als ein Menschenalter unverändert bleiben, weil mit der wachsenden Cultur und Civilisation auch die Sitten und Gebräuche der Menschen wechseln und ihre Ansprüche an Bequemlichkeit und Lebensgenuss sich steigern; alle Bauten aber, welche für die Ausübung eines Gewerbes bestimmt sind, können nur selten auf eine solche Zeitdauer, d. h. auf die Dauer eines Menschenalters, berechnet werden, denn mehr noch, als Sitten und Gewohnheiten der Menschen, wechselt die Art ihrer Thätigkeit, soweit diese auf die Befriedigung jener Ansprüche gerichtet ist, weil der nie ruhende Erfindungsgeist fortwährend neue Hilfsmittel für die Erreichung von Zielen der gewerblichen Arbeit an die Hand giebt und in der steigenden Concurrenz eine zwingende Nothwendigkeit liegt, sich diese Hilfsmittel anzueignen, um die Erfolge jener Arbeit zu gewinnbringenden zu machen. Je gröfser nun aber die Kosten gewesen sind, welche man auf derartige Anlagen verwandt hat, desto schwerer entschliesst man sich, ältere und unvollkommenere Einrichtungen abzuwerfen und sie durch bessere und zeitgemäfsere zu ersetzen, und es mufs also bei der Entwerfung und Ausführung industrieller Anlagen das erste Bestreben des Baumeisters sein:

1) das vorgesteckte Ziel stets mit den geringsten Mitteln zu erreichen, damit es dem Fabrikanten möglich wird, das angelegte Bau-Capital möglichst niedrig zu Buche zu bringen und somit die Selbstkosten seiner Fabrikate nicht durch die Zinsen eines hohen Bau-Capitals belasten zu dürfen.

Der zweite Gesichtspunkt, welcher bei derartigen Projecten in den Vordergrund tritt, ist

2) die Möglichkeit der raschesten Vollendung der Gebäude-Anlagen, weil nur dann der Verlust an Zinsen für das Bau-Capital zu einem Minimum werden kann. Gleichzeitig mufs aber dabei im Auge behalten werden, dafs

3) das vollendete Gebäude auch unmittelbar nach seiner Vollendung in Benutzung genommen werden kann, weil es häufig nur auf solche Weise möglich ist, diejenige Coniunctur im Handel benutzen und ausbeuten zu können, welche den Anstofs zur Errichtung der ganzen Anlage gegeben hat.

Endlich wird aber auch darauf zu sehen sein, dafs wenn vielleicht in einigen Jahren der Platz, an welchem die Anlage errichtet wurde, sich nicht mehr als der richtige erweisen sollte, weil vielleicht unvorherzusehende Erschwernisse in dem Bezuge des Rohmaterials oder in der Beschaffung billiger Arbeitskraft oder in der Abfuhr der Producte der Fabrikation eingetreten sind,

4) eine Versetzung der Betriebs-Anlagen und der

Gebäude ohne grosse Kosten und mit möglichst geringem Verluste an Material möglich wird.

Um allen diesen Ansprüchen Rechnung zu tragen, wird der Baumeister bei der Projectirung gewerblicher Anlagen zunächst immer nur das gegenwärtige Bedürfnifs und die muthmaassliche Zeitdauer, für welche die Ausführung bestimmt ist, zu erwägen, und nur darauf zu sehen haben, dafs ihn keine Beschränkung des Bauplatzes verhindert, bei guten Coniuncturen in kürzester Zeit seine Anlagen erweitern zu können; und wenn auch jene Erwägung niemals von wesentlichem Einflusse sein wird auf die kunstgerechte Zusammenfügung der gegebenen oder gewählten Materialien, also auf die Construction des Baues, so wird sie um so mehr bestimmend sein auf die Wahl des Materials. Selbstredend wird nun diese Wahl am ersten solche Stoffe, wie Holz, Bretter, Metallblech, Filz, Dachpappe etc. treffen, welche ihrer Leichtigkeit wegen nöthigenfalls von entfernten Orten bezogen werden können, welche grosse Längen und Stärken, oder grosse Flächen darbieten, und deren Zusammenfügung endlich nur durch trockene Substanzen, wie Nägel, Bolzen etc. erfolgen kann.

Hierdurch wird erreicht, dafs die Gebäude billig werden, dafs sie rasch vollendet und, ohne auf ihre Austrocknung warten zu dürfen, unmittelbar nach ihrer Vollendung bezogen werden können, endlich dafs sie, wenn es wünschenswerth erscheint, rasch abgebrochen und ohne beträchtlichen Material-Verlust auf einem anderen Punkte wieder aufgebaut werden können, alles Eigenschaften, welche dem Massivbau fehlen, der deshalb für eine grosse Zahl gewerblicher Anlagen selbst dann nur auf das nothwendige Bedürfnifs, z. B. die Errichtung der Feuerstätten, beschränkt zu werden pflegt, wenn er ausnahmsweise billiger zu stehen kommen sollte, als der Fachwerksbau oder der reine Holzbau, weil er in diesem Falle immer nur einer der oben aufgestellten Bedingungen entsprechen, den andern aber entgegenlaufen würde.

Bei der Wahl des Baumaterials für eine gewerbliche Anlage kommt aber noch ein Moment in Betracht, d. i. die Art des Gewerbes und also die Art der Beschäftigung der Arbeiter. Findet diese Beschäftigung in mehreren Stockwerken übereinander statt, müssen Maschinen mit stark rüttelnder Bewegung in den oberen Stockwerken placirt werden und haben die Arbeiter nicht von hohen Hitzegraden zu leiden, mufs also auf künstliche Erwärmung der Arbeitsräume gerücksichtigt werden, so wird man allerdings, wenigstens für die Umfassungswände der Gebäude, zum Massivbau schreiten und dann sich aller der Hilfsmittel bedienen müssen, die uns die Technik für die Erzielung eines möglichst raschen Austrocknens grosser Mauer Massen in der Anwendung der sogenannten Loch- oder Hohlziegel oder in der Hohlmauerung an die Hand giebt. Da die ruhende Luftschicht zu den schlechtesten Wärmeleitern gehört, so wird durch die Anwendung solcher Hohlmauern aufser der rascheren Austrocknung auch eine gleichmäfsigere Temperatur im Innern solcher Gebäude erzielt, und weil die ruhende Luftschicht in vertikalen Scheidungen auch ein schlechter Schalleiter ist, so wird durch diese Isolirsichten auch die Fortpflanzung des Geräusches aus einem Arbeitsraum in den andern eingeschränkt, worauf häufig Werth gelegt wird. In den horizontalen Scheidungen dagegen, also in den Decken, bildet die ruhende Luftschicht, wenn jene aus hölzernen Balken und Brettern gebildet und nur wenig mit trockenem Schutt ausgefüllt werden, einen Resonanzboden, durch welchen das Geräusch in einem obern Stockwerke, bei der Uebertragung auf die Räume des untern, vergrößert wird. In dieser Beziehung empfehlen sich als schlechte Schalleiter Stoffe, wie Wolle, Filz etc., wie sie z. B. in Rußland in dem sogenannten Woi-

lok ganz allgemein zur Anwendung kommen, wenn sie bei uns eben so billig wie dort (der □Fuß etwa 2 Pf.) zu haben wären, besonders weil sie neben ihrer Eigenschaft, als schlechte Schalleiter zu wirken, auch gleichzeitig einen sehr warmen Fußboden für solche Räume abgeben, unter denen keine erwärmten Räume liegen. Hat man es dagegen mit der Herstellung solcher Räumlichkeiten zu thun, in denen der Arbeiter durch anstrengende Handarbeit und Bewegung den Körper erwärmt, da sind alle dicken Wände und schweren Decken, so lange sie nicht aus der Art des Gewerbebetriebes ausdrücklich geboten sind, zu vermeiden und namentlich da, wo, wie bei allen Feuerarbeiten, die Erwärmung von Räumen schon durch zahlreiche Feuerstätten erfolgt. Alle solche Anlagen können und müssen leicht und luftig hergestellt und muß nur darauf Bedacht genommen werden, das dabei verwandte Holzwerk möglichst vor leichter Endzündbarkeit zu schützen. In dieser Hinsicht empfiehlt sich ein Anstrich des Holzes mit geschlämmtem Thone und einem Zusatz von Alaun, ferner das Wasserglas mit einer Unterlage von Chlorcalcium und endlich der von Vernimel in Paris vor etwa 12 Jahren angegebene Anstrich, aus einer Unterlage von in Leimwasser aufgelöstem Zinkoxyd und einer Decklage von in solchem Leimwasser (dem jeder beliebige Farbstoff zugesetzt werden kann) aufgelöstem Chlorzink bestehend, der sich pro □Fuß etwa auf 6 bis 7 Pf. stellt und eine förmliche Glasdecke bildet, die ihn namentlich auch zur Anwendung bei Mauern in Stelle des Oelanstrichs empfiehlt, weil sie dem Verstäuben während der Arbeit nicht ausgesetzt ist, da innerhalb 4 bis 6 Stunden beide Anstriche trocken und hart sind. Dafs man sich bei der Ausführung solcher leichter und luftiger Anlagen nach Vorbildern in solchen Ländern umsehen mußte, welche, wie England, in klimatischer Beziehung etwas mehr begünstigt sind, als wir, erschien um so nothwendiger bei einem Gewerbe, welches, wie das berg- und hüttenmännische, in den letzten 10 Jahren schon mit einer starken Concurrnz im Inlande, mit dem Fallen jedes Schutzzolles auf seine Producte aber auch die ausländische Concurrnz zu bekämpfen hatte, und der früher allgemein verbreitete Glaube, die klimatischen Verhältnisse Englands seien bei gleichen Breitengraden doch so wesentlich verschieden von den unsern, dafs z. B. Dampfkessel, welche dort im Freien stehen, bei uns eines kostbaren Kesselhauses bedürften, mußte schwinden, wenn man jener Concurrnz siegreich entgegentreten wollte. Und in der That hat die Erfahrung jenen Glauben mehr und mehr zum Aberglauben gestempelt, das Kesselhaus ist bei der Mehrzahl der Neubauten auf den fiskalischen Berg- und Hüttenwerken fortgeblieben, während die Kessel, meist doppelrohrige Cornwall-Kessel von 25 Fuß Länge und 6 bis 7 Fuß Durchmesser, nur mit einer Lehm- und Aschen- oder Lösche-Ueberdeckung oder mit Ziegelabpflasterung versehen wurden und über ihrer an der vorderen Stirn concentrirten Armatur, so wie über dem Stand des Schürers und seinem Kohlenvorrath ein kurzes leichtes Schutzdach angebracht wurde, ohne dafs diese Anordnung, durch welche die Anlagen gegen frühere um ca. 20 pCt. billiger werden, irgend welche Störungen im Kesselbetriebe zur Folge gehabt hätte. Von einer Verankerung des Kesselofens ist nirgends mehr die Rede, und in der That erfüllen solche Verankerungen auch nur in den seltensten Fällen ihren Zweck, denn entweder dehnen sich die Anker beim Betriebe des Kessels um eben so viel aus, als das Mauerwerk des Kesselofens, und es entstehen also in letzterem eben solche Risse, als wären die Anker nicht vorhanden, oder sie dehnen sich weniger aus, als das Mauerwerk, und dann drängt das letztere entweder zur Seite der Ankerplatten aus, oder der An-

ker wird gesprengt und erfüllt also in keinem Falle seinen Zweck.

Die Anwendung von Chamottsteinen bei Kesselöfen für die obenbeschriebenen Cornwall-Kessel ist mit Ausnahme der Feuerbrücken unnöthig; gut gebrannte Mauerziegel, die sogenannten Mundsteine jedes gewöhnlichen Feldbrandes, zu den Feuerzügen verwendet, halten so lange, als der Kessel unverändert auf seinem Lager liegen kann, d. h. von einer behufs seiner Reinigung oder Untersuchung vorzunehmenden Bloßlegung bis zur andern.

Dampfmaschinen, und zwar zunächst Fördermaschinen, bedürfen allerdings ein Gehäuse; da aber die Dauer eines Förderpunktes, wenn derselbe kräftig d. h. gewinnbringend in Angriff genommen wird, selten über 10 bis 15 Jahre anzunehmen, und es besonders wichtig ist, unmittelbar nach Vollendung des Gebäudes mit dem Montiren der Maschine vorgehen zu können, ohne auf dessen Austrocknung warten zu dürfen, so empfiehlt sich vor Allem der Fachwerksbau mit Bretterbekleidung resp. Ziegelausflechtung, wenn polizeiliche Rücksichten dies erfordern sollten.

Wasserhaltungsmaschinen, so lange sie nicht direct wirkend sind, also unmittelbar über dem Schachte stehen, erhalten, als das stabilere Element, wohl häufiger einen massiven Ueberbau über den Dampfcylinder, während das dem Schachte zugekehrte Ende des Balanciers unbedeckt bleibt; der frühere Förderthurm aber, sonst in der Regel der stattlichste Theil der ganzen Anlage, hat sich in ein einfaches Fördergerüst verwandelt, unter welchem zum Schutze der Fördermannschaft ein leichtes Pappdach angebracht wird.

Der Hohofen, um auch ein Beispiel der hüttenmännischen Baupraxis anzuführen, ist in neuerer Zeit um Vieles schlanker geworden, als er früher war, denn man hat ihn seines Raughemäuers völlig entkleidet, und zwar auch hier hauptsächlich im Interesse der raschesten Vollendung und schnellsten Inbetriebsetzung nach der Vollendung, und hat ihm dafür eine Umhüllung aus Kesselblech gegeben, innerhalb welcher das feuerfeste Futter mit außerordentlich magerem Chamottmörtel aufgeführt wird, so dafs der ganze Bau fast gar keine Nässe enthält und also fast unmittelbar nach seiner Fertigstellung betriebsfähig ist, während die Kosten desselben sich nicht höher stellen, als bei der Anwendung des früheren starken Raughemäuers mit seiner, in der Regel sehr schwerfälligen und kostbaren Armirung, durch welche dasselbe trotzdem nicht vor starker Zerklüftung geschützt wurde.

Mögen die hier angeführten Beispiele von Resultaten des Studiums gewerblicher Anlagen jenseits des Canals, durch welche in Verbindung mit einer gleichen Sparsamkeit im Betriebe derselben es allein möglich wurde, einer früher für unbesiegbar gehaltenen Concurrnz erfolgreich entgegenzutreten, genügen, um Architekten und Ingenieure anzuregen, auch auf andern Gebieten der heimischen Industrie bei der Projectirung neuer Anlagen auf Ersparnisse Bedacht zu nehmen, durch welche vielleicht noch mancher Industriezweig, der, wie früher die preussische Eisen-Industrie so häufig, mit einer Treibhauspflanze verglichen wurde, in Kurzem zum kräftigen Baume erstarken und uns vom Auslande unabhängig machen kann.

Hauptversammlung am 3. März 1866.

Vorsitzender: Hr. Afsmann. Schriftführer: Hr. Haarbeck.

In der heutigen Sitzung erfolgt die Verlesung der Commissionsberichte über die zum diesjährigen Schinkelfeste eingelieferten Concurrnz-Arbeiten, und zwar im Landbau durch

den Referenten Hrn. Lucae, im Wasserbau durch Hrn. Franz. Das Resultat der Preisertheilungen ist im Festberichte S. 456 enthalten.

#### Versammlung am 10. März 1866.

Vorsitzender: Hr. Afsmann. Schriftführer: Hr. Haarbeck.

Nachdem der Vorsitzende eines kürzlich verstorbenen älteren Vereins-Mitgliedes, des Herrn Baumeisters Jacobi gedacht, theilt derselbe mit, dafs von dem Eisenbahn-Vereine das Werk: „Die Waggonen der russischen Eisenbahn etc.“ als Geschenk eingegangen sei, wofür er demselben den Dank des Vereins ausspricht.

Zu einem in Kissingen zu erbauenden Badegebäude liegt das Programm in mehreren Exemplaren aus.

Nachdem Herr Orth die Zeitschrift von Lützwitz, von welcher eine Probenummer ausliegt, zur Anschaffung empfohlen, werden die von der vorigen Hauptversammlung rückständigen Geschäfte erledigt. Die Anschaffung der eben genannten Zeitschrift wird beschlossen; die Herren Holzhausen und Otto durch die übliche Abstimmung in den Verein aufgenommen.

Von den Monats-Concurrenzen wird dem Entwurf einer Dorfkirche mit dem Motto: „Versuch“ und dem einer Sitzbank mit dem Motto: „Guliseisen“ das Andenken zuerkannt, als deren Verfasser sich die Herren Linke und Scheffer ergeben.

Im Fragekasten finden sich mehrere Fragen vor:

1) Zur Dachdeckung, besonders ländlicher Gebäude, wird oft Holzcement und Cölner Metallpappe angepriesen. Es wird um gütige Auskunft über diese Deckungsarten und um ein Urtheil über deren Güte gebeten.

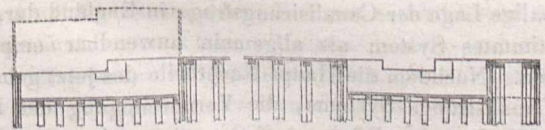
Herr Lämmerhirt theilt mit, dafs sich die Deckung mit Holzcement in Schlesien, nach der Erklärung dortiger Gutsbesitzer, gut bewährt habe; die Ausführung erfolge in der Weise, dafs auf die Schalung Papier gelegt werde ohne Nagelung, darüber eine Lage Holzcement, darauf wieder Papier und Holzcement in 4 bis 5 Lagen abwechselnd, wodurch eine zusammenhängende Fläche gebildet werde, welche von einer Bewegung der unterliegenden Schalung unabhängig sei.

Herr A. Wiebe theilt mit, dafs bei einem vor zwei Jahren ausgeführten Bau zwei solche Dächer angewandt seien, wobei auf die Schalung zuerst eine Sandlage von 1 Zoll Höhe gebracht worden; die fertige Dachfläche sei dann bei einem Gebäude mit Kies, bei dem anderen mit Rasen überdeckt. Beide sollen sich bis jetzt gut gehalten haben.

Herr Afsmann erwähnt, dafs auch hier seit einigen Jahren dergleichen Dächer ausgeführt wären, auf welchen Gartenbeete angelegt seien.

Ueber die Cölner Metallpappe, welche von dem Fabrikanten Moll hergestellt wird, liegen Erfahrungen nicht vor.

Die zweite Frage: Würde es fehlerhaft sein, bei einer Schleuse mit massiven Böden der Häupter und hölzernem Kammer- und Abschußboden, wie nachstehend skizzirt, nur 5 Quer-



spundwände anzuordnen? wird von Hrn. Grund beantwortet:

Der Oberdremmel liege gewöhnlich bedeutend höher, als der Kammerboden, wodurch ein bedeutender Mauerkörper erforderlich werde, unter welchem eine Spundwand entbehrlich erscheine. Am Unterhaupte würde man, wenn der Thorkam-

merboden massiv sei, auch den Hinterboden massiv anlegen. Es könne hier bei sehr durchlassendem Boden eine Spundwand unter dem Dremmel nöthig werden, doch gebe dieselbe bei eintretender Senkung des Bauwerks leicht Veranlassung zum Durchbrechen des Bodens, weshalb die Anordnung derselben gern vermieden werde. Im Allgemeinen würden daher 5 Querspundwände als ausreichend zu erachten sein, doch lege man zuweilen noch eine unter die Mitte des Kammerbodens, um bei vorkommenden Untersuchungen und Reparaturen desselben nicht die ganze Kammer auspumpen zu müssen, vielmehr eine Theilung derselben bewirken zu können.

Demnächst beantwortet Herr Schwedler die Frage: „ob bei einer unter 45 Grad gegen die Stromrichtung geneigten Flußüberschreitung, bei welcher die Brückenbahn 40 Fuß über dem Wasserspiegel liege, das System der Parabelträger oder das der Charnierbrücken den Vorzug verdiene“, dahin, dafs bei einer schrägen Richtung der Brücke die Construction von Bogenträgern in den Verbindungen der Eisentheile Schwierigkeiten bereite; auch sei bei großer Höhe der Pfeiler den Balkenbrücken der Vorzug zu geben, weil dieselben nicht, wie die Bogenbrücken, die Herstellung eines Widerlagers erforderten. Hinsichtlich der Wahl der Spannweiten sei zu unterscheiden, ob man durch die stattfindenden Verhältnisse beschränkt sei, oder freie Wahl habe; im letzteren Falle erhalte man für Eisenbahnbrücken ziemlich genau zutreffend die vortheilhafteste Spannweite gleich der Quadratwurzel aus der Kostensumme eines Stropfpfeilers in Thalern. Ob man bei der Anordnung der Balkenbrücken Parabelträger oder Träger mit geraden oder halbgeraden Gurtungen wählen soll, hänge von der Theilung und ganzen Anordnung ab. Im Allgemeinen sei ein grofsmaschiges System vortheilhaft, da gröfsere Eisenstärken anzuwenden; für gröfsere Brücken empfehle sich die Anwendung halbzölliger Platten und einzölliger Niete.

Die Frage: „ob es festgestellt sei, dafs die neutrale Axe in Trägern aus Holz oder Eisen bei eintretender Biegung nicht durch den Schwerpunkt der Querschnitte gehe, sondern sich verschiebe“, beantwortet Herr Schwedler dahin, dafs sich dieses nur auf die Betrachtung einer bis zum erfolgenden Bruche fortgesetzten Biegung beziehe. Die Verhältnisse der bleibenden Ausdehnung und Zusammendrückung bei einer über die Elasticitätsgrenze hinausgehenden Anstrengung der Fasern seien nicht dieselben; innerhalb der Grenzen der zulässigen Belastung sei jedoch die gewöhnlich angenommene Lage der neutralen Axe im Schwerpunkte des Querschnitts richtig.

Auf die Frage: „mit welchem Vorzeichen die wirkenden Kräfte bei der Entwicklung der Clapeyron'schen Formeln einzuführen seien“, erwiedert Herr Schwedler, dafs dieses davon abhängen, welche Kräftepaare man als positive, welche als negative annehme; gewöhnlich rechne man die rechts herum drehenden positiv, die links herum drehenden negativ. Ob der Krümmungsradius positiv oder negativ einzuführen sei, hänge von der Art der Biegung ab, ob dieselbe aufwärts oder abwärts stattfinde. Jedenfalls mufs die 2te Ableitung der Biegungcurve in ihrem Vorzeichen mit dem angenommenen Vorzeichen des Biegungspaares übereinstimmen.

#### Versammlung am 17. März 1866.

Vorsitzender: Hr. Afsmann. Schriftführer: Hr. Haarbeck.

Nachdem der Vorsitzende denjenigen Herren, welche sich um die Feier des Schinkelfestes verdient gemacht, den Dank des Vereines ausgesprochen, legt derselbe folgende eingegangene Werke vor:

Von Ihrer Majestät der Königin Wittve: Die Fortsetzung der photolithographirten Blätter nach Handskizzen Sr. Majestät des hochseligen Königs; ferner:

eine neue Folge von Hitzig's Bauwerken,

einen Situationsplan zu dem Concurrenz-Ausschreiben für das neue Badegebäude in Kissingen;

ein japanesisches Skizzenbuch, endlich

den Bericht des Baumeisters Henicke über Schlachthäuser, über welchen zu referiren Herr Lent übernimmt.

Herr Römer theilt als Beispiel, mit welcher Sorglosigkeit zuweilen Bauten ausgeführt werden, die Anordnung des Gasometers in Fürstenwalde mit, dessen Ausführung dem mindestfordernden Mauermeister vom Magistrate übertragen war. Das Bassin war mit einem 10 Fuß hohen Auftrag umgeben, in dessen oberen, aus Sandschüttung bestehenden Theil die Fundamente der Umfassungsmauern eingeschnitten waren, so daß die Sohle derselben mehrere Fuß über der Terrainhöhe lag. Da außerdem auch in der Dachconstruction das Material in einer Weise gespart war, daß eine Verankerung der Wände durch dieselbe nicht stattfand, so gerieth das Bauwerk, nachdem schon während des Baues Senkungen der Umfassungswände sich gezeigt, bald in einen Besorgniß erregenden Zustand, indem in den Ecken Risse, in den Wänden Ausbauchungen sich zeigten. Gegen weitere Bewegungen wurde das Bauwerk einstweilen gesichert durch ausgedehntere Umschüttung und Abhaltung des Tagewassers von derselben mittelst Pflasterung, sowie durch eiserne Anker, welche im Dachverbande angebracht wurden.

Herr Afsmann theilt sodann einige Erfahrungen über die hiesigen Bauausführungen mit, wie dieselben bei vielfachen durch die Häuser-Einstürze des vorigen Jahres hervorgerufenen Besichtigungen sich ergeben. Es zeigten sich dabei häufig die inneren Wände durchaus gerissen, vornehmlich die Fachwerkwände in solchen Gebäuden, die in kurzer Zeit hergestellt waren. Zur Vermeidung dieses Mißstandes führt man neuerdings die 5zölligen Wände, die dann zwischen die Balken gestellt werden, massiv aus, und läßt nur an den Thüröffnungen Stiele durchgehen, welche in den verschiedenen Etagen entweder unmittelbar auf einander stehen, oder auf ein zwischen den Balken eingelegtes Kreuzholz sich stützen. Werden bei dieser Anordnung die durch das Eintrocknen der Hölzer entstehenden Risse auch nicht ganz vermieden, so sind sie doch auf ein Minimum beschränkt, und fallen zudem gewöhnlich nicht in's Auge, indem sie von der Thür-Bekleidung überdeckt werden.

In den Umfassungswänden auftretende Risse haben gewöhnlich ihren Grund in mangelhafter Verbreiterung oder Tiefe der Fundirung; in mehreren Fällen sind dieselben aber auch dadurch veranlaßt, daß man bei Erneuerung der einen Seite einer gemeinschaftlichen Giebelwand zur Höherführung des einen Gebäudes eine unpassende Verbindung des neuen Mauerwerks mit dem alten bewirkte, oder auch den neueren Theil tiefer als den älteren fundirte, ohne den letzteren gleichzeitig zu unterfahren.

Der Vortragende macht weiter darauf aufmerksam, daß bei vielfacher Durchbrechung von Wänden die schmalen Mauerpfeiler von festem Materiale herzustellen, auch die Schwächung derselben durch Verwendung durchreichender Thürdübel zu vermeiden sei. Häufig werde bei Anordnung der Sturzbohlen über den Thüröffnungen gefehlt; entweder in der Art, daß denselben ein zu geringes Auflager gegeben würde, oder daß die Widerlager des Entlastungsbogens noch auf den Bohlenenden ruhen, wodurch beim Eintrocknen des Holzes zur Bildung von Rissen Veranlassung gegeben werde.

Durch die in neuerer Zeit so vielfach angewandten Eisenconstructions seien noch keine besonderen Unfälle veranlaßt; in einem Falle, wo die zur Unterstützung der Kopfplatte einer Säule bestimmten Consolen an die Platte selbst angegossen waren, erfolgte ein Abbrechen derselben, ohne indeß weiteres Unglück zu veranlassen. Die Grundplatten zur Vertheilung der Last auf eine größere Fläche seien häufig an den Ecken abgebrochen; es sei daher der Druck auf dieselben durch angegossene Rippen zu übertragen, oder getrennte Platten anzuwenden, die sich gut abdrehen lassen.

Im Anschluß hieran giebt Herr Heidman eine statistische Nachricht über die in den letzten Jahren ertheilten Bauerlaubnißscheine für Berlin.

Herr Korn beantwortet eine im Fragekasten befindliche Frage über die Zweckmäßigkeit der Anordnung von Horizontalen in Bahnstrecken von stärkerer Steigung damit, daß die Bestimmung der Kronlinie von zu vielen Rücksichten bedingt sei, als daß sich eine solche Frage allgemein beantworten ließe; im Ganzen fahre sich besser bei durchgehend gleichmäßigem Gefälle, doch könne eine in der Strecke vorkommende scharfe Curve wegen der vermehrten Reibung eine Mäßigung der Steigung oder die Einführung einer Horizontalen wünschenswerth machen. Im Uebrigen sei man darauf bedacht, ein gleichmäßiges Gefälle auf möglichst große Strecken durchzuführen.

Versammlung am 24. März 1866.

Vorsitzender: Hr. Schwedler. Schriftführer: Hr. Haarbeck.

Der Vorsitzende legt als eingegangen vor:

Fortschritte der Technik des deutschen Eisenbahnwesens, nach den Beschlüssen der Dresdener Versammlung,

Technische Vereinbarungen deutscher Eisenbahn-Verwaltungen,

Denkschrift über den Nord-Ostsee-Canal, betreffend die Linie St. Magarethen-Travemünde,

Zuschrift von der Expedition des Hamburger Gewerbeblattes mit Probenummern des Blattes.

Ferner ist dem Vereine von Sr. Excellenz dem Herrn Minister für Handel etc. als Geschenk zugegangen: Denkmale deutscher Baukunst von Förster, 5. Band.

Nachdem Herr Orth kurz über die gemachten Vorschläge für Concurrenz-Aufgaben zum nächsten Schinkelfeste gesprochen, werden durch Abstimmung ausgewählt zur näheren Präcisirung und Aufstellung des Programms im Hochbau: Ein Festlokal mit Sommertheater, im Wasserbau: Eine Rheinbrücke bei Düsseldorf, für welche eine specielle Situation mitgetheilt wird.

Herr Göbbels referirt demnächst über die Brochüre des Gilbert Child „die Canalisirung der Städte“, aus dem Englischen übersetzt von Dr. Ruge.

Die vor einem Jahre in Oxford erschienene Schrift stelle die damalige Lage der Canalisirungsfrage in England dar, ohne ein bestimmtes System als allgemein anwendbar empfehlen zu wollen. Nachdem die Haupt-Nachteile des jetzt gebräuchlichen Canalisirungs-Systems, die Verunreinigung der Flüsse und der Verlust der Düngstoffe erwähnt seien, werde die Größe des letzteren zu ermitteln versucht, und veranschaulicht Referent die Resultate durch Anwendung auf die Bevölkerungsverhältnisse Berlins. Als thatsächlich festgestellt führe der Verfasser an, die Bestandtheile eines fruchtbaren Bodens seien die einzigen Agentien, die wirklich im Stande wären,

das verunreinigte Wasser der Canäle vollständig zu reinigen, und zwar durch Ausziehen der zur Nahrung der Pflanzen erforderlichen Stoffe. Bei der Berieselung mit Canalwasser finde eine vollständige Reinigung des letzteren nicht statt, auch sei in Rugby eine Verminderung des Bodenwerthes in Folge der Berieselung festgestellt; es sei daher noch zu untersuchen, für welchen Boden, welche Culturen und in welchen Mengen das Abzugswasser mit Nutzen zu verwenden sei. Sodann bemerke der Verfasser, daß die vollständige Entwicklung einer Canalisirung mit Wasserleitung durch den außerordentlich großen Wasserverbrauch erschwert werde. Für Berlin würde, wie der Vortragende bemerkt, bei  $\frac{1}{4}$  Mill. Einwohnern etwa ein Achtel der Wassermenge der Spree (beim niedrigsten Wasserstande) zu verwenden sein. In Bezug auf die Gesundheitspflege führe der Verfasser mehrere Autoritäten und Thatsachen an, denen zufolge durch Verbindung der Waterclosets mit den öffentlichen Canälen die Verbreitung epidemischer Krankheiten befördert werden soll. Da sich manche beachtenswerthe Stimmen gegen die Verwendung des Wassers zur Entfernung der Auswurfstoffe ausgesprochen, so mache der Verfasser schließlich auf ein neues System, das der Erdclosets, aufmerksam, bei dem die Fähigkeit des fruchtbaren Bodens, organische Substanzen geruchlos zu machen, Anwendung gefunden habe. Wenn dasselbe auch noch mancher Vervollkommnung fähig sein dürfte, so scheine es doch der erste Schritt auf dem rechten Wege, und seien zunächst neue und sorgfältige Experimente erforderlich.

Es schließt sich an diesen Vortrag eine Discussion, in welcher sich besonders Herr Lent gegen die in der Brochüre geltend gemachten Ansichten ausspricht. Auf Deutschland, das im Gegensatz zu England kleinere Städte und größere Flüsse besitze, seien dieselben durchaus nicht anzuwenden.

Herr Göbbels bemerkt hierauf, daß es gleichwohl gerechtfertigt erscheine, auf den außerordentlich bedeutenden Wasserverbrauch der jetzt gebräuchlichen Canalisirung hinzuweisen, der unter Umständen andere Interessen gefährden könne. Herr Pflaume bemerkt, daß in Cöln an Stelle der mit großen Unbequemlichkeiten verbundenen „unentgeltlichen Nachtsreinigung“ jetzt eine Methode der Abfuhr getreten sei, die dieselbe bei Tage ohne jede Unzuträglichkeit auszuführen gestatte, indem durch einen Schlauch von 6 Zoll Durchmesser mit innerer Eisenspirale die Senkgrube mit einem auf einem Wagen ruhenden Fasse in Verbindung gesetzt, und dann aus letzterem die Luft mittelst einer Evacuationspumpe entfernt werde. Die ausgepumpte schlechte Luft werde unter den Rost eines kleinen eisernen Ofens geführt und verbrannt.

Im Anschluß an eine in einer früheren Versammlung erörterte Frage über die Anwendung des Holzcementes legt Herr Lämmerhirt eine Probe desselben und des zur Deckung verwendeten Papiers vor. Die Befestigung der zusammenhängenden Decke finde nur an den Borden statt, mittelst eines umgebogenen 4 Zoll breiten Blechstreifens. An der Traufe werde eine Kastenrinne angebracht, mit einem Zinkrande, der das Fortspülen des Sandes verhindere. Die Neigung dieser Dächer betrage zwischen  $\frac{1}{2}$  und  $\frac{3}{4}$  Zoll auf den Fuß, und stelle sich der Preis auf etwa 2 Sgr. pro Quadratfuß.

Die im Fragekasten vorgefundene Frage, „wie man am richtigsten verfare, um bei einer horizontalen Decke aus Eisen und Stein, in welcher der eiserne Träger nur eine Breite von 5 Zoll habe, einen 18 Zoll breiten Architrav zu zeigen“, beantwortet Herr Orth dahin, daß dieses ganz abhängig sei von der Construction der Decke, ob über den Trägern noch Querträger befindlich, oder ob zwischen den ersteren flache Kappen gespannt seien. Im Porticus des neuen Museums seien Zie-

gelsteine an den Träger angesetzt und gegen diese flache Gewölbe aus Töpfen gelegt, was zu empfehlen sei, wenn man nicht eine besondere Verkleidung aus Holz, Zink, Bronze oder dgl. anbringen wolle. Im Allgemeinen werde man nicht gern mächtige Steinbalken zeigen, wo man mit leichten Eisenträgern construiren. Bei ganz flach zwischengewölbten Kappen aus Töpfen könne man eine Form gegenputzen. Im Allgemeinen würde man sich, um die gewünschte Breite darzustellen, durch Anwendung von Doppelträgern helfen.

Herr Schwatlo bemerkt, daß es immer wünschenswerth sei, die Eisenconstruction sehen zu lassen, wie im neuen Museum, wo die leichte Zinkverkleidung das Tragende von dem Getragenen gut unterscheiden lasse.

Eine Frage nach der Art der Fundirung der Pfeiler für einen 120 Fuß hohen Viaduct bei 40 Fuß tiefem Moorgrund, wobei die Verhältnisse gestatten, überall vom Lande aus zu operiren, ob einfache Versenkung von Brunnen oder mittelst comprimierter Luft den Vorzug verdiene, beantwortet Herr Franz dahin, daß beide Methoden technisch ausführbar seien; in Bezug auf die Kosten könne nur eine specielle Berechnung entscheiden; vermuthlich würde die Anwendung von comprimierter Luft vorzuziehen sein. Herr Schwedler bemerkt, daß die directe Versenkung im vorliegenden Falle billiger ausfallen werde. Herr Koch führt an, es sei zunächst zu constatiren, wie der Viaduct ausgeführt werden solle, ob in Stein oder Eisen, und wie demzufolge die Fundamente überhaupt beschaffen sein müßten.

Die Frage, „ob von einem 125 Fuß hohen Schornsteine von 4 □Fuß Querschnitt, für einen Dampfkessel von 36 Fuß Länge mit zwei Feuerröhren, unbeschadet eines ausreichenden Zuges, 15 Fuß abgetragen werden könnten“, beantwortet Herr Heidman. Es sei die Frage nicht ohne Weiteres zu beantworten, sondern verlange eine Berechnung, für welche die Daten nicht ausreichend angegeben seien. Im Allgemeinen liefse sich bei gewöhnlichen Verhältnissen erwarten, daß die Höhe von 110 Fuß ausreichend sein werde.

Auf die Anfrage nach einem tüchtigen Bilder-Restaurateur empfiehlt Herr Hesse Herrn Bülow im Königl. Schlosse; Herr Knoblauch empfiehlt Herrn Wolf, welchen auch Herr Koch als tüchtig bezeichnet.

Die Frage: Wie viel Quadratfuß Grundfläche rechnet man bei Turnhallen pro Kopf? beantwortet Herr Pflaume: Es seien die erforderlichen Apparate von Entscheidung. Für 80 Personen in 8 Riegen würden z. B. erforderlich sein: 2 Recke, 2 Barren, 1 Freisprung, 1 Voltigirpferd, 1 Klettergerüst, 1 Langbaum, zu deren Aufstellung ein Raum von 90 Fuß Länge und 50 Fuß Breite ausreichend sein würde. Herr Heidman bemerkt, daß 50 □Fuß das Maas sei, das gewöhnlich auch für Gymnasien, Seminare etc. angenommen werde. Herr Schwatlo bemerkt dagegen, daß für 80 Personen wohl mehr Geräte, als angenommen, erforderlich sein möchten.

Schließlich zeigt Herr Mechanikus Schell einen Luftdruck-Telegraphen vor und erläutert denselben. Es soll durch ihn die gewöhnliche Klingel oder der elektrische Haustelegraph ersetzt werden, sowohl für Gasthöfe als besonders auch für Privathäuser. Durch einen Druck auf einen Knopf oder Zusammenpressen einer elastischen Birne wird ein Luftdruck erzeugt, der sich durch dünne Röhren von Blei oder Gummi bis zum Läute-Apparat fortpflanzt, hier ein Gewicht auslöst und so eine Glocke in Bewegung setzt, worauf das Gewicht nach kurzer Zeit von selber wieder einfällt. An dem Apparate angebrachte Klappen markiren das Zimmer, von welchem der Druck ausgegangen. Herr Pflaume bemerkt, daß die elektrische Leitung den Vorzug verdienen dürfe; dieselbe könne

im fertigen Hause, in kürzester Zeit, ohne alle Unbequemlichkeiten angebracht werden, indem nur feine Löcher durch die Wände gebohrt zu werden brauchten; wenn Drähte angewandt würden, deren Ueberspinnung mit den Tapeten gleiche Farbe habe, so sei die fertige Leitung kaum wahrzunehmen.

Versammlung am 31. März 1866.

Vorsitzender: Hr. Afsmann. Schriftführer: Hr. Haarbeck.

Von Herrn Ernst ist als Geschenk eingegangen das 78. Heft des Skizzenbuches.

Nachdem den Herren Frieling, Scheffer, Treplin und Fritsch die Andenken für Monats-Concurrenzen resp. die Preise für Concurrenz-Gedichte zum diesjährigen Ball und Schinkelfeste überreicht worden, theilt Herr Schwedler die Concurrenz-Aufgabe für den Wasserbau zum Schinkelfeste des Jahres 1867 mit.

Herr A. Wiebe bespricht als Referent die Denkschrift über den Nord-Ostsee-Canal, Linie St. Margarethen-Travemünde. Nachdem der Verfasser die an den Canal zu stellenden Anordnungen aufgeführt, hauptsächlich Schnelligkeit der Schifffahrt, grössere Sicherheit derselben und Vertheidigungsfähigkeit der Canallinie, geht derselbe die wichtigsten von den projectirten Linien durch.

Husum-Schleswig-Eckernförde sei zwar die kürzeste Linie, doch sei der westliche Ausgangspunkt nicht günstig. St. Margarethen-Eckernförde gehe von der Mündung der Elbe aus, etwa in der Mitte zwischen Hamburg und Cuxhafen; es sei dieses die von der preussischen Regierung angenommene Linie.

Brunsbütteler Koog-Kiel sei das von dem Kieler Comité aufgestellte Project. Man beabsichtige daselbst einen Schlenzen canal mit drei auf- und drei absteigenden Schleusen, dessen Speisung durch Binnenwasser erfolgen solle.

Die Linie St. Margarethen-Travemünde werde sodann nä-

her besprochen. Es sei ein Durchstich projectirt von St. Margarethen in der Elbmündung nach der Mündung der Trave, und an jedem Endpunkte eine Schleuse. Die Differenz des mittleren Wasserstandes mit der ordinären Fluth und Ebbe betrage bei St. Margarethen 5 Fufs, mit den Sturmfluthen bis 12 Fufs, während das Wasser der Ostsee bis 5 Fufs unter den gewöhnlichen Stand sinke. Die durch die Differenz der Wasserstände ermöglichte Durchströmung des Canals solle nach dem von der preussischen Regierung aufgestellten Project, nach welchem aber nur Eine Schleuse an der Elbe zu errichten sei, benutzt werden zur Spülung und zur Verhinderung der Eisbildung. Im vorliegenden Project sei die Anordnung der Schleusen, vorzugsweise der Schutzschleuse an der Ostsee nicht näher angegeben, die Dimensionen des Canals durchweg so angenommen, wie in dem so eben genannten Project St. Margarethen-Eckernförde. Die Linie habe eine Länge von 16 Meilen und würde sehr bedeutende Abträge erfordern, so dafs die Kosten nach der Rentabilitätsberechnung 50 Millionen betragen würden, d. i. doppelt so viel als die der 12 Meilen langen Linie St. Margarethen-Eckernförde. Bei dem Vergleiche mit den übrigen Linien werde der besprochenen trotz dieser hohen Anlagekosten der Vorzug gegeben, wegen der Vortheile, die der Ausgang bei Travemünde biete, die durch verschiedene Gutachten belegt seien. Der Vortragende glaubt indess, dafs, da die Ausführung einer Actiengesellschaft überlassen werden soll, die Höhe der Kosten wohl entscheidend ins Gewicht fallen dürfte. Uebrigens habe die technische Seite des Projectes in der Schrift nicht genügende Berücksichtigung gefunden.

Herr Erbkam theilt eine vorläufige Anzeige des Herrn Architekten Stamman aus Hamburg mit, der zufolge die diesjährige Versammlung deutscher Architekten und Ingenieure vom 18. bis 21. September in Hamburg stattfinden werde; Anmeldungen zu Vorträgen oder Mittheilungen möchten an Herrn Stamman gerichtet werden; auch erbiethet sich Herr Erbkam zur Uebermittlung derselben.

## Verein für Eisenbahnkunde zu Berlin.

Verhandelt Berlin, den 8. Mai 1866.

Vorsitzender: Hr. Hagen. Schriftführer Hr. Schwedler.

Herr Schwedler erläuterte die von ihm angegebene Construction der Drehbrücken für Eisenbahnzwecke. Dieselben ruhen während der Benutzung auf sechs festen Auflagern, von denen vor dem Oeffnen der Brücke zwei beseitigt werden, wodurch sich die Brücke auf einen Drehzapfen und zwei oder drei Laufrollen senkt und die vier übrigen Auflagern frei werden. Das Aufdrehen ist demnächst sehr leicht zu bewirken. Eine Schwierigkeit ist die Construction der zwei zu beseitigenden Auflagern. Bei den Brücken zu Pasewalk, Duisburg und Danzig bestehen dieselben aus Schraubenspindeln, die nach Art der Schraubenwinde mit Vorgelege gedreht werden und sich senken, und ebenso nach Schluß der Brücke dieselbe wieder heben. Die Operation ist indessen außerordentlich zeitraubend, und erfordert der Durchgang eines Schiffes oft eine Unterbrechung der freien Bahn von 30 Minuten. Der

von dem Vortragenden in neuerer Zeit entworfene Mechanismus kürzt diese Zeit wesentlich ab und basirt auf dem Princip der Ansammlung der Arbeit beim Niederlassen der Stützpunkte, um dieselbe beim Heben wieder zu verwerthen. Das Heben und Senken geschieht durch einen Krummzapfen, der einen Viertelkreis beschreibt, während das Contre-Gewicht, das ihn in Gleichgewicht erhält, einen vertikalen Halbkreis durchläuft. Das zu beseitigende Auflager wird nach der Entlastung einfach umgelegt, und kann ebenso wieder aufgerichtet werden.

Herr Krüger beschrieb eine ähnliche Vorrichtung, die von ihm bei der Pregelbrücke in Königsberg angebracht worden ist. Dieselbe besteht aus einem Kniehebel, der durch Quadrant und Kurbel in Bewegung gesetzt wird und eine Senkung von 5 Zoll hervorbringt.

Am Schluß der Sitzung wurden durch übliche Abstimmung die Herren Oechelhäuser und Jädicke als einheimische Mitglieder in den Verein aufgenommen.



## L i t e r a t u r .

Die römische Villa zu Nennig und ihr Mosaik erläutert vom Domcapitular v. Wilmowsky.

- I. Theil mit der Uebersichtstafel des Mosaikfußbodens in Stahlstich, herausgegeben vom Verein der Alterthumsfreunde im Rheinlande. gr. Fol. Bonn 1864.
- II. Theil mit 8 Tafeln in Farbendruck. Festprogramm zu Winckelmann's Geburtstage am 9. December 1865, herausgegeben vom Vorstande des Vereins von Alterthumsfreunden im Rheinlande. gr. Fol. Bonn 1865.

Wir haben es hier mit einer Edition zu thun, die nicht nur dem Autor wie dem herausgebenden Vereine von Alterthumsfreunden im Rheinlande zur höchsten Ehre gereicht, sondern auch dem Lande zum Ruhme, das solche Schätze antiker Kunst in seinem Boden birgt. Jeder, der die bedeutenden Kosten solcher Prachteditionen kennt, wird aber die Verwaltung des Vorstandes jenes Vereins bewundern müssen, die es möglich machen konnte, aufser den gedruckten Jahrbüchern desselben, welche jährlich in zwei fingerdicken Heften mit vielen Abbildungen erscheinen, ihren Mitgliedern noch eine so kostbare Gabe als Festprogramm zur Feier von Winckelmann's Geburtstage gratis zu überreichen. Aehnliches ist bis jetzt wohl noch keinem anderen Alterthums-Vereine gestattet gewesen.

Referent war so glücklich den römischen Mosaikfußboden von Nennig auf einer Ferienreise im Herbst des Jahres 1860 selber zu sehen. Das freundlich gelegene, nicht fern vom rechten Ufer der Mosel dem Städtchen Remig gegenüberliegende Dorf Nennig befindet sich ungefähr sieben Stunden südlich von Trier, und ist am leichtesten von Saarburg aus mit der Post nach einer vierstündigen Fahrt zu erreichen. Das Dorf Nennig liegt etwa eine Viertelstunde vom rechten Ufer der Mosel entfernt. Das schmale von felsigen Ufern begrenzte Moselthal hat sich hier zu einem von Bergen umgebenen Halbkreis erweitert, in den der Fluß gegen Mittag plötzlich eintritt und — nachdem er die grüne Ebene durchschnitten — eben so plötzlich gegen Mitternacht wieder hinter nahe zusammentretenden felsigen Ufern verschwindet. Oestlich aber erhebt sich allmählig das Erdreich zu einem Hügel und auf ihm liegt von Obstbäumen und Gärten umschlossen das freundliche Dorf. In alter Zeit stand aber hier eine römische Villa, eine der frühesten und schönsten des ganzen Moselthals, die lange erhalten, noch länger vergessen endlich wieder aus Licht gezogen wurde. Dies war im Jahre 1853. Schon früher hätte man auf die Entdeckung derselben hingeführt werden können: man war hier öfter beim Graben auf römische Fundamentmauern und auf Reste von Mosaikfußböden gestossen; man hatte römische Badegemächer mit schwebenden Ziegelfußböden gefunden; weiter gegen den Fluß zu waren zwei kreisrunde, künstlich erbaute Hügel mit einem Fischteich dazwischen gelegen, die auf einen antiken Park hindeuteten. Der eine dieser Hügel war terrassenartig mit Stufen von großen Quadern umgeben und ein gewölbter Gang führte zu einem Gemach in seinem Innern. Es war unzweifelhaft ein römischer Grabbügel von einem der römischen Besitzer der Villa inmitten seiner Beszung errichtet. Noch vor 40 Jahren bestand derselbe — seitdem ist er verschwunden wie so manche andere Spuren der Villa. Auch römische Kaiser-Münzen wurden hier manche gefunden, von den Landleuten gelegentlich verkauft und eingeschmolzen.

Die Kenntniß solcher Funde hatte sich aber kaum über den Ort derselben verbreitet. Da stiefs im Herbst des Jahres 1852 der Besitzer eines schmalen Stückchen Feldes, das im Mittelpunkte der Villa lag, beim Graben einer Grube zur Ueberwinterung seiner Gemüse abermals auf einen antiken Mosaikboden; er bedeckte Alles wieder mit Erde, um zu gelegenerer Zeit im nächsten Frühjahr weitere Nachforschungen zu halten. Dies geschah und er kam auf das Bild eines Löwen mit einem Sklaven. Der Pfarrer des Orts benachrichtigte sogleich hiervon den Domcapitular v. Wilmowsky in Trier, der als gelehrter Archäolog und geschickter Zeichner römischer Mosaikböden — von denen er zahlreiche Nachbildungen gesammelt — dort bekannt ist. Dieser begab sich sogleich auf die Fundstelle, liefs Untersuchungsgräben ziehen und kam dabei auf ein mit Marmor ausgelegtes Bassin für einen Springbrunnen, um welches sich vier achteckige Medaillons, ähnlich dem des Löwen, legten. Oestlich vom Marmorbassin stiefs er beim Weitergraben auf ein neues größeres Bildwerk, das ebenfalls wie jenes von vier Medaillons umgeben war, und nun folgten erst ein prächtiger Fries und die Umfassungsmauern des Prachtsaales, dem dieser Fußboden angehörte. Die vollständige Aufdeckung desselben, die Durchzeichnungen der Gruppen und Ornamente auf dem Original, die Farbenskizzen für die Reinzeichnungen des kostbaren Denkmals führte Hr. v. Wilmowsky theils im Mai des Jahres 1853, theils bei den wiederholten späteren Besuchen der Villa aus.

Das nun unter freiem Himmel liegende Prachtstück antiker Mosaikmalerei mußte vor den zerstörenden Einwirkungen der Nässe und Kälte geschützt werden. Ein Abheben desselben vom Boden erschien unthunlich und für die Erhaltung des Mosaiks gefährlich. Es mußte, sollte es erhalten bleiben, von schützenden Wänden eingehegt und mit einem Dache bedeckt werden. Als Mitglied der Gesellschaft für nützliche Forschungen in Trier wendete sich Herr v. Wilmowsky — nachdem er schon früher das Terrain, auf dem sich der Mosaikboden befand, durch Kauf als Eigenthum für jene genannte Gesellschaft erworben hatte — an die Gnade König Friedrich Wilhelm's IV. Der kunstliebende König bewilligte nach Einsicht der Wilmowsky'schen Zeichnungen 2000 Thlr. zur Umbauung und Ueberdachung des herrlichen antiken Kunstwerks. Massive Ziegelmauern, oben ringsherum von einer Reihe Fenster durchbrochen und mit einem Ziegeldache bedeckt, schützen seitdem den Mosaikboden vor den Unbilden der Witterung, der im Innern dieses Gebäudes von einer einige Fuß über den Boden erhobenen, rings an den ihn umschließenden Wänden entlang geführten hölzernen Gallerie aus betrachtet werden kann.

Der Mosaikboden gehörte einem von Ost nach West sich erstreckenden, 50 Fuß langen und 33 Fuß breiten Prachtsaale an, der im Mittelpunkte der Villa gelegen war. Herr v. Wilmowsky nennt denselben ein gedecktes Atrium, bestimmt zum Empfang von Gästen und zum Speisen in der Sommerzeit. Er war durch drei bis auf den Boden herabgehende Arcadenöffnungen in der Westwand, vielleicht auch durch ein Luminare von oben her erleuchtet, von drei Seiten durch Corridore umgeben, von denen aus in der Nord- und Südwand sich je zwei Thüren öffneten; an der Ostseite aber war der Saal ganz geschlossen; hier befand sich das Triclinium oder Speiselager, im westlichen Theile des Saales aber jenes Marmorbassin mit dem Springquell. Vor den Arcaden der West-

wand breitete sich eine Terrasse aus und unter dieser wahrscheinlich ein kleiner Blumen- und Ziergarten — hier hat sich nämlich nur Gartenerde und weder Pflasterung noch Mauerwerk gefunden.

Der Mosaikboden fällt zunächst durch seine ungewöhnliche Größe, durch seine edle Anordnung und glückliche Raumvertheilung, durch die Ruhe und Anmuth seiner Farbengebung angenehm auf. Geht man näher auf die figürlichen Darstellungen in den Medaillons ein, so sehen wir in ihnen einen Kampf von Thieren mit Thieren, von Fechtern mit Thieren, und von Fechtern unter einander dargestellt; es sind die venatio des Amphitheaters und die ludi gladiatorii desselben hier zur Anschauung gebracht. Bei dieser Darstellung von Kämpfen ist alles das Auge Beleidigende vermieden, das Grausame möglichst fern gehalten oder gemildert. In dieser Beziehung übertrifft das Mosaik von Nennig alle übrigen Mosaiken mit ähnlichen Darstellungen von Kämpfen. — Der ganze teppichähnliche Mosaikboden läßt sich in eine westliche und eine östliche Gruppe von Medaillons theilen, von denen sich die erstere um das Marmorbassin, die letztere um das quadratische Hauptbild herumlegt. Jedes dieser achteckigen Medaillons ist von einem zierlichen Band- oder Riemengeflecht (torus) umrahmt. Der Raum zwischen und neben diesen Medaillons wird von sechs Rosen ausgefüllt, deren jede von einem überdeckt gestellten von Mäandern eingefassten Quadrate umrahmt wird. Diese Quadrate liegen in einem weiß und schwarz gehaltenen Kreuze, dessen einspringende Winkel mit langgezogenen Rauten ausgefüllt sind, so daß jedes Quadrat wie in einem Sterne ruht. Die noch übrigen kleinen Räume sind mit Bandverschlingungen, Rankenzügen, Laubkelchen und dgl. ausgefüllt. Ein einfaches Riemengeflecht umgiebt jeden einzelnen Theil und verknüpft so alle Theile zu einem prachtvollen Ganzen, das in einem geschmackvollen Grunde von kräftigem Weiß und Schwarz ruht.

Was die technische Ausführung des Mosaiks anbetrifft, so haben die Mosaikwürfel je nach Bedürfnis des Darzustellenden eine verschiedene Größe — die der Thier- und Fechtergruppen haben eine Stärke von 2 bis 3 Linien, die der Ornamente von 3 bis 4 Linien, die des schwarz und weißen Grundes von 4 bis 5 Linien. — Die im Mosaik verwendeten Farben sind: Weiß, Grau und Schwarz; Zinnober und Purpurroth; Violet, Blau und Grün; Gelb, Orange und Braun in denjenigen Abstufungen der Töne, die die malerische Behandlung nothwendig macht. — Das Material der Mosaikwürfel ist theils Marmor, theils farbiger Kalkstein, theils gebrannter Thon, theils Glas. Die Würfel sitzen in einem weißen Kitt, der aus Kalk und Oel bereitet wurde; dann auf einer Schichte von röthlichem Ziegelmörtel; auf diesen folgt eine Estrichschichte von Kalk und Moselkies, und darunter befindet sich eine leichte Stuckung von Kalkstein. Diese Unterlage des Mosaiks ist nur zwischen 10 und 11 Zoll stark und ruht auf fester, gelber, lehmiger Erde.

Die Darstellungen in den Medaillons sind der Reihe nach, wie sie sich dem von Westen her in den Saal Eintretenden darbieten, folgende. Zunächst dem Eingange befindet sich ein zerstörtes Medaillon. Nach der Ansicht des Herrn v. Wilmowsky enthielt dieses Medaillon kein Bildwerk, sondern eine Inschrift, die den Namen und die Würden und Aemter des Gründers der Villa angab. Hr. v. W. stützt seine Ansicht auf folgende Gründe: 1) In einem ähnlichen Mosaikfußboden, in den Ueberresten des domus des Pilonius in Trier, hat sich gleich beim Eingange in das Atrium eine solche Inschrift vorgefunden. 2) Das Innere unseres Medaillons ist nicht zufällig, sondern absichtlich zerstört worden, wie aus der ganz und unversehrt erhaltenen Umrahmung geschlossen werden kann. Man hat

das Inwendige herausgenommen und die leer gewordene Stelle mit Mörtel ausgefüllt, geebnet und wie Estrich abgerieben. 3) Der hierzu verwendete Mörtel trägt den Charakter der fränkischen Zeit, er ist weiß und mürb, wie er in der fränkischen Periode meistens vorkommt; es liegt daher die Vermuthung nahe, daß erst ein nachrömischer Besitzer der Villa die Inschrift des Medaillons entfernte.

Die beiden nächsten Medaillons zur Rechten und Linken des Marmorbassins beziehen sich auf die Venatio und zwar auf ihren Anfang und ihren Schluß. In dem einen hat ein Tiger so eben einen Waldesel mit einem Schläge seiner Tatze zum Niedersinken gebracht; dies ist der Anfang — in dem anderen hat ein Löwe seine Beute — ebenfalls ein Waldesel — bis auf den Kopf aufgezehrt und wird von einem Sklaven, seinem Wärter, in die Cavea zurückgeführt — das ist das Ende der Venatio. Das dritte und das vierte Medaillon zeigen den Kampf reisender Thiere mit Venatoren; in dem einen sehen wir drei Venatoren mit einem Bären kämpfen. Einer derselben liegt auf dem Bauche ausgestreckt am Boden, mit dem linken Arme, der mit einem kleinen Schilde bewehrt ist, seinen Kopf und Nacken gegen die Angriffe des auf seinem Rücken stehenden Bären deckend. Die beiden anderen Venatoren suchen den Bären durch Peitschenhiebe auf die Nase, als dem empfindlichsten Theil desselben, aus seiner Stellung zu vertreiben. Hier ist der noch unentschiedene Verlauf des Kampfes, in dem anderen Medaillon dagegen der plötzlich errungene Sieg dargestellt; in diesem sehen wir einen Venator, in dem wir wahrscheinlich einen maurischen Speerwerfer zu erkennen haben, mit gesenktem Wurfspieß neben einem zu Boden gesunkenen Panther stehen, der vergeblich den tief in seiner rechten Schulter steckenden Jagdspieß mit seiner linken Vordertatze herausziehen strebt, dessen hölzerner Schaft dabei zerbricht, in den der Panther wüthend vor Schmerz beißt. Diese Darstellung zeigt uns den Schluß der Venatio an. — Den Uebergang von dieser zu den eigentlichen Gladiatorenkämpfen bildeten Zwischenspiele belustigender Art, zur Abwechslung und zur Erheiterung der Zuschauer angestellt. Ein solches scheint in dem fünften Medaillon dargestellt zu sein: hier sehen wir zwei Fechter, der eine mit einer langen Peitsche, der andere nur mit einem kurzen Stabe bewaffnet, auf einander eindringen. Beide Kämpfer sind nur leicht bekleidet; der mit dem Stabe bewaffnete hat sogar den Oberkörper nackt, muß sich also dicht an seinen Gegner halten, wenn er nicht von den Peitschenhieben desselben getroffen werden will. Beide Fechter haben den linken Arm mit einem schmalen Schildchen gedeckt und tragen in der linken Hand einen Stab zur Abwehr und zur Deckung vor den Hieben des Gegners. — Wenn es bei einem solchen Kampfe wohl kaum auf das Blut der Fechter abgesehen war, so zeigt uns dagegen das quadratische Hauptbild des Mosaiks in ein halb Mal größeren Figuren einen Gladiatorenkampf auf Leben und Tod. Ein durch seinen hohen und kräftigen Wuchs und durch sein langes, unbedecktes Haupthaar als Germane gekennzeichneter Fechter, der nur mit einem leichten Schurz um die Hüften bekleidet ist — ein sogenannter Retiarius, weil dergleichen Gladiatoren ursprünglich mit Netz und Harpune kämpften — ist hier einem Mirmillo — so genannt weil der Kamm seines Helmes die Gestalt eines Seefisches (*μορμύλος*) hatte — gegenübergestellt. Auch dieser ist nur mit einem leichten Schurz um die Hüften bekleidet; an seinem linken Arm trägt er aber einen langen, oblongen gekrümmten Schild, den der Tridens — die dreizinkige Lanze — des Gegners schon gefaßt hat; gelingt es dem Gegner diese Deckung zu entfernen, so wird derselbe den schon bereiten Dolch mit der linken Hand gegen die Blöße des Feindes er-

folgreich führen, wenn ihn nicht der Letztere darin zuvorkömmt. Ein Lanista in weißer Tunica leitet und ordnet den Kampf.

Auf dem letzten, dem untersten Medaillon sehen wir die seltene Darstellung einer Wasserorgel, mit deren Musik man die Spiele im Amphitheater und Circus begleitete. Ueber den Pfeifen derselben wird der Kopf des sie Spielenden, des *Hydraules* sichtbar. Neben der Orgel steht ein zweiter Musiker, der *Cornicen*, mit dem großen gekrümmten Horne, dem *cornu*, mit dem man die Signale zum Kampfe gab.

Diese Darstellungen zeigen Neues in den Costümen, den Waffen und den Musikinstrumenten, wodurch unsere archäologischen Kenntnisse mit manchen lehrreichen Einzelheiten bereichert werden.

Dem Prachtsaale, den der eben besprochene Mosaikfußboden schmückte, schlossen sich nördlich und südlich eine Reihe von Gemächern an. Dann sprangen von diesen gegen Westen zwei Flügel vor, die einen großen Hof oder Vorplatz umschlossen. Wie weit sich diese Abtheilungen nach allen Seiten fortsetzten, hat noch nicht ermittelt werden können. Die Gemächer, welche sich rechts und links an den Hauptsaal anschlossen, waren für den Besitzer der Villa und seine Gäste bestimmt; sie hatten wie jener fein gemalte Wände und ihre Fußböden waren von Mosaik, größtentheils aber von Holztäfelungen. Die entfernteren Gemächer, namentlich die der äußersten Theile der Flügel, welche tiefer lagen und geringer gefärbte Wände und Fußböden von Estrich hatten, der nur hier und da mit schwarzen und rothen Steinplättchen verziert war, scheinen die Wohnungen der Dienerschaft gewesen zu sein.

Die Fundamente und Mauern bestanden aus Kalkstein, und der Mörtel aus Kalk und Kiessand. Die Steine waren nur nach Bedürfnis zugerichtet und die Schichten zuweilen durch eine Ziegellage gebunden, die Futtermauern durch halbrunde Pfeiler gestützt. Alles deutete auf eine schnelle Ausführung hin. Die Gemächer hatten nur verputzte Wände, die geschliffen und polirt in zinnoberrothen oder schwarzen oder hochgelben und weißen Gründen in pompejanischer Weise gemalt und verziert waren. Von den Fußböden fand man außer dem großen Mosaik nur Ueberreste von zerstörten Mosaiken oder von verbrannten und erstorbenen Holztäfelungen. Von den Säulen fanden sich bloß Bruchstücke von Kalksteincapitellen und Basen, von den Schäften nichts vor; letztere waren wahrscheinlich bloß aus Steinresten oder aus Ziegeln aufgemauert und mit Stucco überzogen, weshalb sie beim Abbruch zerfielen und wie anderes Material zu anderen Bauten verwendet wurden.

Hr. v. Wilmowsky setzt die Entstehungszeit der Villa in die Regierungszeit Hadrians und zwar aus folgenden Gründen. Erstens deuten die auf der gewachsenen Erde gefundenen Münzen auf eine frühe Zeit. Es waren Münzen von Nero; sie waren nicht oder nur wenig abgegriffen. Sie lagen bei den Fundamenten unter den Fußböden der Gemächer. Sie schienen also bei der Grundlegung der Mauern und bald nach ihrer Prägung in den Boden gekommen zu sein. Erst auf den höheren Bodenschichten fanden sich Münzen von Gallienus, Constantin und den Valentinianen.

Dann weist das Mauerwerk auf die erste Periode der römischen Bauhätigkeit in der Trierer Gegend hin: es ist leicht und schnell aufgeführt wie bei allen dortigen frühen Privatanlagen. Die erwähnten halbrunden Pfeiler zur Verstärkung der Futtermauern kommen bei späteren römischen Bauanlagen nicht mehr vor. Auch das Fehlen des Marmors, der bei späteren römischen Bauten in großer Fülle vorkömmt, spricht für diese frühe Zeit der Errichtung der Villa. In Nennig wa-

ren alle Sockel noch gemalt, alle Simswerke noch von Stucco, die Säulenbasen von Kalkstein, die Säulenschäfte scheinen wie in Pompeji aufgemauert und sammt ihren Capitellen und Basen mit Stucco überzogen gewesen zu sein. Nur allein das Wasserbecken in der Mitte des Prachtsaales war mit dünnen weißen Marmortafeln bekleidet.

Endlich stimmt der Charakter der Wanddecoration und des Mosaiks der Villa nur mit dem der ältesten Privatanlagen Triers überein, d. i. mit denjenigen Ueberresten, welche man auf der untersten römischen Bodenschichte antrifft. Auf dieser hat nach den Beobachtungen des Herrn Herausgebers fast Alles noch ein pompejanisches Gepräge, sowohl Mauerwerk, als Fußboden und Wandbekleidung. Diese Bauperiode scheint mit der Regierungszeit der Flavii zu beginnen und bis in die der Antonine hineinzureichen. Die Gründung unserer Villa fiel demnach in die Zwischenzeit — dies wäre die Zeit der Regierung Trajans oder Hadrians. Unter diesen Kaisern belebte sich noch einmal der griechische Geschmack in der römischen Kunst. Hadrian besonders liebte es selber zu bauen und unterstützte die Bauten in den Provinzen. Unter den Villen dieses Kaisers ist insbesondere die Tiburtinische mit ihren durch Naturschönheit wie durch Pracht und Kunst ausgezeichneten Anlagen berühmt. Die Neigungen der Kaiser dieser Zeit wirkten schnell und mächtig auf Rom und die Provinzen zurück, sie bestimmten die Sitten der Großen und Reichen, gestalteten und änderten die Formen des Lebens, so daß Plinius im Senate sagen konnte: Trajan lenkte das willige Rom, wohin er vorangehe. Nach des Einzigen Sitte lebe nun fast die ganze Welt. Des Befehls bedürfe es nicht mehr, nur des Beifalls des Kaisers. Des Fürsten Lebensordnung werde die des Volks. — Bei solchem Nachahmungseifer der Großen und Vornehmen ist es daher nicht zu verwundern, wenn auch an dem Moselgestade Villen entstanden, die dem Geschmack der Hadrianischen Schule entsprachen.

Unser Hr. Verf. macht ferner darauf aufmerksam, daß Ausonius in seiner „*Mosella*“ da, wo er die Gestalt und Pracht der Villen schildert, er dieselben nur mit Werken griechischer Künstler vergleicht; er nennt Dädalus, Philo von Athen und Archimedes von Syracus; ferner Menekrates, den Lehrer des Appollonius von Rhodus, dann den Erbauer des Dianentempels zu Ephesus, dann Iktinus, den Erbauer des Parthenons, und endlich Dinochares, den Baumeister des ägyptischen Königs Ptolemaeus Philadelphus. Unser Verf. schließt daraus, daß jene Villen des Moselgestades doch in ihrer Gestaltung und Ausstattung einige griechische Motive zu erkennen gegeben haben müssen — denn irgend eine Wahrheit müsse doch dem Vergleiche zu Grunde liegen, sonst würde ihn der Dichter nicht gemacht haben; und daß er ihn machen durfte, dafür liefere der erhaltene musivische Fußboden den Beweis, in dem der Verfasser einen Nachklang griechischer Weise findet. Wenn wir in dem letzteren Urtheile auch dem Hr. Verfasser beistimmen, insofern als ja die ganze römische Kunst von der griechischen entzündet wurde und letzterer als Vorbild nachstrebte, so möchten wir hier doch nicht ganz seiner Deduction folgen und auf des Ausonius Vergleichen der römischen Villen des Moselthals mit den Werken griechischer Künstler keinen so großen Werth legen, da nicht anzunehmen ist, daß Ausonius die letzteren sämmtlich aus eigener Anschauung kannte, und sie in seinem Gedichte nur der Rethorik wegen anführte, um die Bauwerke des Moselgestades um so mehr zu feiern und rühmend hervorzuheben.

Der Herausgeber findet nun einzelne Figuren des Nenniger Mosaiks nach Zeichnung, Stellung und Haltung mit einzelnen Figuren der Reliefs der Trajanssäule übereinstimmend, und daß

endlich auch die Feldereinteilung unseres Mosaiks, die Art der Ornamente und die Einfachheit der Gruppen in auffallender Weise mit denen der in Stucco verzierten Decken der Hadrianischen Villa zu Tivoli verwandt sind. Aus allen diesen Merkmalen zusammen, aus den aufgefundenen Münzen, dem Mauerwerk, dem noch fehlenden Marmor, dem Charakter der Wanddecoration und des Mosaiks, schließt er dann auf die Entstehung der Villa und des musivischen Bodens in Hadrianischer Zeit.

Die Villa bewahrte ihre ursprüngliche Anlage lange Zeit. Nicht nur das Mosaik, sondern auch die Wanddecoration des großen Saales und die der nächsten Gemächer trugen die Merkmale der Ursprünglichkeit an sich. Dagegen fand Hr. v. W. in den südlich gelegenen Gemächern die Decoration der Wände erneut. — Ohne Zweifel blieb die Villa bis zu den Einfällen der Franken ins Moselthal von Römern bewohnt. In dieser Zeit scheint man aber vor der Gefahr die kostbaren und werthvollen Gegenstände geflüchtet zu haben, denn von solchen wie überhaupt von römischen Utensilien fand man bei den Ausgrabungen nichts vor; was man fand, waren nur fränkische Ueberreste, wie eiserne Schlüssel und rohe Gefäße. — Dazu kömmt, daß die drei bis sieben Fuß hoch erhaltenen Wände des Corridors um den Saal des Mosaiks herum über dem römischen Verputz und seiner Decorirung einen mehrmaligen fränkischen Anstrich trugen. Dies weist darauf hin, daß die Villa von den Franken bewohnt und erhalten wurde. Die Hauptgemächer derselben scheinen aber aus Achtung vor der zu ihrer Ausschmückung verwendeten Kunst in dieser ihrer Ausschmückung intact geblieben zu sein. Im neunten Jahrhundert aber brannte die Villa bei den Einfällen der Normannen unzweifelhaft nieder und sank dann schnell für immer in Staub. Im Anfange des Jahres 822 waren die Normannen aus den Ardennen, wo sie gehaust, hervorgebrochen, hatten das Kloster von Prüm überfallen, sodann Trier mit seinen Vorstädten geplündert und verbrannt, und sich sodann gegen Metz gewandt. Auf diesem Zuge stießen sie in der Ebene von Nennig auf das von den Bischöfen Bertolf von Trier und Walö von Metz in Eile gesammelte Kriegsvolk. Die Normannen siegten und die Villa ging als Zeugin dieses Sieges in Rauch auf. Nachdem das Holzwerk der Decken und Dächer von den Flammen verzehrt war, stürzten die Stuccos der Decken ein und bedeckten die Fußböden mit der Asche und den Kohlen des Gebälks und mit den angebrannten Dachziegeln. Die Mauern und decorirten Wände standen noch aufrecht aber dachlos da; Regengüsse lösten die Asche und den Stucco zu einem Teige auf, der als schwärzliche Schichte die Mosaiken überzog. Später, nach der Rückkehr der geflüchteten Bewohner, wurde durch den allmäligen Abbruch der Ruinen, um die Steine daraus zu anderen Bauanlagen zu gewinnen, eine zweite Schichte von Mörtel, bemaltem Verputz und Mauersteinstücken gebildet, die sich allmählig mit Feld- und Gartenerde bedeckte, welche die letzte Schichte bildete, aber nur mit geringer Frucht, besonders in trockenen Jahren, den Fleiß ihrer Bebauer lohnen konnte; weshalb denn auch der Grund und Boden über dem Mosaik bis auf die heutigen Tage der Besitz armer Leute blieb.

Wir haben es uns nicht versagen können in obigem Referate einen gedrängten Auszug aus dem erklärenden Texte des Hr. v. W. zu geben, um diesen Autor auch dem Kreise unserer Leser als einen treuen Hüter und gelehrten, sorgsamem Erforscher Trier'scher Alterthümer kennen zu lehren. — Dem ersten Hefte ist eine Uebersichtstafel des Nenniger Mosaikfußbodens in Stahlstich beigegeben, dem zweiten Hefte acht Tafeln in farbiger Lithographie, die uns die sieben Figurengruppen und einen Theil der Ornamente des Mosaiks

in einem größeren Maasstabe — einem Sechstel der natürlichen Größe — veranschaulichen; die achte Tafel endlich liefert ein Detail in der ganzen Größe des Originals und darin eine äußerst genaue Wiedergabe der Technik des Mosaisten. Wir sehen auf diesem Blatte den Kopf des Fechters mit der Peitsche dargestellt, den wir oben bei der Besprechung des fünften Medaillons erwähnt haben. Hr. v. W. macht dabei in seinem Texte auf die Art und Weise aufmerksam, wie der Mosaist die Härte des Steines zu mildern und die Arbeit zu modelliren verstand. Er sagt: „Als ich den Kopf des Fechters auf dem Originale durchgezeichnet und in seinen Farben treu wiedergegeben hatte, bemerkte ich mit Verwunderung, daß mein Bild noch weit entfernt war dem musivischen zu gleichen. Ich fand, daß es hart und flach, jenes weich und gerundet aussah. Bei genauerer Vergleichung sah ich, daß ich die Fugen weniger dunkel gegeben habe; ich half nach, es wurde besser; allein es war noch nicht genug. Da entdeckte ich bei Besichtigung eines jeden Steines, daß Alles, was ich für eine zufällige Verletzung derselben angesehen hatte, eine beabsichtigte Nacharbeit des Künstlers sei, daß das scheinbar Ausgesprungene nachträglich ausgesprengt worden war, denn es zeigte sich regelmäßig und nur da, wo es einen Schatten bilden, eine Härte mildern, einen Uebergang hervorbringen, kurz modelliren sollte. — Ich machte nun den Versuch und zeichnete alle diese scheinbaren Fehler in mein Farbenblatt hinein, und nun gewann es Leben; das Auge bekam Licht und Seele, die Augenbrauen gewannen einen unerwarteten Ausdruck, die Stirne rundete sich, der Mund wurde sprechender, und so entstand aus dem kalten Gebilde ein warmes lebenvolles. — Eine ähnliche Bewandtnis hatte es mit der Unregelmäßigkeit der Würfel und Fugen. Ob diese größer oder kleiner, quadratisch, oblong oder dreieckig sind, ob ihrer wenige oder viele, ob sie regelmäßig oder unregelmäßig in Linien geführt; — dieses Alles ist berechnet, wie die Linien und Punkte des Kupferstechers, um diese oder jene Wirkung hervorzubringen. Brauchte der Künstler Schatten, so häufte er die Fugen, spaltete die Würfel in der Diagonale und setzte aus mehreren Steinchen zusammen, was er aus Einem hätte machen können. So belebte er z. B. den Stern des Auges und machte ihn zugleich dunkler.“

Wir sehen hieraus, wie wichtig die Nachbildung des Details in der Größe des Originals war — ohne diese Arbeit wäre der Zeichner nicht auf diese Beobachtung geführt worden; diese Feinheit der Technik des Mosaisten würde ihm sonst entgangen sein.

Die lithographischen Farbenblätter sind in der bewährten Loeillot'schen Anstalt hergestellt worden; sie bieten genaue Facsimiles der Wilmowsky'schen Zeichnungen dar.

Durch die Vervielfältigung und Veröffentlichung dieser Zeichnungen hat sich der Vorstand des Vereins von Alterthumsfreunden im Rheinlande ein unbestreitbares Verdienst erworben. Möge es demselben auch ferner gelingen diesem so gut zu Stande gebrachten Unternehmen ähnliche anzuschließen. Die Sammlungen des Hrn. Domcapitulars v. Wilmowsky enthalten noch vieles sehr Werthvolles und für die Geschichte der Baukunst Triers höchst Interessantes. Wir denken hier besonders an die Zeichnungen desselben zur Baugeschichte des Domes von Trier und an die bisher noch unterbliebene Veröffentlichung der Untersuchungen dieses in baugeschichtlicher Hinsicht einzigen Baudenkmal. Hr. v. Wilmowsky hatte zu diesen Untersuchungen während eines vor etwa 10 Jahren ausgeführten Restaurationsbaues des Doms die günstigste Gelegenheit. Die Hauptergebnisse dieser Untersuchungen hatte Ref. in seinem für das Königl. Bau-Ministerium bestimmten Reise-

berichte vom Jahre 1860 kurz erwähnt; er hatte in diesem Berichte zugleich den Wunsch ausgesprochen, daß der Staat mit seinen Mitteln für die Publication der Wilmowsky'schen Zeichnungen und Untersuchungen eintreten möchte. Ohne des Referenten Zuthun wurde von der Redaction der Bauzeitung ein Auszug aus jenem Reiseberichte im Jahrgange 1862 dieser Zeitung mitgetheilt und in diesen auch jene aus den Wilmowsky'schen Untersuchungen und Zeichnungen hervorgehenden Ergebnisse für die Baugeschichte des Trierer Domes auf-

genommen. So viel sei hier gesagt, um dem Vorwurfe der Indiscretion zu begegnen, der dem Referenten, wie derselbe erst vor Kurzem gehört hat, von einer Seite wegen dieser Mittheilung gemacht worden ist. Der Vorwurf der Indiscretion ist aber überall da zurückzuweisen, wo es sich um die Verbreitung von Ergebnissen der Wissenschaft handelt. Jedenfalls wird das Verdienst des Entdeckers dieser Ergebnisse, wenn sein Name genannt wird, nicht durch den Verbreiter derselben geschmälert.

L. L.

### Berichtigungen.

Es ist zu lesen:

- Seite 196, Zeile 11 v. o. Seitenränder statt Seitenwände,
- 203, - 12 v. o. Chanoine statt Chauoine,
- 203, - 15 v. o. eiserne Tafeln statt eiserne Thore,
- 355, - 19 v. o. Condé statt Coudé,
- 360, - 19 v. o. 1 Zoll starken und 7½ Zoll breiten Flacheisen, statt 7½ Zoll starken Flacheisen.

### I. Amtliche Bekanntmachungen.

197	Verzeichniß der im Ministerium angeordneten Bauplanen (am 1. März 1866)	197	Ordnung vom 28. Mai 1866, die im Ansehung nicht vorliegenden Mehrheiten bei Bauplanen in Kärnten bestimmt
-----	-------------------------------------------------------------------------	-----	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------

### II. Bauwissenschaftliche Mittheilungen.

#### A. Landbau.

198	Die neuen Anlagen in Berlin von Herrn Gehobten Baumeister F. Hiltig in Berlin	198	Die neue Anlage in Berlin von Herrn Baumeister F. Hiltig in Berlin
199	Die neuen Anlagen in Berlin von Herrn Baumeister F. Hiltig in Berlin	199	Die neuen Anlagen in Berlin von Herrn Baumeister F. Hiltig in Berlin
200	Die neuen Anlagen in Berlin von Herrn Baumeister F. Hiltig in Berlin	200	Die neuen Anlagen in Berlin von Herrn Baumeister F. Hiltig in Berlin
201	Die neuen Anlagen in Berlin von Herrn Baumeister F. Hiltig in Berlin	201	Die neuen Anlagen in Berlin von Herrn Baumeister F. Hiltig in Berlin
202	Die neuen Anlagen in Berlin von Herrn Baumeister F. Hiltig in Berlin	202	Die neuen Anlagen in Berlin von Herrn Baumeister F. Hiltig in Berlin
203	Die neuen Anlagen in Berlin von Herrn Baumeister F. Hiltig in Berlin	203	Die neuen Anlagen in Berlin von Herrn Baumeister F. Hiltig in Berlin
204	Die neuen Anlagen in Berlin von Herrn Baumeister F. Hiltig in Berlin	204	Die neuen Anlagen in Berlin von Herrn Baumeister F. Hiltig in Berlin
205	Die neuen Anlagen in Berlin von Herrn Baumeister F. Hiltig in Berlin	205	Die neuen Anlagen in Berlin von Herrn Baumeister F. Hiltig in Berlin
206	Die neuen Anlagen in Berlin von Herrn Baumeister F. Hiltig in Berlin	206	Die neuen Anlagen in Berlin von Herrn Baumeister F. Hiltig in Berlin
207	Die neuen Anlagen in Berlin von Herrn Baumeister F. Hiltig in Berlin	207	Die neuen Anlagen in Berlin von Herrn Baumeister F. Hiltig in Berlin
208	Die neuen Anlagen in Berlin von Herrn Baumeister F. Hiltig in Berlin	208	Die neuen Anlagen in Berlin von Herrn Baumeister F. Hiltig in Berlin
209	Die neuen Anlagen in Berlin von Herrn Baumeister F. Hiltig in Berlin	209	Die neuen Anlagen in Berlin von Herrn Baumeister F. Hiltig in Berlin
210	Die neuen Anlagen in Berlin von Herrn Baumeister F. Hiltig in Berlin	210	Die neuen Anlagen in Berlin von Herrn Baumeister F. Hiltig in Berlin

#### M. Wasser- und Maschinenbau.

211	Die neuen Anlagen in Berlin von Herrn Baumeister F. Hiltig in Berlin	211	Die neuen Anlagen in Berlin von Herrn Baumeister F. Hiltig in Berlin
212	Die neuen Anlagen in Berlin von Herrn Baumeister F. Hiltig in Berlin	212	Die neuen Anlagen in Berlin von Herrn Baumeister F. Hiltig in Berlin
213	Die neuen Anlagen in Berlin von Herrn Baumeister F. Hiltig in Berlin	213	Die neuen Anlagen in Berlin von Herrn Baumeister F. Hiltig in Berlin
214	Die neuen Anlagen in Berlin von Herrn Baumeister F. Hiltig in Berlin	214	Die neuen Anlagen in Berlin von Herrn Baumeister F. Hiltig in Berlin
215	Die neuen Anlagen in Berlin von Herrn Baumeister F. Hiltig in Berlin	215	Die neuen Anlagen in Berlin von Herrn Baumeister F. Hiltig in Berlin
216	Die neuen Anlagen in Berlin von Herrn Baumeister F. Hiltig in Berlin	216	Die neuen Anlagen in Berlin von Herrn Baumeister F. Hiltig in Berlin
217	Die neuen Anlagen in Berlin von Herrn Baumeister F. Hiltig in Berlin	217	Die neuen Anlagen in Berlin von Herrn Baumeister F. Hiltig in Berlin
218	Die neuen Anlagen in Berlin von Herrn Baumeister F. Hiltig in Berlin	218	Die neuen Anlagen in Berlin von Herrn Baumeister F. Hiltig in Berlin
219	Die neuen Anlagen in Berlin von Herrn Baumeister F. Hiltig in Berlin	219	Die neuen Anlagen in Berlin von Herrn Baumeister F. Hiltig in Berlin
220	Die neuen Anlagen in Berlin von Herrn Baumeister F. Hiltig in Berlin	220	Die neuen Anlagen in Berlin von Herrn Baumeister F. Hiltig in Berlin

# Inhalt des sechszehnten Jahrgangs.

## I. Amtliche Bekanntmachungen.

	Pag.		Pag.
Circular-Verfügung vom 26. Mai 1866, die im Anschlage nicht vorgesehenen Mehrarbeiten bei Bauausführungen in Entreprise betreffend . . . . .	337	Verzeichniß der im Staatsdienste angestellten Baubeamten (am 1. März 1866) . . . . .	253
		Personal-Veränderungen bei den Baubeamten . . . . .	1,145, 338 u. 481

## II. Bauwissenschaftliche Mittheilungen.

### A. Landbau.

	Zeichnung. Blatt.	Pag.		Zeichnung. Blatt.	Pag.
Die neue Synagoge in Berlin von dem Baurath E. Knoblauch, mitgetheilt von Herrn Baumeister G. Knoblauch in Berlin . . . . .	1—6	3 u. 481	Die Börse in Berlin, von Herrn Geheimen Regierungrath F. Hitzig in Berlin . . . . .	19—30 im Jahrg. 1865 u. 9a im lauf. Jahrg.	145
Herrschaftliches Wohnhaus in Berlin, von Herrn Baumeister Professor F. Adler in Berlin . . . . .	7 u. 8	5	Die Christus-Kirche in Berlin, von Herrn Baumeister Professor F. Adler in Berlin . . . . .	19—21	159
Die Construction der Kuppeldächer, von Herrn Regierungs- und Baurath W. Schwedler in Berlin . . . . .	10—14	7	Das neue Anatomie-Gebäude in Berlin, von Herrn Bauinspector Albert Cremer in Berlin . . . . .	22—29a u. F (i. T.)	161
Portal-Abschlüsse der Innbrücke zu Passau, von Herrn Hügel, Directions-Architekt der bayerischen Ostbahnen . . . . .	15	33	G. Schwendy's Brauerei „Zum Adler“ auf dem Gesundbrunnen bei Berlin, mitgetheilt von Herrn Bauführer Biebendt . . . . .	42—44 u. S (i. T.)	339
Verfahren bei Herstellung des aus Ziegeln mit Quaderverblendung bestehenden Freimauerwerks am Gerichtsgebäude in Hagen, von Herrn Baumeister v. Bannwarth . . . . .		83			
Studien über die Ventilation von Arthur Morin, im Auszuge mitgetheilt von Herrn Regierungs- und Baurath Heidman in Berlin. (Fortsetzung folgt.) . . . . .	D (i. T.)	85 u. 537			

### B. Wasser- und Maschinenbau.

	Zeichnung. Blatt.	Pag.		Zeichnung. Blatt.	Pag.
Die Canalisirung der oberen Saar, von Herrn Baumeister L. Hagen . . . . .	33—35, 46—48 A, B, u. H-K (i. T.)	33, 185, 335, 351 u. 581	Die eisernen Ueberbrückungen der Altenbeken-Holzmindener Eisenbahn, von Herrn Eisenbahn-Director Simon in Münster . . . . .	16—18	49
			Das Balance-Dock zu Pola . . . . .	30—32	169

	Zeichnung. Blatt.	Pag.		Zeichnung Blatt.	Pag.
Der eiserne Ueberbau der Unterspree-Brücke bei Berlin im Zuge der Königl. Bahnhofs-Verbindungsbahn . . . . .	38—41	267	Die Fundirung der Eisenbahnbrücke über den Pregel in Königsberg i. Pr., von Herrn Eisenbahn-Director Löffler in Bromberg . . . . .	49—56	517
Ueber Wasserbauanlagen in Irland für Entwässerung, Binnenschiffahrt, Nutzbarmachung von Wasserkraft und Verbesserung der Fischerei, von Herrn Wasser-Bauinspector Michaelis in Minden . . . . .	L—Q u. T—V (i. T.)	275 u. 409	Ueber die Entwässerung des Essenberger Bruches mittelst einer Centrifugalpumpe, von Herrn Wasser-Baumeister H. Wernekinck in Düsseldorf . . . . .	57 u. 58	485
Die Flossbrücke über die Havel in Spandau, von Herrn Baumeister Beyer . . . . .	R (i. T.)	297	Die Fundamentirung der Festungsgraben-Brücke der Königsberg-Pillauer Eisenbahn in Königsberg i. Pr. auf gulseisernen Schraubenpfählern, mitgetheilt von Herrn Ingenieur Reiche . . . . .	Y (i. T.)	545

**C. Wege- und Eisenbahnbau.**

	Zeichnung. Blatt.	Pag.		Zeichnung. Blatt.	Pag.
Die Eisenbahnverbindungen mit Italien unter besonderer Berücksichtigung der Gotthardlinie, von Herrn Eisenbahn-Betriebsinspector Schwabe in Münster . . . . .	E (i. T.)	105	Ueber die nutzbarste Dauer der Locomotiven (ein Invalidengesetz derselben), von Herrn Eisenbahn-Bauinspector Redlich in Bromberg . . . . .	W (i. T.)	431
Der Tunnel durch den Mont-Cenis, nach einer Mittheilung des Herrn Geh. Regierungsrath Hoffmann . . . . .	.	299	Die Drehbahn von dem Baurath Dr. H. Scheffler in Braunschweig . . . . .	Z (i. T.)	547
			Ueber Sicherheitsschienen, von Herrn Baurath Dr. H. Scheffler in Braunschweig . . . . .		553

**D. Kunstgeschichte und Archäologie.**

	Zeichnung. Blatt.	Pag.		Zeichnung. Blatt.	Pag.
Schloß Rheden, mitgetheilt von Herrn Bauinspector Römer in Berlin . . . . .	36 u. 37	211	Schloß Schwetz, mitgetheilt von Herrn Bauinspector Römer in Berlin . . . . .	59	511
Das Bab' el Ammān (Ammān-Thor) in Gerasa, mitgetheilt von Herrn Ingenieur R. Dörgens . . . . .	45	349	Die Bauten Pius II. in Pienza, mitgetheilt von Herrn Architekt Sommer in Jandersheim . . . . .	60	513

**E. Theoretische Abhandlungen.**

	Zeichnung. Blatt	Pag.		Zeichnung. Blatt	Pag.
Theorie der Kuppelflächen, von Herrn Regierungsrath und Baurath W. Schwedler in Berlin . . . . .	.	10	Festigkeit von Eisen, Stahl und Kupfer, von Herrn Ober-Maschinenmeister Wöhler in Frankfurt a. d. O. . . . .	C (i. T.)	67
Statische Berechnung der eisernen Ueberbrückungen der Altenbeken-Holzwindener Eisenbahn, von Herrn Eisenbahn-Director Simon in Münster . . . . .	16—18	49	Allgemeine Theorie der Turbinen mit specieller Anwendung auf die Kreisräder und Kreiselpumpen, von Herrn Professor F. K. H. Wiebe in Berlin. (Fortsetzung folgt.) . . . . .		215, 371 u. 489
Resultate der in der Central-Werkstatt der Niederschlesisch-Märkischen-Eisenbahn zu Frankfurt a. d. O. angestellten Versuche über die relative					

**F. Bauwissenschaftliche und Kunst-Nachrichten.**

	Zeichnung. Blatt.	Pag.		Zeichnung. Blatt.	Pag.
Einladung zur Einreichung von Bauplänen für ein Gymnasialgebäude in Bielefeld . . . . .	.	119	Concurrenz-Ausschreiben für Architekten, betreffend den Neubau:		
54ster und 55ster Baubericht über den Ausbau des Domes zu Cöln, von Herrn Bauinspector und Dombaumeister Voigtel in Cöln . . . . .	.	265 u. 407	a) einer evangelischen Kirche in Neunkirchen . . . . .	.	307
			b) eines Hospitals in Düsseldorf . . . . .	.	307
			c) eines Bade-Etablissements in Kissingen . . . . .	.	308
			d) einer festen Strafsenbrücke über den See-Abfluss in Luzern . . . . .	.	308

**G. Mittheilungen aus Vereinen.**

Architekten-Verein zu Berlin.

	Zeichnung. Blatt.	Pag.		Zeichnung. Blatt.	Pag.
Mittheilungen aus den Vereins-Versammlungen im Juni, September und am 7. October 1865 . . . . .	.	119	Desgleichen im Januar und am 3. Februar 1866 . . . . .	.	443
Desgleichen im October, November und December 1865 . . . . .	.	309	Desgleichen im Februar und März 1866 . . . . .	.	553
			Schinkelfest am 13. März 1866 . . . . .	.	453
			Preis-Aufgaben zum Schinkelfest am 13. März 1867 . . . . .	X (i. T.)	466

Verein für Eisenbahnkunde zu Berlin.

Verhandlung in der Versammlung am 12. September 1865	Pag. 135	Verhandlung in der Versammlung am 20. März 1866	Pag. 474
Verhandlung in der Versammlung am 10. October 1865	143	Verhandlung in der Versammlung am 9. April 1866	474
Verhandlung in der Versammlung am 14. November 1865	329	Verhandlung in der Versammlung am 8. Mai 1866	571
Verhandlung in der Versammlung am 12. December 1865	333		
Verhandlung in der Versammlung am 9. Januar 1866	469	Einladung zur 9. Hauptversammlung des Vereines deutscher Ingenieure im Harz	333
Verhandlung in der Versammlung am 13. Februar 1866	473		

III. Literatur.

Die Reinigung und Entwässerung der Stadt Danzig. Auf Veranlassung des Magistrats zu Danzig unter Mitwirkung des Civil-Ingenieur Veit-Meyer bearbeitet von E. Wiebe, Geh. Ober-Baurath. Berlin. Ernst & Korn. 1866	Pag. 475	Die römische Villa zu Nennig und ihr Mosaik, erläutert vom Domcapitular v. Wilimowsky. I. u. II. Theil. Bonn 1864 u. 1865	Pag. 573
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------

A. Kunstgeschichte und Archäologie.

Die römische Villa zu Nennig und ihr Mosaik, erläutert vom Domcapitular v. Wilimowsky. I. u. II. Theil. Bonn 1864 u. 1865	Pag. 573
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------

B. Theoretische Abhandlungen.

Die römische Villa zu Nennig und ihr Mosaik, erläutert vom Domcapitular v. Wilimowsky. I. u. II. Theil. Bonn 1864 u. 1865	Pag. 573
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------

C. Bauwissenschaften und Kunst-Analysen.

Die römische Villa zu Nennig und ihr Mosaik, erläutert vom Domcapitular v. Wilimowsky. I. u. II. Theil. Bonn 1864 u. 1865	Pag. 573
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------

D. Mittheilungen aus Vereinen.

Die römische Villa zu Nennig und ihr Mosaik, erläutert vom Domcapitular v. Wilimowsky. I. u. II. Theil. Bonn 1864 u. 1865	Pag. 573
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------