

Denkmal für Johann Heinrich Strack.

(Mit Zeichnung auf Blatt 42 im Atlas.)

Nach dem am 13. Juli 1880 erfolgten Hinscheiden des Geh. Ober-Hof-Bauraths Professor Joh. Heinr. Strack beschlossen Freunde, Schüler und Verehrer des Verewigten, über seinem Grabe auf dem Dorotheenstädtischen Kirchhofe in Berlin, in der Nähe der Grabstätten Schinkels und Stülers, ein Denkmal zu errichten. Der Berliner Architekten-Verein setzte den Gedanken in's Werk, indem er Beiträge sammelte und eine Anzahl seiner Mitglieder, welche dem Heimgegangenen nahe gestanden hatten, mit den erforderlichen Vorarbeiten betraute. Von der Aufstellung eines selbstständigen Entwurfs absehend, wählten diese aus den nachgelassenen Studien und Entwürfen des Meisters eine Skizze, welche als Grundlage für die Ausführung gedient und nur im Einzelnen eine etwas veränderte Ausbildung erfahren hat.

Die specielle Bearbeitung für die Ausführung übernahm der Neffe des Verstorbenen, Architekt H. Strack. Der mit dem Verewigten eng befreundet gewesene Bildhauer Professor Calandrelli fertigte die in Carraramarmor hergestellte

Büste, Bildhauer Noack die Modelle der Ornamente. Die Ausführung der Marmorarbeiten lag in den Händen der Firma M. L. Schleicher. Der Unterbau ward aus schlesischem Marmor, der Oberbau, in dessen innerer Rückwand eine Granitplatte eingelegt wurde, aus Carraramarmor hergestellt. Das den Grabhügel umfriedigende bronzirte Eisengußgitter wurde in der Wilhelmshütte zu Seesen gefertigt.

Unter Theilnahme von zahlreichen Mitgliedern des Architekten-Vereins, von Freunden und Verehrern des Verewigten fand am 13. Mai 1882 die Weihe des Denkmals statt. Gesänge des Domchors leiteten die Feier ein und beschlossen dieselbe. Der derzeitige Vorsitzende des Architekten-Vereins, Baurath Hobrecht, hielt die Weihrede, dem Andenken des im Grabe Ruhenden ergreifende Worte des Nachrufs widmend. Am Schluß übergab derselbe der anwesenden Wittve das Denkmal zu treuer Pflege, — für sie und die Ihrigen eine Stätte stiller Andacht, für die Freunde, Schüler und Verehrer ein Markstein des Gedenkens an den unvergesslichen Meister.

Der Hafen zu Pillau.

(Mit dem Situationsplan auf Blatt 43.)

Geschichtliches.

Das Pillauer Tief, welches gegenwärtig die einzige Wasserverbindung zwischen dem Frischen Haff und der Ostsee bildet, besteht seit mehr als 400 Jahren. Nach den in dem Handbuch der Wasserbaukunst von G. Hagen enthaltenen Mittheilungen über den Hafen zu Pillau fand die Abwässerung des Haffs, welches einen Flächeninhalt von etwa 870 qkm hat, früher Frauenburg gegenüber zwischen den auf der Frischen Nehrung gelegenen Ortschaften Vogler und Schmeergrube statt, von denen der letztere Ort verschwunden ist, und außerdem durch ein Tief bei Lochstedt. Im 14. Jahrhundert schlossen sich diese beiden Oeffnungen und bildete sich das sogenannte Balga'sche Tief, dem Dorfe Rosenberg gegenüber, etwa 4 km südlich von der auf der Nehrung befindlichen Ansiedelung, die jetzt noch den Namen „Alt Tief“ trägt. Dieses letztere, welches den Schiffen einen bequemen Zugang nach dem Haff gestattete, und den am Haff gelegenen Städten den directen Seehandel ermöglichte, erregte die Eifersucht der Danziger Kaufleute, und versenkten dieselben, um das Tief zu sperren, im Jahre 1456 hier mehrere Schiffe. Da der beabsichtigte Zweck dadurch nicht ganz erreicht wurde, so wiederholten sie dies im Jahre 1520, und schlossen das Tief überdies durch eine eingerammte Pfahlwand vollständig ab.

Nach einer in der Kirche zu Alt-Pillau enthaltenen Inschrift war im Jahre 1479 ein neues Tief hierselbst bereits durchgebrochen, welches sich in Folge der Schließung des Balgaschen Tiefs mehr und mehr ausbildete.

In dem etwa 2 km von dem Tief entfernt liegenden Dorf „Pillaw“ (dem heutigen Alt-Pillau) wurde bald nach dem erfolgten Durchbruch eine Zollhebestelle, die sogenannte „Pfundbude“, und ein Pilotenhaus errichtet. Zur Aufbewahrung der Tonnen, durch welche die Lootsen das Fahrwasser zu bezeichnen hatten, war dicht neben dem Tief „auf dem Haken“ ein „Tunnenhaus“ erbaut, dem sich bald andere Niederlassungen von Fischern anschlossen. Zum Schutz der Einfahrt gegen feindliche Schiffe wurde im Anfang des 17. Jahrhunderts auf dem Haken eine Schanze aufgeworfen, die von den Schweden, welche dieselbe von 1626 bis 1636 besetzt hielten, erweitert und nach dem Abzuge der Schweden von den Preußen noch mehr ausgebaut und befestigt wurde. Im Jahre 1636 wurde auf dem Haken eine Lizenzkammer errichtet, in der nunmehr die Schiffsabgaben erhoben wurden, und im Jahre 1657 auch die Lootsenstation hierher verlegt. Die günstige Lage neben dem Tief veranlaßte ein rasches Wachsthum der Ansiedelungen, und wurde der Ortschaft, die sich hier bildete, und auf die der Name „Pillau“ übergegangen war, in dem Jahre 1725 von dem König Friedrich Wilhelm I die Stadtgerechtigkeit verliehen.

Die geringe Breite der Landzunge, auf der Pillau erbaut war, und deren Mitte überdies durch die Festungswerke eingenommen wurde, gestattete nicht, daß sich Pillau zu einer größeren Stadt ausbildete, und daß dem Handel von Königsberg und den anderen Haffstädten hier eine wesentliche Concurrenz erwachsen konnte. Um indessen

jede Concurrenz abzuschneiden, wurden durch eine Verordnung vom Jahre 1718 den Bewohnern von Pillau selbstständige Handelsgeschäfte untersagt, und ihnen nur Speditionsgeschäfte und Rhederei gestattet.

Die einkommenden Schiffe hielten sich bei Pillau gewöhnlich nur so lange auf, bis sie von der Zollbehörde abgefertigt waren, und setzten dann ihre Reise nach Königsberg oder den andern am Haff gelegenen Handelsplätzen fort. Nur Schiffe, die zu Winter-Anfang eintrafen, wenn das Haff sich bereits mit Eis bedeckt hatte, waren gezwungen, bei Pillau liegen zu bleiben, wo sie an dem südöstlichen Ufer, dem gegenüber zwei inselartige Sandbänke, die sogenannten „Maulschellen“ lagen, nothdürftigen Schutz fanden. Im Laufe der Zeit wurden diese Sandbänke durch die Wellen abgespült, so daß auch dieser Schutz aufhörte, und die hier liegenden Schiffe oft den größten Gefahren ausgesetzt waren. Um diesem Mangel abzuweichen wurde im Jahre 1683 ein Liegehafen der sogenannte „Graben“ ausgehoben. Zum Schutz der Hafenmündung und zum Schutz der Schiffe, welche während des Winters in diesem beschränkten Hafen nicht mehr Platz fanden und daher außerhalb desselben liegen bleiben mußten, wurde ferner im Jahre 1709 dem südöstlichen Ufer gegenüber eine Reihe von Eisbrechern errichtet. Letztere erfüllten ihren Zweck nur in höchst unvollkommener Weise, da sie den großen aus dem Haff antreibenden Eisschollen nicht sicher widerstehen konnten und durch dieselben häufig umgebrochen wurden. Ein besserer Schutz wurde durch einen aus Steinkisten gebildeten und mit Sand hinterschütteten etwa 340 m langen Damm geschaffen, den die Russen an Stelle der alten Eisbrecher in den Jahren 1759 und 1760 erbauten, um ihre Kriegsschiffe, die sie während des siebenjährigen Krieges hier im Winter sammelten, und für welche der Graben nicht ausreichte, gegen Wellen und Eis zu sichern. Dieser Damm wurde später durch Bohlwerke und Anschüttungen zu der Insel erweitert, die jetzt der Stadt Pillau gegenüber liegt, und nach den ersten Anfängen, denen sie ihre Entstehung verdankte, den Namen „Russischer Damm“ beibehalten hat.

Der Pillauer Hafen wurde von dem Staate verwaltet. Die Schiffsabgaben flossen in die Staatskasse, und wurden aus derselben die Hafenunterhaltungskosten und die im Interesse der Schifffahrt erforderlichen Ausgaben bestritten. Im Anfange dieses Jahrhunderts betrug die jährlichen Ausgaben, welche indessen nicht nur die Erhaltung der Wassertiefe im Tief und Hafen und die Uferbefestigungen etc. bei Pillau, sondern auch die Kosten für den Lootsendienst, die Unterhaltung der Seeufer bei Brüsterort und Pillau, die umfangreichen Baggerungen an der Pregel-mündung und die Unterhaltung des Treideldammes längs des Pregels bei Königsberg und endlich nicht unerhebliche Schiffsbauprämien, welche an Königsberger und Pillauer Rheder gezahlt wurden, umfaßten, nur 15000 bis 16000 Thaler. Die Einnahmen ergaben einen etwas höheren Ertrag. Die Arbeiten beschränkten sich auf das Allernothwendigste, und wurde über ungenügende Wassertiefe und über den Mangel an bequemen Hafeneinrichtungen vielfache Klage geführt. Da nun die Staatsregierung wegen der traurigen politischen Verhältnisse damals nicht in der Lage war, für die Verbesserung der Häfen Opfer zu bringen, so erbot sich die Königsberger Kaufmannschaft, welche an der Instandhaltung

und Verbesserung des Pillauer Hafens das allergrößte Interesse hatte, die Verwaltung des Hafens zu übernehmen. Auf diesen Antrag wurde eingegangen, und trat die Kaufmannschaft am 1. Juni 1810 in die Verwaltung des Hafens ein. Die hierüber am 14. Januar 1811 von den Commissarien der Königlichen Ostpreussischen Regierung und den Deputirten des Comitees der Kaufmannschaft zu Königsberg aufgenommene Urkunde erhielt unter dem 31. Januar 1812 die Allerhöchste Bestätigung. Um reichere Mittel auf die Verbesserung des Hafens verwenden zu können, war der Kaufmannschaft auf ihren eigenen Antrag in dieser Urkunde das Recht zugestanden, an Stelle der bisherigen verhältnißmäßig niedrigen Schiffsgefälle wesentlich höhere Abgaben zu erheben.

Außer dem Aufschwung, den der überseeische Handel in der darauf folgenden Zeit nahm, bewirkte auch die Erhöhung der Tarife eine merkbare Steigerung der Einnahmen, die den Bestimmungen der Urkunde entsprechend nach Abzug der Verwaltungskosten ohne jede weitere Kürzung auf die Unterhaltung und Erweiterung der Schifffahrtsanlagen verwandt wurden. Nach einer für die Jahre 1810 bis incl. 1823 aufgestellten Nachweisung waren in dieser Zeit bei den Schifffahrtskassen in Pillau und Königsberg zusammen rot. 680000 Thaler, demnach pro Jahr durchschnittlich rot. 50000 Thaler erhoben und zu Schifffahrtzwecken verwandt, also über das Dreifache der Beträge, die in den vorhergehenden Jahren zu dem gleichen Zwecke ausgegeben waren. In den Jahren 1860 bis 1862 hatten sich die Einnahmen und Ausgaben auf durchschnittlich 120000 Thaler jährlich erhöht.

Unter der Verwaltung der Kaufmannschaft ist für die Erleichterung und Sicherung der Schifffahrt sehr viel geschehen. Der bereits unter der Staatsverwaltung begonnene Bau des Leuchthurmes zu Pillau wurde weiter geführt, und am 8. Februar 1813, an dem Tage, an dem die Franzosen aus Pillau abzogen, das Feuer auf demselben angezündet. Die Wassertiefe in dem Seegatt, welche nur vorübergehend in Folge ungewöhnlich starker Abwässerung eine größere Tiefe als 3 m gehabt hatte, wurde durch Befestigung der Ufer und durch den Bau von Molen, deren Wirkung durch Dampf-bagger unterstützt wurde, auf 4,5 m erhöht; ebenso wurde die Schifffahrtsrinne durch das Haff von Pillau bis zur Pregel-Mündung, die auf längere Strecken nur eine Tiefe von 2,5 m hatte, durchweg auf 3,8 m vertieft, und zur besseren Leitung des Stromes an der Mündung des Pregels eine 350 m lange Mole erbaut.

Da die Tiefe im Seegatt auch nach der durch die Molenbauten und Baggerungen herbeigeführten Vertiefung nur etwa 4,5 m betrug, so konnten die größeren Schiffe nicht mit voller Ladung bis zum Pillauer Hafen gelangen, sondern mußten einen Theil ihrer Ladung auf der offenen und ungeschützten Rhede in Lichterfahrzeuge überladen und ebenso bei dem Ausgehen den Rest der Ladung auf der Rhede einnehmen. Im Frühjahr 1855 trat hierin eine unerwartet günstige Aenderung ein. In den letzten Tagen des Monats März des genannten Jahres brachen in Folge einer Eisstopfung die Weichseldeiche bei Gr. Montau und Clossowo, und ergoß sich nun die gesammte Wassermasse der Weichsel über die Niederung und durch die Nogat in das Frische Haff und durch das Pillauer Tief in die Ostsee.

Durch die starke Strömung, die sich hierbei einstellte, wurde die Barre, die vor dem Tief lag, fortgerissen, und bildete sich von dem Haff bis in die offene See eine breite Rinne von über 7,5 m Tiefe aus. In Folge dieses Ereignisses trat Pillau in die Reihe der großen Seehäfen, und konnten nunmehr auch die größten Schiffe, welche in der Ostsee verkehren, ohne zu leichtern, in den Hafen einlaufen.

Diese günstige Aenderung in den Tiefenverhältnissen steigerte aber auch die Ansprüche, welche im Interesse der Schifffahrt und des Handels gemacht wurden, namentlich steigerte sich das Bedürfnis, die Haffrinne von Pillau nach Königsberg zu vertiefen, damit die größeren Schiffe ohne abzuleichtern bis Königsberg hinauffahren konnten. Hierzu waren sehr bedeutende Baggerungen erforderlich, für welche die vorhandenen Maschinen nicht ausreichten, und deshalb neue Dampfbagger und Bugsirdampfschiffe beschafft werden mußten. Die Molen, auf deren Unterhaltung man seit der im Jahre 1855 eingetretenen Vertiefung des Seegattes weniger Sorgfalt und Mittel verwandt hatte, erforderten jetzt größere und kostspielige Reparaturen, und wurde namentlich auch eine Verlängerung der Südermole nothwendig; endlich war es geboten, Pillau, den Vorhafen der Stadt Königsberg, mit Königsberg durch eine Chaussee zu verbinden, zu der von der Hafenverwaltung ein namhafter Beitrag verlangt wurde. Zur Deckung der Kosten für diese außerordentlichen Arbeiten reichten die laufenden Einnahmen aus den Schifffahrtsabgaben nicht aus, und sah sich die Kaufmannschaft deshalb gezwungen, für die Beschaffung der Bagger, die Verlängerung der Südermole und für den Beitrag zu dem Chausseebau eine verzinsliche Anleihe aufzunehmen. Durch Allerhöchsten Erlaß vom 6. November 1858 wurde die nachgesuchte Ermächtigung zur Aufnahme einer Anleihe bis zum Betrage von 200000 Thalern ertheilt, und wurden auf Grund dieses Privilegiums bis zum Jahre 1863 Obligationen in der Höhe von zwei Drittel des genannten Betrages emittirt.

Wenn durch diese Anleihe nun auch die Möglichkeit geboten war, die bezeichneten Beschaffungen und Ausführungen in Angriff zu nehmen, so wurden die finanziellen Verhältnisse hierdurch doch nicht dauernd gebessert, da die Verzinsung und Amortisation der Obligationen mit aus den laufenden Einnahmen erfolgen mußte, wodurch die Mittel für die ordnungsmäßige Unterhaltung und Ausbildung der Hafenanlagen eine weitere Beschränkung erlitten. Ohne daß anderweite Neubauten in Angriff genommen wurden, ergab sich für die drei Jahre 1861 bis 1863 ein Deficit von rot. 60000 Thalern, zu dessen Deckung Mittel nicht vorhanden waren, da der Rest der noch nicht ausgegebenen Anleihe, die für ganz bestimmte Zwecke bewilligt war, hierzu nicht verwandt werden durfte.

Diese Schwierigkeiten wurden noch dadurch erhöht, daß weitere Verbesserungen des Hafens zur Sicherung der Schiffe dringend nothwendig waren. Namentlich gehörte hierzu die Herstellung eines Verbindungsdammes von dem Russischen Damm nach dem Ufer bei Alt-Pillau, um den Binnenhafen auf der Ostseite abzuschließen und die Durchströmung des Hafens, die bei stärkerer Abwässerung sowohl die Hafengebölwerke wie auch die hier liegenden Schiffe oft in hohem Maasse gefährdete, zu verhindern. Der in der Ausführung

begriffene Bau der Ostpreussischen Südbahn, die bis an den Pillauer Hafen verlängert werden sollte, stellte gleichfalls umfangreiche und kostspielige Neu- und Umbauten in Aussicht, welche aus dem Säckel der Hafenverwaltung bestritten werden mußten. Hierzu kam, daß eine Ermäßigung der Schifffahrtsabgaben dringend nothwendig schien, da dieselben beim Ein- und Ausgange der Schiffe per Schiffslast 1 Thlr. 11 Sgr. betragen, und jetzt für Pillau weit höher waren, als für die übrigen unter der Verwaltung des Staates stehenden Ostseehäfen, in denen die Abgaben im Laufe der Zeit eine wesentliche Herabminderung erfahren hatten. Als nun im December 1863 bei einem Orkan die Molen so erhebliche Beschädigungen erlitten, daß unaufschiebliche und sehr kostspielige Reparaturen schleunigst ausgeführt werden mußten, und ein Antrag auf Bewilligung eines einmaligen Staatszuschusses von 150000 Thlr. abgelehnt wurde, da erklärte die Kaufmannschaft, unter den obwaltenden Umständen die Verwaltung des Hafens nicht weiter führen zu können und dieselbe wieder an den Staat abtreten zu müssen.

Maafsgebend für diesen Entschluß war wohl die Thatsache, daß auf die sämmtlichen unter Staatsverwaltung stehenden Häfen erheblich größere Summen verwandt wurden, als die Einnahmen aus den betreffenden Schifffahrtsabgaben betragen, und hoffte man, daß dies bei Pillau auch der Fall sein würde, sobald der Staat die Verwaltung wieder übernommen hätte. Im Monat Mai 1864 fand die Uebergabe statt, und befindet sich seitdem die Verwaltung des Hafens wieder im ausschließlichen Besitz des Staates.

Wenn schon früher der Pillauer Hafen für den Verkehr nicht genügte und zu berechtigten Klagen Veranlassung gab, so trat das Bedürfnis einer Erweiterung und Verbesserung der Hafenanlagen mit noch größerer Entschiedenheit nach der am 11. September 1865 erfolgten Eröffnung der Ostpreussischen Südbahn zwischen Königsberg und Pillau hervor, und noch mehr seit dem Jahre 1870, als der Königsberger Handel einen Aufschwung nahm, der alle bisherigen Hoffnungen und Erwartungen weit überstieg.

Die wesentlichsten Mängel des Pillauer Hafens waren folgende:

Die Tiefe im Seegatt, welche im Jahre 1855 über 7,5 m betragen hatte, war allmählig zurückgegangen und betrug im Jahre 1870 nur noch 5,5 m. Durch starke Nordwestwinde wurde die Fahrrinne bisweilen der Art verflacht, daß größere Schiffe nicht passiren konnten, und währte es dann oft mehrere Tage, bis der ausgehende Strom unterstützt durch Baggerungen ein genügend tiefes Gatt wieder ausbildete.

Der Hafen bot für einen größeren Verkehr nicht Raum genug, und dies um so mehr, als ein großer Theil des Hafens durch die fiscalischen Bagger und Dampfschiffe etc. in Anspruch genommen wurde, und die größeren Schiffe, die wegen der beschränkten Tiefe in den Haffrinnen nicht mit voller Ladung nach Königsberg hinaufgehen konnten, in Pillau einen großen Theil ihrer Ladung in Lichterfahrzeuge (Bordinge) überladen mußten.

Ein geeigneter Ballastplatz war nicht vorhanden, und mußte der Ballast auf die Uferstraßen ausgeworfen und von hier abgefahren werden.

Für Absonderung der Petroleumschiffe war in Pillau keine Gelegenheit, sondern es lagen dieselben mitten unter

den anderen Schiffen und löschten hier ihre Ladung. Um den hieraus entstehenden Gefahren so viel wie möglich vorzubeugen, war angeordnet, daß, so lange sich ein Petroleumschiff im Hafen befand, eines der fiscalischen Bugsirboote stets Dampf halten mußte, um bei etwa eintretendem Brande das Petroleumschiff sofort nach dem Haff oder nach See hinausbugsiren zu können.

Die Verbindung der Eisenbahn mit dem Hafen war eine höchst mangelhafte. Die Möglichkeit einer zweckmäßigen Entwicklung der Hafengeleise schien dadurch geradezu ausgeschlossen, daß dicht neben dem Graben ein Festungswerk, die sogenannte „Hafenschanze“ lag, und auch das östlich daranstoßende Terrain in großer Ausdehnung der Militärverwaltung gehörte. Hier wurde indessen in dankenswerther Weise Hilfe geschaffen, indem durch Allerhöchsten Erlaß vom 19. Juni 1869 die Genehmigung erteilt wurde, die Hafenschanze zur Erweiterung der Lagerräume, Schiffs-Liege- und Ladeplätze gegen eine Entschädigung von 20000 Thalern einzuebnen, und durch einen weiteren Allerhöchsten Erlaß vom Jahre 1872 auch die Abtretung der östlich von der Hafenschanze gelegenen militairfiscalischen Grundstücke gegen eine Entschädigung von 60000 Thalern angeordnet wurde. Der größte Theil der genannten Entschädigungssummen wurde aus den Hafenbaufonds bestritten, doch gab auch die Ostpreussische Südbahn und die Königsberger Kaufmannschaft hierzu einen nicht unerheblichen Beitrag. Das ganze hierdurch gewonnene Terrain wurde zur Erweiterung des Bahnhofs und der Hafengeleise verwandt.

In einer Conferenz, die im Jahre 1872 von Commissarien aller beteiligten Behörden und Vertretern der Königsberger Kaufmannschaft in Pillau abgehalten wurde, stellte man die Grundzüge für die nöthigen Erweiterungsbauten fest. Dieselben fanden die höhere Genehmigung, und wurde bei der günstigen Finanzlage, deren sich damals der Preussische Staat erfreute, auch mit der Ausführung sofort begonnen.

Für den Gesetzentwurf vom 29. October 1877, betreffend die Aufnahme einer Anleihe für Staatsbauten, wurden die sämtlichen Kosten berechnet, welche die Beendigung der in Aussicht und zum Theil bereits in Angriff genommenen Bauten erforderten, und abzüglich der bereits früher bewilligten Summe von 746387 *M.* auf 7400000 *M.* festgestellt. Wenn nun auch dieses Anleihegesetz nicht zu Stande gekommen ist, so wurde doch von den gesetzgebenden Factoren die Nothwendigkeit der für den Pillauer Hafen projectirten Bauten anerkannt, und sind seit dem Etatsjahr 1878/79 bis jetzt jährlich etwa 1 Million Mark ratenweise hierfür zur Disposition gestellt und auch verwendet worden.

Die einzelnen Ausführungen sollen nachstehend näher besprochen werden.

Seetief und Seegatt.

So lange die Ufer des Tiefs unbefestigt waren, war dasselbe erheblichen Aenderungen unterworfen, indem die Ufer bald durch Strömung und Wellenschlag abgebrochen, bald durch angetriebene Sandmassen wieder vorgeschoben wurden. Auf der Pillauer Seite wurde das Ufer zum Schutz des hier errichteten Castells und der Ansiedelungen bereits im 17. Jahrhundert befestigt. Auf der Nehrungsseite fand die erste Befestigung, soweit die historischen Nachrichten

reichen, im Jahr 1767 statt, und zwar wurde hier ein 400 m langer Damm aus Steinkisten erbaut, welcher an der Haffseite ein Uferdeckwerk bildete, dann aber in nordwestlicher Richtung als Mole weiter geführt war. Im folgenden Jahre wurde diese Mole, durch die ein schnelles Vorrücken des seeseitigen Strandes veranlaßt war, um rot. 100 m verlängert. Während der nächsten 50 Jahre kamen weitere Arbeiten hier nicht zur Ausführung. Im Jahre 1816 wurde zunächst der bereits sehr in Verfall gerathene Damm wieder hergestellt, und dann bis zum Jahre 1846 die Mole streckenweise verlängert, wie es auf dem beiliegenden Plan durch die eingeschriebenen Jahreszahlen angegeben ist. Um den von dem nördlichen Strande antreibenden Sand von dem Tief abzuhalten, erbaute man in den Jahren 1840 bis 1843 die Nordermole in einer Länge von rot. 1000 m. Das äußerste Ende derselben wurde durch die Wellen zerstört, und im Jahre 1855 etwa 100 m rückwärts von dem im Jahre 1843 erbauten Kopf ein neuer Kopf hergestellt. Bei den seit dem Jahre 1816 ausgeführten Bauten hatte man den Kern der Molen aus Sinkstücken construiert und die Krone und die flachen Dossirungen mit schweren Granitsteinen abgedeckt.

Im Jahre 1830 war die Breite, welche das Tief zwischen den Molen beziehungsweise den festen Ufern behalten sollte, auf 440 m (170 Ruthen) normirt, da die vorhandenen Strömungen erfahrungsmäßig genügten, das Tief in dieser Breite gehörig zu räumen und tief zu erhalten.

Den Hauptzufluß zu dem Frischen Haff bildet die Nogat, durch welche früher etwa zwei Drittel der ungetheilten Weichsel abfloß. Durch die im Herbst 1853 ausgeführte Coupirung der Nogat an der Montauer Spitze und durch die Eröffnung des Pieckeler Canals sind die Abflußverhältnisse dahin geändert, daß jetzt nur etwa ein Drittel des ungetheilten Weichselwassers durch die Nogat in das Haff und durch das Pillauer Tief in die Ostsee strömt. Diese Verminderung der Ausströmung hatte zur Folge, daß sich neben das Nehrungsufer und die Südermole eine Sandbank legte, die sich allmählig vergrößerte und das geschlossene Profil des Tiefs nach und nach um den siebenten Theil seiner früheren Größe verkleinerte. Diese Sandbank ist bis in die neueste Zeit mit geringen Schwankungen noch stetig gewachsen, so daß ein Gleichgewichtszustand, wie er vor der Coupirung der Nogat bestand, noch nicht eingetreten zu sein scheint, und eine weitere Verminderung des Profils zu erwarten ist.

Das Tief selbst ist hierdurch allerdings noch nicht gefährdet, da man im Stande ist, hier die für die Schifffahrt erforderliche Tiefe in der gehörigen Breite durch Baggerung zu erhalten.

Bedenklicher ist dieser Verlust an ausgehender Strömung für das Seegatt, da die Baggerungen in der offenen See nur bei stillem Wetter ausgeführt werden können. Soll die Tiefe hier nicht verloren gehen, so muß dafür gesorgt werden, daß der ausgehende Strom zusammengehalten und für die Spülung des Seegatts in möglichst vollkommener Weise nutzbar gemacht wird. Dieses kann nur dadurch erreicht werden, daß der Strömung durch die Molen eine ganz bestimmte Richtung angewiesen wird, so daß sie stets auf eine bestimmte Stelle trifft und hier eine tiefere Rinne (das Seegatt) offen hält. Bei der unregelmäßigen Gestalt, welche die Ufer und Molen haben, und welche Veranlassung gaben,

daß namentlich die an dem Pillauer Ufer entlang gehende Strömung die Richtung, welche das Ufer von der Stadt bis zur Winkbake hat, beibehielt, und das Tief schräg bis zum Kopfe der bisherigen Südermole durchschnitt, machte eine Verlängerung der Südermole nothwendig, auch mußte die Nordermole um die Länge, die sie in den Jahren 1843 bis 1855 verloren hatte, wieder verlängert und ihr dabei, um die Strömung noch sicherer zu leiten, eine geringe Biegung nach Westen gegeben werden.

Diese Verlängerungen sind im Unterbau und größtentheils auch im Oberbau vollendet. Die Molen sind in der Art construirt, daß zwischen verankerte Pfahlwände Steine geschüttet sind, die, sobald die Steine sich unter Einwirkung der Wellen gehörig gesetzt haben, durch zusammenhängendes Mauerwerk übermauert werden. Die Krone der Mole liegt 3,1 m über dem mittleren Wasserstand. In etwa 1,5 m Entfernung von der seeseitigen Kante ist auf der Nordermole eine Brüstungsmauer erbaut, die auch bei stärkerem Seegange die Passage über die Mole ermöglicht. Die lichte Entfernung der beiden Molenköpfe von einander beträgt 361,6 m. Dieselbe ist danach bemessen, daß das benetzte Profil in der Oeffnung bei einer durchschnittlichen Wassertiefe von nahezu 8 m dieselbe Größe hat, wie gegenwärtig das kleinste Profil in dem Tief zwischen den Ufern. Sollte in dem Tief eine weitere Verflachung und demnach eine Verminderung des Profils eintreten, dann muß eventuell die Mündung noch etwas beschränkt werden.

Durch die ausgeführte Verlängerung der Südermole und die Einschränkung der Mündung hat die ausgehende Strömung bereits eine weit regelmäßigere Leitung erhalten, als bisher. Immerhin giebt die mehrfach gebrochene Linie des nördlichen Ufers zu Unregelmäßigkeiten Veranlassung, und würde durch Beseitigung dieser Krümmungen ohne Zweifel eine wesentliche Verbesserung herbeigeführt werden. Bestimmte Projecte sind hierfür noch nicht aufgestellt.

Zur Unterstützung der ausgehenden Strömung wurden in dem Seegatt nach Bedürfnis und soweit die Witterung es gestattete, Baggerungen ausgeführt.

Von 1846 bis 1854 sind jährlich im Durchschnitt 23000 cbm gebaggert worden. Von 1855, wo das Seegatt in Folge des Weicheldurchbruchs eine übermäßige Tiefe erhalten hatte und die Barre vollständig verschwunden war, bis 1862 waren Baggerungen nicht erforderlich. Von 1863 bis 1870 wurden im Durchschnitt jährlich 7000 cbm, von 1871 bis 1876 durchschnittlich 20000 cbm und von 1877 bis incl. 1881 jährlich im Durchschnitt 18300 cbm gebaggert.

Seitdem die Südermole verlängert und zum Theil bereits übermauert ist, hat die Stadt Pillau durch dieselbe einen wesentlichen Schutz gewonnen, indem die Wellen in dem Tief, selbst bei den stärksten westlichen und nordwestlichen Stürmen jetzt nicht mehr eine so bedeutende Höhe erreichen, daß die Uferstraßen überspült werden, was früher wiederholentlich vorgekommen ist. —

Das seeseitige Nehrungsufer hat neben der Wurzel der Südermole durch die Wellen mehrfach Abbruch erlitten. Zur Verhinderung weiteren Abbruches sind, zum Theil auf gemeinschaftliche Kosten der Hafenuverwaltung und der Fortification, hier Buhnen und Uferdeckwerke ausgeführt worden. Für die Offenhaltung des Seegattes ist es als vortheilhaft zu bezeichnen, daß die starke Anlandung, die bis

vor nicht langer Zeit hier continuirlich stattfand, aufgehört hat.

Der Hafen.

Den eigentlichen Hafen bildete bisher der sogenannte Graben und die Wasserfläche zwischen dem Pillauer Ufer und dem Russischen Damme. Durch den im Jahre 1864 ausgeführten Abschlußdamm erhielt der Hafen eine Erweiterung bis an das Alt-Pillauer Ufer, die indessen für die Seeschiffe zunächst nicht benutzbar war, da die Wassertiefe hier nur 1 bis 2 m betrug.

Das Ufer bei Pillau, und zwar von dem Lootsenbootshafen längs des Tiefs bis an die Hafemündung und von hier bis zum Graben sowie das südliche Ufer des Grabens ist durch ein Bohlwerk geschützt, das nördliche Ufer des Grabens dagegen auf 272 m Länge durch eine Quaimauer. Von der Mündung des Grabens bis zu dem festen Krahen besteht die Uferbefestigung gleichfalls aus einer massiven Quaimauer, die eine Länge von 348 m hat. Daran schließt sich ein dossirtes Steinrevetement von 145 m Länge, welches sich gegen eine verankerte Spundwand lehnt, und folgt demnach ein 798 m langes Bohlwerk, welches bis an das östliche Ende des Bahnhofsterrains geht. Die Oberkante dieser Uferbefestigung liegt ebenso wie das Bahnplanum 2 m über Mittelwasser.

Da der Hafen für einen lebhaften Schiffsverkehr nicht ausreicht, und namentlich für das Ueberladen der Waaren in die Lichterfahrzeuge keinen genügenden Raum gewährt, so ist nunmehr, wie der beigefügte Situationsplan zeigt, vor der Mündung des alten Hafens ein geräumiger Vorhafen angelegt, der eine Größe von rot. 26 ha hat. Südlich schließt sich an denselben ein Petroleumhafen von rot. 4 ha. Letzterer steht mit dem Vorhafen durch eine Oeffnung in Verbindung, die durch ein eisernes Ponton abgeschlossen werden kann. Damit bei eintretendem Brande nicht sämtliche in dem Petroleumhafen liegende Schiffe rettungslos verloren sind, ist noch eine zweite Mündung angeordnet, die stets geöffnet bleibt, und durch welche entweder das brennende Schiff, oder wenn sich dasselbe in dem hintersten Theile des Petroleumhafens befindet, die übrigen Schiffe nach dem Haff hinausgeschleppt werden können.

Der Vorhafendamm, sowie der Damm, welcher den Petroleumhafen nach dem Haff abschließt, ist auf der inneren Seite durch eine steile rückwärts verankerte Pfahlwand begrenzt, auf der Haffseite dagegen, um dem Angriff der großen Eisschollen zu begegnen, durch eine Steinschüttung gebildet, deren einfüßige bis zu dem höchsten Wasserstande hinaufreichende Dossirung mit besonders schweren Steinen abgedeckt ist. Auf der Binnenseite des Petroleumhafens sind die Verankerungen der Pfahlwände so tief angeordnet, daß dieselben, wenn selbst bei niedrigstem Wasserstande hier ein Brand entstehen sollte, durch das Feuer nicht angegriffen und beschädigt werden können. Ueber Wasser ist eine Steindossirung ausgeführt, die durch hölzerne Ladebrücken überbaut ist. Werden letztere durch Feuer zerstört, so können sie ohne übermäßige Kosten wieder hergestellt werden.

Die Mündung des Vorhafens ist so gewählt, daß sowohl die von der See wie auch die vom Haff kommenden Schiffe möglichst bequem in den Vorhafen und in den inneren Hafen hineinsegeln können. Für die Mündung ist vorläufig

eine lichte Weite von 100 m angenommen. Sollten bei dieser Weite die bei nordwestlichen Stürmen von der See einlaufenden Wellen noch eine zu große Bewegung in dem Vorhafen veranlassen, so wird eventuell auf eine mäfsige Einengung der Mündung Bedacht zu nehmen sein.

Bestimmung kann hierüber erst getroffen werden, nachdem auch der Damm, der sich nördlich von der Mündung an das Pillauer Ufer anschliesst, hergestellt sein wird.

Nachdem die Hafendämme projectmäfsig ausgeführt sind, wird auch der Flügeldamm an der Südwestspitze des Russischen Dammes abgebrochen werden, damit die großen Dampfschiffe bequemer in den Binnenhafen einlaufen können.

Nach Verlegung des Bauhofes an die Südseite des Russischen Dammes, wovon unten eingehend die Rede sein wird, ist das hafenseitige Ufer des Russischen Dammes soweit zurückgezogen, dafs der Binnenhafen durchweg eine Minimalbreite von 70 m erhalten hat. Das neue Ufer ist durch eine verankerte Spundwand befestigt, gegen welche sich eine gepflasterte Dossirung setzt, deren Oberkante 1,5 m über Mittelwasser liegt.

Ueber den Zwickel zwischen dem Pillauer Ufer und dem nördlichen Abschlußdamm ist noch nicht disponirt. Vorläufig wird derselbe von kleineren Schiffen und den zum Lootsendienst gehörigen Fahrzeugen als Liegehafen benutzt werden können. Eine theilweise Ausfüllung desselben ist in Aussicht genommen.

Um den Petroleum- und den Vorhafen mit der Eisenbahn in Verbindung setzen zu können, mußte der nach Alt-Pillau führende Verbindungsdamm verlegt werden, so dafs die Curven angemessene Radien erhielten. Der für ein Eisenbahngleise angelegte Damm hat auf der Hafenseite ein 2 m breites Bankett erhalten, wodurch für die auf dem Russischen Damm beschäftigten Arbeiter die Möglichkeit geschaffen ist, auf einem sicheren und bequemen Wege zu ihren grofsentheils in Alt-Pillau befindlichen Wohnungen zu gelangen.

Von dem östlichen Ende des Bahnhofsterrains bis zu der Schiffswerft bei Alt-Pillau mußte der Eisenbahndamm gleichfalls durch das Wasser geschüttet werden. In der Mitte dieses Dammes ist eine 5 m breite Brücke angelegt, und dadurch die zwischen dem Damm und dem Alt-Pillauer Ufer verbliebene Wasserfläche als Liegehafen für die Alt-Pillauer Fischerboote nutzbar gemacht.

Der Petroleum- und der Vorhafen wird bis auf den hintersten, der Hafenbauverwaltung reservirten Theil auf 7 m ausgetieft. Zwischen dem Russischen Damm und dem Pillauer Ufer, sowie vor dem nordwestlichen Ufer des Hinterhafens, und zwar in einer Breite von 100 bis 130 m, ist ebenfalls eine Tiefe von 6,5 bis 7 m hergestellt. Eine gleiche Tiefe hat der Graben in der halben Breite neben dem nördlichen Ufer, an dem die großen Schiffe verkehren, erhalten, während von der Mitte bis zum südlichen Ufer, an dessen Bohlwerk nur kleinere Fahrzeuge anlegen, die durchschnittliche Tiefe nur 3 bis 4 m beträgt. Eine gleichfalls 3 bis 4 m tiefe und ca. 40 m breite gebaggerte Rinne führt zu der Schiffswerft von Alt-Pillau.

Die Schiffsbaustelle lag ursprünglich an dem hintersten Ende des Grabens. 1817 wurde sie an das Ufer nördlich von der Grabenmündung etwa der östlichen Spitze des Russischen Dammes gegenüber, und als sie nach Eröffnung der

Ostpreussischen Südbahn auch hier weichen mußte, nach Alt-Pillau verlegt. Unmittelbar neben derselben liegt der Kielgraben mit zwei Kielbänken.

Die jetzt durch Anschüttung gewonnene südwestliche Ecke des Russischen Dammes ist in der Ausdehnung von etwa 1 ha zum Ballastplatz bestimmt. Nördlich von demselben wird vor dem Ufer eine Moderbank angelegt, auf welche die Schiffe, die mit zu großer Fahrt in den Hafen hineinsegeln und nicht rechtzeitig abgestoppt werden können, aufgesetzt werden.

Zum Festlegen der Schiffe sind aufser den zahlreichen Anbindepfählen und Schiffsringen auf den Ufern und Dämmen in dem Hinterhafen eine erhebliche Anzahl von Duc d'Alben gerammt, die vorzugsweise von den hier überwinterten Schiffen und den Bordingen benutzt werden. Auch in dem Vorhafen sollen Duc d'Alben nach Bedürfnis angeordnet werden.

Die Eisenbahnanlagen.

Wie aus dem Plan ersichtlich ist, hat der Pillauer Bahnhof eine sehr bedeutende Ausdehnung gewonnen. Die hier liegenden Geleise haben gegenwärtig eine Gesamtlänge von 20750 m. Das Ufergeleise, welches ein directes Ueberladen aus den Schiffen in die Eisenbahnwagen gestattet, hat einschliesslich des auf der Nordseite des Grabens liegenden Geleises eine Länge von rot. 1,5 km. Bei starkem Winterverkehr müssen die Schiffe trotz dieser bedeutenden Uferlänge in zwei und selbst in drei Reihen neben einander liegen. Eine Erweiterung des Bahnhofs würde nur nach Alt-Pillau zu erfolgen können, wo auch durch das Ausschütten der hier noch befindlichen Wasserflächen etwas Terrain zu gewinnen ist. Durch Fortführen der Eisenbahn über den Verbindungsdamm nach dem Vor- und Petroleumhafen wird der Verkehr auf den Ufergeleisen des Hinterhafens entlastet werden. Sollte auch hierdurch das Bedürfnis noch nicht befriedigt werden, dann würden noch auf das westliche Ufer des Russischen Dammes Schienengeleise gelegt und an das Geleise des Verbindungsdammes angeschlossen werden können.

Zum Heben gröfserer untheilbarer Lasten ist im Jahre 1871 Seitens der Direction der Ostpreussischen Südbahn an dem Ufer des Binnenhafens ein Krahn von 400 Ctr. Tragfähigkeit errichtet.

Der Bauhof.

Nachdem die Schiffswerft im Jahre 1817 aus dem Graben entfernt war, wurde der hintere Theil desselben nebst den anstofsenden Ufern der Hafenbauverwaltung zum Unterbringen und zur Reparatur ihrer Fahrzeuge etc. überwiesen. Da dieser Platz sehr beschränkt und schwer zugänglich war, so wurde später auf der westlichen Seite des Russischen Dammes ein Bauhof mit den nöthigen Werkstätten und Magazinen eingerichtet, und wurden die der Hafenbauverwaltung gehörigen Bagger, Dampfschiffe, Prähme etc., soweit sie nicht in Betrieb sind, und behufs der Reparatur längs dieses Ufers stationirt. Im Jahre 1875 wurde hier ein eiserner Krahn von 150 Ctr. Tragfähigkeit aufgestellt. Im Laufe der Zeit ist die der Hafenbauverwaltung gehörige Flotte zu bedeutender Höhe angewachsen. Zu derselben gehören gegenwärtig:

	erbaut	von nom. Pferdekr.
der hölzerne Dampfbagger Adler	1834	85
„ „ „ Königsberg	1858	40
„ „ „ Hercules	1860	40
„ eiserne „ Ober-Präsident		
„ „ „ Eichmann	1863	26
„ „ „ Pillau	1874	40
„ „ „ Friederike (angekauft 1876)		6
eine Handbaggermaschine,		
das hölzerne Räderdampfschiff Pregel	1858	50
„ „ „ Pillau	1860	50
„ eiserne „ Ober-Präsident		
„ „ „ Eichmann	1864	36
„ „ „ von Horn	1875	75
„ „ Schraubendampfsch. von Schmeling	1878	14
die hölzerne Dampfbarkasse Motiv	1879	6
33 eiserne Baggerprähme,		
40 hölzerne Bagger-Ramm- und Arbeitsprähme und eine große Anzahl kleiner Boote.		

Diese Flotte nahm einen so großen Raum in Anspruch, daß hierdurch zeitweise und namentlich im Winter der Verkehr im Hafen erschwert und gestört wurde, und daß ein dringendes Bedürfnis vorlag, für diese Fahrzeuge anderweitige Liegeplätze zu beschaffen. Hierzu kam, daß der Bauhof nicht die Möglichkeit gewährte, Hellinge anzulegen, und daß das haffseitige Ufer des Russischen Damms, welches der Festungsbehörde gehört, und aushilfsweise zum Aufschleppen der Prähme benutzt wurde, von dem Bauhof zu weit entfernt lag und mit demselben auch nicht in bequemer Verbindung stand. Diesen vielfachen Uebelständen ist nunmehr dadurch abgeholfen, daß der Bauhof auf die südöstliche Seite des Russischen Damms an den Vorhafen verlegt ist.

Zunächst dem Ballastplatz ist der Magazinhof mit den nöthigen Schuppen angelegt, welche die Reparatur- und Betriebsmaterialien für die Bagger und Dampfschiffe enthalten. Auf der Rückseite des Magazinhofes befindet sich die Wohnung des Magazinverwalters und des Magazinwärters. Oestlich von dem Magazinhof liegt der Schuppen für die Utensilien und Ausrüstungsgegenstände, die für jeden Bagger und jedes Dampfschiff getrennt und in für sich abgeschlossenen Verschlügen aufbewahrt werden. An dem Ufer vor dem Utensilienschuppen ist der früher am alten Bauhof stehende Krahn aufgestellt. Hieran schließt sich der mit drei Gleitbahnen versehene Helling für die Bagger und Dampfschiffe und weiter an dem hintersten Ende des Vorhafens ein flachgeböschtes und gegen das Wasser leicht gedecktes Ufer zum Aufschleppen der Prähme und Boote. Hinter dem Helling liegt die geräumige Reparaturwerkstatt, welche in der nördlichen Hälfte die Schmiede mit 4 einfachen eisernen Wandfeuern, die nach Bedürfnis vermehrt werden können, ein offenes gemauertes Feuer für Blecharbeiten, eine Blechbiegemaschine, eine gußeiserne Richtplatte, eine Blechscheere und Lochmaschine und einen Dampfhammer von 300 kg Fallgewicht, in der südlichen Hälfte die nöthigen Feilbänke mit den Schraubstöcken,

drei Drehbänke von verschiedener Spindellänge, eine Hobelmaschine, eine Shapingmaschine und zwei Bohrmaschinen

enthält. In der Mitte des Gebäudes befindet sich die für den Betrieb erforderliche Dampfmaschine, der Ventilator und das Bureau für den Werkmeister. Zwischen der Reparaturwerkstatt und der Wohnung des Magazinverwalters liegt das Wohngebäude für den Obermaschinenmeister.

Etwa der Mündung des Grabens gegenüber befand sich auf dem Russischen Damme die Wohnung des Hafenbauinspectors. Das betreffende Gebäude war ursprünglich ein Baubureau für den Bau der Nordermole und wurde etwa im Jahre 1845 nach Beendigung dieses Baues nach dem Russischen Damm translocirt und durch Anbauten, die nach und nach ausgeführt wurden, in eine Dienstwohnung umgewandelt. Da diese Wohnung sehr feucht und vom Schwamm durchzogen war und bei der projectirten Erweiterung des Binnenhafens doch beseitigt werden mußte, so ist südlich von dem alten Gebäude, unfern von dem neuen Bauhof, ein neues Hafenbauinspectorsgebäude erbaut und im Herbst 1879 bezogen.

Die Haffrinnen.

Durch die eingehende Strömung wird von der Barre, die vor der Mündung des Tiefs liegt, Sand nach dem Haff zugeführt. Durch das Tief selbst wird der Sand hindurchgerissen; im Haff, wo die Geschwindigkeit der Strömung sich wegen der größeren Breite vermindert, schlägt der Sand sich nieder, und hat sich in Folge dessen hier eine ausgedehnte Untiefe, der sogenannte „Heerd“ gebildet. In der haffseitigen Verlängerung des Tiefs, wo die eingehende Strömung auf eine kurze Strecke die einmal angenommene Richtung beibehält, hat sich bis über den Russischen Damm hinaus in dem sogenannten „Kessel“ eine etwas größere Tiefe erhalten. Ebenso verblieb neben dem haffseitigen Ufer der Nehrung eine tiefere Rinne, die dadurch gebildet wurde, daß sich bei starker Abwässerung durch die Nogat hier eine wirksame ausgehende Strömung entlang zog, und einen Theil des von der See herein getriebenen Sandes wieder mit hinausführte. Aber auch in dieser Rinne konnte eine Wassertiefe von 2,5 bis 3 m nur durch Zuhilfenahme von Baggern erhalten werden. In dem Haff selbst ist bis östlich vom Peyser Haken in großer Breite eine Wassertiefe von über 4 m vorhanden. Von hier ab bis zur Pregel-mündung ermäßigt sich dieselbe erheblich.

Früher ging der Hauptarm des Pregels bei Haffstrom in das Frische Haff, und floß bei Holstein nur ein Nebenarm vorbei. Letzterer wurde in den Jahren 1737 und 1738 auf 2,5 m Tiefe ausgebaggert und auf dem rechten Ufer desselben ein 1560 m langer Treideldamm erbaut. Im Jahre 1749 wurde der Arm bei Haffstrom coupirt, so daß nunmehr das gesammte Pregelwasser durch den östlichen Arm ausströmen mußte. 1819 wurde als Fortsetzung des Treideldammes eine 350 m lange Mole erbaut, die Anfangs günstig auf die Vertiefung des Fahrwassers wirkte, aber doch nicht verhindern konnte, daß die Wassertiefe am Ende derselben bald wieder abnahm, so daß auch hier wiederholentlich Baggerungen ausgeführt werden mußten, um eine Tiefe von 2,5 m zu erhalten. Mit Hilfe eines Dampfbaggers, der

1835 in Thätigkeit gesetzt wurde, gelang es, die Tiefe in den beiden Baggerrinnen auf 3,1 m und Anfang der Sechziger Jahre, als noch zwei weitere Bagger beschafft waren, auf 3,6 m zu vermehren. Durch fortgesetzte Baggerungen ist jetzt eine durchgehende Tiefe von 3,8 m bis 4 m bei Mittelwasser, hergestellt.

Diese geringe Tiefe ist für den Handel in hohem Maasse störend und nachtheilig, da die tiefer gehenden Schiffe, wie bereits oben erwähnt wurde, nun gezwungen sind, in Pillau einen großen Theil ihrer Ladung in Lichterschiffe überzuladen, und ebenso müssen die ausgehenden Schiffe mit Bordingen im Schlepptau von Königsberg nach Pillau fahren und dort aus denselben ihre Ladung completiren. Die Unkosten, welche den Kaufleuten hieraus erwachsen, sind sehr bedeutend.

Nach einer im Jahre 1873 von der Königsberger Kaufmannschaft eingereichten Denkschrift betragen dieselben in den Jahren 1870 bis 1872 im Durchschnitt jährlich 166000 \mathcal{M} und nach späteren Angaben im Jahre 1878 sogar 250000 \mathcal{M} . Diese Summen umfassen nur die directen Lichterungskosten, während die anderen Verluste, die bei dem mehrfachen Umladen eintreten, und die nicht unbeträchtlich sein sollen, nicht berücksichtigt sind.

Bereits zu der Zeit, als der Pillauer Hafen noch unter der Verwaltung der Königsberger Kaufmannschaft stand, hatte man die Absicht, die Wasserstraße durch das Haff auf eine größere Tiefe zu bringen. Mittelst der drei vorhandenen Dampfbagger wurden in den Jahren 1861 und 1862 rot. 1300000 cbm Boden in der Königsberger Rinne gebaggert, und dadurch auf eine Länge von 14 km eine Tiefe von 5 m hergestellt. Wegen mangelnder Fonds und auch weil die Bagger zu den dringenden Verbesserungen und Erweiterungen des Pillauer Hafens gebraucht wurden, ist diese größere Vertiefung der Haffrinne später nicht fortgesetzt, sondern man hat sich darauf beschränkt, die Tiefe von 3,8 bis höchstens 4 m zu erhalten und zur Beseitigung einiger besonders unbequemer Krümmungen die Baggerrinne durch Abbagern der starken Convexen etwas zu begradigen. Um diese Tiefe zu erhalten, mußten in den letzten zwanzig Jahren im Durchschnitt jährlich rot. 100000 cbm Boden aus den beiden Rinnen ausgebagert werden.

Maafsgebend für die Sistirung der Vertiefungsarbeiten war auch der Umstand, daß die Länge der Baggerrinnen, sobald man eine größere, dem Bedürfnis entsprechende Tiefe darstellen wollte, sehr bedeutend zunahm, und daß es zweifelhaft schien, ob eine tiefere Rinne ohne unverhältnißmäßig ausgedehnte und kostspielige Unterhaltungsarbeiten offen gehalten werden könne.

Die Pillauer Baggerrinne hat eine Länge von 3 km und eine Breite von etwa 100 m, die Königsberger Rinne eine Länge von 15 km. Die zwischen den Enden der beiden Rinnen liegende Fahrt durch das Haff, in der die natürliche Tiefe 4 bis 5 m beträgt, und wo unter den jetzigen Verhältnissen Baggerungen nicht erforderlich sind, hat eine Länge von 18 km. Soll durchweg eine Tiefe von nur 5 m geschaffen werden, dann sind die Baggerungen durch das ganze Haff von der Pregelmündung bis Pillau, also auf eine Länge von 36 km auszudehnen.

Um über das Verhalten einer tieferen Rinne ein Urtheil zu gewinnen, sind in den Jahren 1874 bis 1876 zwei Ver-

suchsbaggerungen von je 200 m Länge, 150 m Breite und 5,3 m Tiefe ausgeführt. In der Königsberger Rinne wurden hierbei 68475 cbm und in der Pillauer Rinne 42400 cbm Boden ausgehoben. Die seit 1876 in diesen Versuchsstrecken sehr sorgfältig ausgeführten Peilungen ergaben eine jährliche Verschlickung von durchschnittlich 43 cbm pro lfd. Meter in der Königsberger Rinne und von 18 cbm pro lfd. Meter in der Pillauer Rinne. Wenn hieraus auch ein sicherer Maafsstab für die voraussichtliche Verflachung einer durch das ganze Haff gebaggerten tieferen Rinne nicht gewonnen ist, so zeigt diese Erfahrung doch, daß erhebliche Verschlickungen zu erwarten sind, deren Beseitigung jährlich sehr beträchtliche Geldmittel erfordern würde.

Da die Vertiefung der jetzt bestehenden Haffrinnen nicht das einzige Mittel bietet, um eine für tief gehende Schiffe genügende Wasserstraße zwischen Pillau und Königsberg zu schaffen, so ist von der Königsberger Kaufmannschaft, für die es zu einer Lebensfrage geworden ist, daß die großen Schiffe mit voller Ladung und ohne in Pillau abzuleichtern, bis Königsberg hinaufgehen können, im Februar 1879 eine Concurrenz zur Bearbeitung von Projecten für die Herstellung einer gesicherten 6 m tiefen Wasserstraße von Pillau nach Königsberg ausgeschrieben und für das beste Project ein Preis von 10000 \mathcal{M} , für das zweitbeste ein Preis von 5000 \mathcal{M} ausgesetzt. In Folge dieser Aufforderung sind zwölf Concurrenz-Projecte eingegangen, von denen einige eine Vertiefung der bestehenden Fahrinne, andere die Anlage eines durch Seitendämme eingefassten Canals an dem südlichen bzw. längs des nördlichen Haffufers in Aussicht nehmen. Die Anschlagssummen variiren zwischen 2700000 \mathcal{M} und 10173000 \mathcal{M} . Von dem aus drei hervorragenden Hydrotekten bestehenden Preisgericht ist der erste Preis einem Project für die Herstellung eines Canals längs des nördlichen Ufers und der zweite Preis einem Project für einen Canal an dem südlichen Haffufer zuerkannt. Seitens der Staatsregierung hat eine Prüfung der Projecte noch nicht stattgefunden.

Eisverhältnisse.

Durch Eis wird der Pillauer Hafen nur gesperrt, wenn bei intensivem Frost andauernder Ostwind herrscht. Da dann aber auch der Sund gewöhnlich zufriert, und der Schiffsverkehr aufhört, so erwächst für die Schifffahrt hieraus keine wesentliche Störung.

Bei nördlichen und westlichen Winden, die eingehenden Strom erzeugen, und das wärmere und salzhaltige Seewasser in das Haff hineintreiben, wird das Tief eisfrei, und schwimmen dann auch die Eisschollen, die, wenn sie eine größere Stärke erreicht haben, durch die Dampfschiffe oder event. durch Aufeisen gelöst und gebrochen werden müssen, aus dem Hafen in das Haff hinaus.

Das Offenhalten des Hafens von der Mündung bis zu dem fiscalischen Bauhof wird Seitens und auf Kosten der Hafensbau-Verwaltung besorgt. Das Aufbrechen des Eises bis zu den Lade- und Löschplätzen wird seit dem Jahre 1877 ebenfalls Seitens der Hafensbau-Verwaltung bewirkt, die Kosten hierfür werden aber von den Kaufleuten, in deren Interesse diese Arbeit ausgeführt wird, pro rata erstattet. Dieselben betragen:

im Winter 1877/78 =	1216,8	ℳ
„ „ 1878/79 =	2116,3	„
„ „ 1879/80 =	4200,0	„
„ „ 1880/81 =	4080,0	„
„ „ 1881/82 =	990,0	„
„ „ 1882/83 =	4001,3	„

Nach den bestehenden Vorschriften dürfen die fiscalischen Dampfschiffe nur zum Durchbrechen schwacher Eisdecken verwandt werden. Hat die Eisdecke eine größere Stärke gewonnen, dann muß das Aufeisen durch Arbeiter geschehen. Da die Bildung einer stärkeren Eisdecke nur eintritt, wenn der Schiffsverkehr stockt, und zu solchen Zeiten an unbeschäftigten Arbeitern kein Mangel ist, so wird diesen hierdurch zugleich Gelegenheit zu einem erwünschten Verdienst geboten.

Seitens der Kaufmannschaft ist wiederholentlich beantragt, daß auf Kosten des Fiscus ein besonderes Eisbrecher-Dampfschiff beschafft werden möge, welches nicht nur zur Freihaltung des Pillauer Hafens dienen, sondern bei gelindem Frost auch die Fahrt durch das Haff offen halten soll. Die Staatsregierung hat sich diesem Antrage gegenüber bisher ablehnend verhalten, da für den Pillauer Hafen selbst das Bedürfnis zur Beschaffung eines solchen Schiffes nicht anerkannt werden konnte, und das Aufeisen des Haffes, soweit dies zeitweise im Interesse einzelner Schiffe erwünscht ist, der Privatindustrie überlassen werden muß. Es schien deshalb nicht gerechtfertigt, die bereits sehr starke fiscalische Dampferflotte noch durch ein Schiff zu vermehren, dessen Benutzung eine sehr beschränkte sein würde. Sobald eines der vorhandenen Dampfschiffe abgängig wird, und durch ein neues ersetzt werden muß, dann wird in Erwägung zu nehmen sein, ob es sich empfiehlt, dieses in solcher Form und Construction auszuführen, daß es nicht nur zum Bug-siren, sondern ohne Gefahr für Schiff und Maschine auch zum Eisbrechen verwendet werden kann.

Die Fahrt durch das Haff ist in den letzten 30 Jahren durchschnittlich während 116 Tage in jedem Winter durch Eis gesperrt gewesen. Die früheste Sperrung trat in dieser Zeit am 3. November, die späteste am 1. Januar ein. Die Wiedereröffnung der Schifffahrt fand frühestens am 1. März und spätestens am 27. April statt. Im Winter 1854/55 war die Schifffahrt zwischen Pillau und Königsberg vom 2. November bis zum 21. April, also während $5\frac{2}{3}$ Monate durch Eisstand unterbrochen; im Winter 1877/78 dauerte die Unterbrechung nur $2\frac{1}{3}$ Monate.

Seezeichen.

In der Stadt Pillau steht ein massiver runder Leuchthurm, dessen weißes festes Feuer 29,9 m über dem mittleren Wasserstande der Ostsee liegt. Dasselbe wird durch 11 eindochtige Lampen gebildet, die den Horizont auf 180 Grad von NO. $\frac{1}{2}$ O über N. und W. bis SW. $\frac{1}{2}$ W. erleuchten. Hinter jeder Lampe befindet sich ein versilberter parabolischer Spiegel von 59 cm Durchmesser. Eine gleiche Lampe mit Spiegel ist außerdem in der Richtung SO. nach dem Haff zu gekehrt. Die Lampen, welche früher in Argand'schen Oellampen bestanden, sind im Jahre 1874 für Petroleumbefuerung eingerichtet. Das Feuer ist auf circa 15 Seemeilen sichtbar. Der eingehende beziehungsweise ausgehende Strom im Tief wird von der Gallerie des Leuch-

thurmes durch eine nach der Nordseite bezw. nach der Südseite ausgesteckte rothe Flagge signalisirt.

Im Jahre 1880 ist auf dem Kopfe der Nordermole eine eiserne Leuchtbaake mit einem Fresnelschen katadioptrischen Apparat V. Ordnung errichtet, die ein rothes festes Feuer zeigt, welches sich 10,2 m über dem mittleren Wasserstande befindet und auf 8 Seemeilen sichtbar ist. Durch dieses Feuer wird der Horizont auf $213\frac{3}{4}$ Grad von S. über W. und N. bis NO. zu N. beleuchtet.

Da die Nordermole trotz der auf derselben errichteten Brüstungsmauer bei sehr starken Stürmen öfter nicht passierbar ist, so ist versuchsweise hier eine Befuerung mit comprimirtem Fettgas nach dem Patent von Julius Pintsch eingerichtet. Das Gebäude, in welchem sich vier Gasrecipienten befinden, liegt an der Wurzel der Mole 1050 m von der Leuchtbaake entfernt, und ist mit letzterer durch eine Leitung von schmiedeeisernen Röhren verbunden. Mittelst eines in diesem Gebäude befindlichen Regulirhahnes wird am Tage die Flamme in der Baake klein gehalten, so daß sie nur eine geringfügige Quantität Gas consumirt. Während der Nacht strömt das Gas in einer dem vollen Querschnitt der Röhrenleitung entsprechenden Menge zu, und brennt die Flamme dann mit voller Intensität. Die Recipienten werden abwechselnd in der Reparaturwerkstatt der Königlichen Ostbahn zu Ponarth bei Königsberg mit Gas bis zu einem Ueberdruck von 10 Atmosphären gefüllt, und auf der Eisenbahn nach Pillau geschafft. Pro Stunde Brennzeit erfordert die volle Flamme nach den bis jetzt gemachten Erfahrungen 73 l, und die bei Tage brennende schwache Flamme 14,8 l. Das cbm Gas kostet in Ponarth 1,20 ℳ und in Pillau einschließlich Arbeitslohn und aller Transportkosten 3,78 ℳ. Zur Reserve befindet sich in der Baake eine Petroleumlampe, die bei etwa eintretender Unterbrechung der Gasleitung in Function gesetzt wird.

Die Einsegelungslinie ist durch drei Richtungsbaaken auf dem Pillauer Ufer bezeichnet. Die der See zunächst stehende ist eine Winkbaake. Ist die große, dem Leuchthurm zunächst stehende Baake umgelegt, dann soll kein Schiff von See aus in den Hafen einlaufen. Als Tagesmarke für die ansegelnden Schiffe dient eine auf dem Schwalkenberge östlich von Alt-Pillau errichtete 12 m breite und 12 m hohe, mit zwei Spitzbogenfenstern und drei pyramidalen Spitzen versehene in Mauerwerk ausgeführte Landmarke, die mit braunrother Farbe angestrichen ist. Etwa 3 km von dem Leuchthurm entfernt liegt in der Einsegelungslinie die rothe, spitze Ansegelungstone. Von hier aus ist das Fahrwasser bis zu den Molen auf der nördlichen Seite durch drei weiße und auf der südlichen Seite durch sieben schwarze Tonnen bezeichnet, die im Winter durch abgestumpfte Kegel von Tannenholz (Pricken) ersetzt werden.

Um an der Mündung des Binnenhafens ein Zusammenstoßen der ein- und ausgehenden Schiffe zu verhindern, ist hinter dem hohen Bohlwerk auf der südlichen Ecke von Pillau ein optischer Telegraph mit zwei beweglichen über einander befindlichen Armen errichtet. Sind beide Arme in horizontale Lage gebracht, dann dürfen die Schiffe von dem Tief her nicht in den Hafen hineinfahren; hängen beide Arme an der Stange herab, dann ist die Einfahrt frei. Bei Dunkelheit werden die Signale durch zwei an einem in der Nähe der Telegraphenstange stehenden Pfahl aufgehängte

farbige Laternen gegeben. Grünes Licht allein bedeutet „der Hafeneingang ist frei“. Grünes und rothes Licht bedeutet „der Hafeneingang ist geschlossen“.

Die Pillauer Hafrinne ist auf der nördlichen Seite durch weiße, auf der südlichen durch schwarze Tonnen bezeichnet. Als Anseglungstonne vom Haff aus dient die äußerste in der nördlichen Tonnenlinie liegende größere spitze weiße Tonne mit Stange und Ballon. Während der Nacht brennen an zwei hölzernen Baaken, die in der Richtung der Pillauer Rinne auf der Nehrung stehen, weiße feste Laternenfeuer. Die äußersten Spitzen der von den Ufern in das Haff hineintretenden Untiefen, der sogenannten „Haken“, sind durch charakteristische Tonnen bezeichnet.

Auf der nördlichen Seite der Königsberger Hafrinne liegen 42 weiße Tonnen mit schwarzen Nummern, auf der südlichen Seite drei schwarz und roth angestrichene Tonnen und 42 schwarze Pricken mit weißen Flaggen. Damit die Schiffer auch bei Dunkelheit die Königsberger Rinne verfolgen können, sind auf beiden Ufern des Pregels je zwei Richtungsbaaken mit Laternen aufgestellt, von denen die südlichen, bei Anker, die Rinne von Brandenburg bis zum Pokaiter Haken und die nördlichen, bei Holstein, den Theil der Rinne von dem Pokaiter Haken bis zur Pregelmündung bezeichnen. Auf dem Kopf der am rechten Ufer der Pregelmündung erbauten Mole befindet sich ein 9 m hoher gemauerter Obelisk. Am linken Ufer steht ferner eine Baake, die im Winter durch eine Laterne erleuchtet wird, damit die über Haff kommenden Schlitten den Eingang in den Pregel unterscheiden können.

Die westliche Einfahrt in die Königsberger Baggerrinne ist bei Dunkelheit nicht zu erkennen. Die nach Königsberg bestimmten Schiffe müssen deshalb so zeitig von Pillau abfahren, daß sie vor eintretender Dunkelheit die Königsberger Rinne erreichen, falls sie sich nicht der Unannehmlichkeit und unter Umständen der Gefahr aussetzen wollen, die Nacht über auf dem Haff vor Anker zu liegen. Da hierdurch häufig Verzögerungen und nachtheilige Zeitversäumnisse veranlaßt werden, so wird beabsichtigt, an dem westlichen Ende der Königsberger Rinne eine Gasboje auszulegen.

Hafen-Verwaltung.

Verwaltet wird der Hafen von der Hafen-Polizei-Commission, welche aus dem Hafen-Polizei-Director als Vorsitzendem, dem Hafen-Bauinspector und dem Lootsen-Commandeur besteht, und die dem Regierungs-Präsidenten zu Königsberg direct unterstellt ist. Der Bezirk der Commission umfaßt den Pillauer Hafen, das Tief und die Aufsenrhede, welche sich von der rothen Aufsentonne des Seegatts von Südwesten über Norden nach Nordwesten auf den Umkreis von 4 Seemeilen erstreckt; ferner das Haff bis zur Pregelmündung und in der Richtung nach Elbing bis zur Grenze des Königsberger Regierungsbezirks.

Wenn die drei genannten Beamten auch ein Collegium bilden und über Fragen von allgemeinem Interesse zu gemeinschaftlichen Berathungen zusammentreten, so hat doch jeder einzelne in Bezug auf sein Ressort eine selbstständige Stellung und steht sowohl in directem schriftlichen Verkehr mit dem Regierungs-Präsidenten, wie er auch die ihm obliegenden Arbeiten und Dienstgeschäfte unter alleiniger persönlicher Verantwortung auszuführen hat. Für die Instand-

haltung der Bagger, Dampfschiffe, Prähme etc. sowie auch für die Ausführung der Baggerarbeiten steht dem Hafen-Bauinspector ein Ober-Maschinenmeister zur Seite.

Das Hafenpolizeiamt, welches neben dem Lootsenhafen liegt, enthält außer den Büroräumen die Dienstwohnungen für den Hafen-Polizeidirector und für den Lootsen-Commandeur und außerdem zwei Commissionszimmer, von denen das größere zugleich als Sitzungszimmer für die Hafen-Polizei-Commission dient. Die Büroräume sind so beschränkt, daß eine Erweiterung derselben dringend nothwendig ist.

Das Lootsenwesen.

Unter dem Lootsen-Commandeur stehen

- 3 Oberlootsen,
- 12 Seelootsen,
- 2 Hilfslootsen und
- 10 Hafflootsen.

Die Oberlootsen und Seelootsen stehen in festem Gehalt, während die Hafflootsen, die bei sehr reger Schifffahrt noch durch Beilootsen unterstützt werden, aus den von den Schiffen zu erlegenden Lootsengebühren remunerirt werden. Drei Oberlootsen und 9 Lootsen haben Dienstwohnung in dem im Jahre 1875 an dem Ufer des Tief neu erbauten Lootsen-Wohngebäude. Die übrigen Lootsen wohnen in der Nähe des Leuchthurmes in kleineren fiscalischen Gebäuden.

Für den Pilotagedienst hat der Lootsen-Commandeur einen gedeckten Segelkutter, eine offene Segeljolle, ein Gig, zwei Ruderboote und seit dem Jahre 1878 auch den eisernen Schraubendampfer „Pilot“ von 50 nominellen Pferdekräften zur Verfügung. Wenn letzterer bei dem Lootsendienst entbehrt werden kann, so wird er bei eintretendem Bedürfnis auch bei dem Baggerbetrieb, namentlich bei den Seegattsbaggerungen benutzt. Mit Ausnahme des „Pilot“ liegen diese Fahrzeuge in dem Lootsenhafen, an dessen nordwestlichem Ende sich eine Aufschleppe und ein Schutzdach zum gedeckten Aufhissen der kleineren Boote befindet. Die Lootsenutensilien werden in einem neben dem Hafen-Polizeiamt stehenden Magazin aufbewahrt. An dem Bohlwerk des Lootsenhafens steht der Hauptpegel, welcher von dem Lootsen-Commandeur beobachtet wird. Der Nullpunkt des Pegels liegt 2,48 m unter N. N. (Normal Null). Der höchste Wasserstand ist +3,47 m, der niedrigste +1,47 m a. P. beobachtet. Der mittlere Wasserstand liegt an +2,4 m a. Pegel.

Für den Pillauer Hafen wie auch für die Fahrten über das Haff besteht Lootsenzwang. Nach den Polizei-Verordnungen vom 26. Juni und 25. Juli 1879 sind hiervon nur befreit:

- 1) die Schiffe der Kaiserlichen Marine,
- 2) die Schiffe der Hafenbau-Verwaltung,
- 3) die offenen und Lichterfahrzeuge aller Art und
- 4) gedeckte Schiffe von nicht mehr als 170 cbm Raumgehalt oder nicht über 2,85 m Tiefgang.

Für die Fahrt über das Haff können außerdem Schiffe von der Annahme eines Lootsen entbunden werden, wenn die Führer derselben vor der Hafen-Polizei-Commission nachgewiesen haben, daß sie mit der Fahrt zwischen Pillau

und Königsberg bezw. Elbing etc. vollständig vertraut sind. Die für die Fahrten über das Haff vom Lootsenzwang befreiten Schiffe müssen außer auf der Fahrt von Königsberg nach Pillau aber doch stets Lootsen an Bord nehmen, sobald sie Ballast geladen haben, der nicht so vollständig mit anderen Gütern bedeckt ist, daß man ohne Entfernung der letzteren nicht zu dem Ballast gelangen kann.

Das Rettungswesen.

Die Rettungsstation bei Pillau ist fiscalisch und steht unter der Hafen-Polizei-Commission, deren Vorsitzender der Hafen-Polizei-Director, für das Gebiet von der westpreussischen Grenze bis Eisseln, 8 km westlich von Cranz, zugleich Strandhauptmann ist. Zu der Station gehören 3 Rettungsschuppen, von denen der eine unfern der Südermole auf der frischen Nehrung steht, und ein eisernes Boot einen Mörser- und einen Raketen-Apparat enthält. Der zweite steht auf dem Pillauer Ufer des Tiefs neben der mittleren Richtungsbaake und enthält ein eisernes und ein hölzernes Rettungsboot. Der dritte Schuppen, welcher in der Plantage circa 2 km von der Nordermole entfernt liegt, ist mit einem hölzernen Boot, einem Mörser- und einem Raketen-Apparat ausgerüstet.

Rhederei und Schiffsbau.

Abgesehen von den fiscalischen Fahrzeugen und 2 Privatbugsdampfern waren Ende 1882 in Pillau heimathsangehörig

13 Seeschiffe von zusammen 21102 cbm Raumgehalt, darunter 1 Dampfschiff von 1863 cbm Raumgehalt.

Neue Seeschiffe sind auf den Pillauer Schiffswerften seit langer Zeit nicht mehr gebaut.

Der Schiffsverkehr.

So lange das Haff eisfrei ist, geht die Mehrzahl der von See kommenden Schiffe, nachdem sie bei Pillau einen entsprechenden Theil ihrer Ladung in Lichterfahrzeuge übergeladen haben, gewöhnlich mit diesen direct nach Königsberg herauf. Ist das Haff mit Eis bedeckt, dann müssen die Schiffe in Pillau selbst gelöscht und beladen werden, und findet deshalb der Hauptverkehr in Pillau während des Winters statt.

Die hauptsächlichsten Importartikel sind Stückgüter, Colonialwaaren, Eisen, Heringe, Thee, Kalk- und Gypsesteine, Salz, Steinkohlen und Petroleum. Ausgeführt werden hauptsächlich Stückgüter, Getreide, Flachs und Hanf, Lumpen, Oelsaat und Holz. Besondere Conjunctionen bringen bisweilen auch andere Artikel in größerer Masse zur Verfrachtung. So wurden beispielsweise im Jahre 1877 in Pillau 18 Schiffe mit 300000 Ctr. Russischer Melasse nach Großbritannien und 1880 34 Schiffe mit über 600000 Ctr. alter Eisenbahnschienen nach Nordamerika beladen. Die nachstehende Tabelle giebt eine Uebersicht des Schiffsverkehrs der letzten 20 Jahre:

Jahr	Zahl der eingegangenen Schiffe								Zahl der ausgegangenen Schiffe						
	Segel-schiffe	Dampf-schiffe	zusammen	Gesamt-Raum-gehalt cbm	hiervon waren beladen				Segel-schiffe	Dampf-schiffe	zusammen	Gesamt-Raum-gehalt cbm	hiervon waren beladen		
					mit Eisen	mit Kohlen	mit Petroleum	mit Ballast					mit Getreide	mit Holz	mit Ballast
1861	1714	261	1975		92	238	—	736	1712	260	1972		1710	44	22
1862	1803	179	1982		60	396	—	592	1770	179	1949		1617	40	80
1863	1501	298	1799		76	244	—	379	1523	299	1822		1508	2	45
1864	1226	218	1444		73	200	—	520	1207	219	1426		1174	16	78
1865	1087	191	1278	376487	69	310	5	80	1050	189	1239	372830	728	28	268
1866	1127	272	1399	435410	40	203	14	341	1116	270	1386	440706	1062	18	81
1867	1317	286	1603	473570	82	210	16	317	1215	292	1507	463958	900	53	266
1868	977	307	1284	458107	67	174	41	87	916	302	1218	453837	563	108	230
1869	981	372	1353	543297	94	195	40	120	957	356	1313	538650	745	61	247
1870	1250	408	1658	636068	133	272	27	405	1206	404	1610	611768	1278	44	77
1871	1569	461	2030	786779	204	359	53	375	1568	462	2030	807856	1436	109	199
1872	1580	475	2055	758466	160	292	27	104	1485	471	1956	740321	1154	159	264
1873	1497	679	2176	1026182	148	249	106	396	1400	677	2077	999861	1328	157	168
1874	1490	776	2266	1185432	101	402	61	467	1484	728	2212	1160106	1410	186	212
1875	1698	726	2424	1284741	116	445	70	576	1585	731	2316	1273878	1521	226	228
1876	1443	665	2108	1128841	112	439	36	342	1432	657	2089	1123045	1149	320	243
1877	1946	1021	2967	1727308	164	352	62	1161	2000	994	2994	1689619	2234	229	133
1878	2115	985	3100	1594660	115	352	38	711	1979	994	2973	1614749	2014	226	349
1879	1417	730	2147	1243113	37	274	52	286	1321	714	2034	1219954	1267	204	184
1880	1168	663	1831	1114357	17	308	45	236	1127	665	1792	1110329	582	452	222
1881	1006	878	1884	1180692	21	238	43	425	1005	855	1860	1173869	910	341	125
1882	1265	1219	2484	1591108	30	315	33	763	1191	1231	2422	1570511	1184	399	97

Die Tragfähigkeit der in Pillau verkehrenden Schiffe ist in dieser Zeit sehr bedeutend gestiegen. Im Jahre 1861 betrug dieselbe im Durchschnitt

- a. für Segelschiffe = 204 cbm
- b. für Dampfschiffe = 691 „

im Jahre 1880

- a. für Segelschiffe = 323 „
- b. für Dampfschiffe = 1115 „

Unter den hier verkehrenden Dampfschiffen sind solche, die einen Raumgehalt von 2500 bis 3000 cbm haben, nicht selten.

Finanzielles.

Seitdem der Staat wieder die Verwaltung des Hafens übernommen hat, sind auf die Unterhaltung und Verbesserung desselben einschließlic der Hafnrinnen und des Pregels bis zur Eisenbahnbrücke in Königsberg die nachstehenden Mittel verwandt:

Jahr	Unterhaltungskosten M.	Neubaukosten M.
1865	183230	} 41504
1866	145360	
1867	183863	229149
1868	163253	131207
1869	124118	150119
1870	113541	160944
1871	179130	292911
1872	277352	294416
1873	312296	355991
1874	298549	514496
1875	292414	816888
1876	311743	479006
1877/78*)	415579	574402
1878/79	350273	1091965
1879/80	317847	1053275
1880/81	329620	983038
1881/82	338653	757245
1882/83	311871	751268

Schlussbemerkungen.

Die in dem Generalkostenanschlage vom Jahre 1877 in Aussicht genommenen Arbeiten sind mit den hierfür bewilligten Geldmitteln soweit gefördert, daß sie im Jahre 1883 im Wesentlichen beendet sein werden. Der vollständige Abschluß dieser Bauten wird erst im Jahre 1886 erfolgen können, da die Südermole erst übermauert werden darf,

*) Vom 1. Januar 1877 bis 1. April 1878.

nachdem die Steinschüttungen unter mehrjähriger Einwirkung des Wellenschlages sich vollständig gesetzt und fest abgelagert haben. Ebenso sind noch wiederholte Ergänzungen der Steinvorschüttungen erforderlich, deren Kosten gleichfalls auf die superrevidirten Neubau-Anschläge zu buchen sind.

Soweit es sich bis jetzt übersehen läßt, werden die Anschlagssummen für die vollständige Beendigung der Arbeiten nicht nur ausreichen, sondern sind auch wohl noch Ersparungen zu erwarten.

Außer den veranschlagten Bauten ist, wie in den vorstehenden Abschnitten näher erörtert wurde, demnächst die Herstellung einer tieferen Wasserstraße zwischen Königberg und Pillau und der Ausbau des Zwickels zwischen dem nördlichen Abschlußdamm des Vorhafens und dem Pillauer Ufer in Erwägung zu nehmen. Der Anbau eines Flügels an den Kopf der Südermole, die Regulierung des nördlichen Tiefufers zur besseren Leitung der ausgehenden Strömung und die Beschaffung eines kräftigen auch bei mäßigem Seegeange in Betrieb zu erhaltenden Dampfbaggers, sowie die eventl. Verengung der Mündung des Vorhafens muß von weiteren Erfahrungen abhängig gemacht werden, und kann ein Urtheil über das Bedürfniß zu diesen Anlagen erst gewonnen werden, nachdem die theils kürzlich beendeten, theils noch in der Ausführung begriffenen Bauten einige Zeit gewirkt haben.

Berlin im April 1883.

L. Hagen.

Corrections-Methoden am Missouri.

Die Correction des Missouri im Interesse der Schifffahrt ist von der Regierung der Vereinigten Staaten erst im Jahre 1877 in Betracht gezogen worden; was bis dahin an den Ufern desselben geschehen, diente meist nur dem Schutze von Ortschaften, Ländereien, Eisenbahnen, zur Sicherung von Brücken etc. und wurde von den Betreffenden nach Gutdünken ohne Kenntniß der allgemeinen Flußverhältnisse und daher ohne Rücksicht auf dieselben ausgeführt. Es waren ausnahmslos jene an Flüssen stets so bedenklichen Nothbehelfsbauten, die, wenn sie in der That den beabsichtigten Zweck erfüllen, was hier übrigens häufig nicht der Fall war, dann doch in der Regel neue Uebelstände an anderen Orten hervorrufen, und die nur das eine Gute hatten, daß ihr Zustand und ihre Wirkungen klar erkennen ließen, wie die nach dem Vorbilde anderer Strom-Correctionen angewendete Bauweise der Steindämme, Pfahlwände, Ufermauern etc. für den Missouri durchaus zu verwerfen sei.

Die Staats-Ingenieure begannen daher mit der Aufgabe, eine den allgemeinen Flußverhältnissen richtig angepaßte Methode der Regulierung zu erfinden bezw. durch Versuche zu ermitteln. Wie weit dieselben damit gediehen sind, soll in Nachfolgendem auf Grund eigener Anschauung näher beschrieben werden. Zum Verständniß erscheint es jedoch vorab nothwendig, eine Darstellung der allgemeinen Verhältnisse des Missouri zu geben, und zwar im Wesentlichen nach dem Berichte des Ingenieur-Majors Suter in St. Louis, dessen Initiative und Leitung die erzielten Erfolge vorzugsweise zu verdanken sind. *)

*) Der Bericht findet sich in dem Annual Report of the Chief of Engineers für das Jahr 1881.

Der Missouri ist der längste und nächst dem Ohio auch der stärkste von den Zuflüssen des Mississippi. Seine Länge beträgt ca. 3000 miles und sein Flußgebiet 572672 \square miles; er ist fast auf seine ganze Länge schiffbar, denn selbst die Strecke oberhalb der großen Fälle bei Fort Benton wird jetzt mit mehreren kleinen Dampfbooten befahren. *)

Seine Wassermenge ist, weil er durch ein im Allgemeinen regenarmes Gebiet fließt, im Verhältniß zu seiner Länge gering, dagegen zeigt er in seinem oberen Laufe ein für einen so großen Strom ungewöhnlich starkes Gefälle und dem entsprechende lebhaftere Strömung. Er bringt daher aus den Steppen, in welche er oberhalb der Yellowstone River-Mündung eintritt und in denen Ufer und Bett der Strömung nicht genügenden Widerstand zu leisten vermögen, ungeheure Mengen von Schlamm mit, führt dieselben bis in den Mississippi und drückt letzterem dadurch einen von dem bisherigen ganz verschiedenen Charakter auf.

Das Hochwasser des Missouri wird nach den Beobachtungen bei St. Charles, nahe an der Mündung in den Mississippi, auf 430000 Cubikfuß und das Niedrigwasser auf 15000 Cubikfuß per Secunde geschätzt; der Höhenunterschied zwischen Niedrig- und Hochwasser beträgt an verschiedenen Beobachtungspunkten von 20 bis zu 24 Fuß. Von der Hochfluth des Jahres 1844 ist hierbei abgesehen, weil dieselbe ganz abnormal war und man auch über deren Ursachen und Verlauf nicht genügend unterrichtet ist.

*) Eine andere als die Dampf-Schifffahrt wird auf dem Missouri nicht, wenigstens nicht in nennenswerthem Umfange betrieben. Bis nach Fort Benton hinauf bringen Dampfer in regelmäßigem Verkehr u. A. die Provisionen, welche die V. St.-Regierung den Indianern in den Reservationen liefert.

Die regelmäßigen Hochfluthen treten zweimal im Jahre ein; die erste im April, von großer Heftigkeit, aber geringer Dauer, meist nur 8 bis 10 Tage anhaltend, die andere im Juni, langsamer steigend und fallend, aber gewöhnlich höher als die erste.

Das Thal des Missouri hat auf der 781 miles langen Strecke von Sioux City bis zur Mississippi-Mündung, von welcher im Nachfolgenden nur die Rede sein wird, eine Breite von $1\frac{1}{2}$ bis 17 miles und besteht aus einem Einschnitt in die felsige Hochebene, der noch 70 bis 100 Fuß tief unter die gegenwärtige Thaloberfläche reicht. Man trifft zwar hier und da auf der Sohle des Flusses Fels an; es sind dies jedoch nur vereinzelte Vorsprünge der Hochufer (bluffs), welche sich nicht durch den ganzen Einschnitt erstrecken. Dieser letztere scheint mit den Ablagerungen der Eisperiode (drift deposits), welche auch die Hochebene bedecken, ausgefüllt und später theilweise wieder durch die großen Wassermassen ausgespült worden zu sein, welche ihn in den ersten Zeiten nach der Eisperiode durchströmten. Die Ablagerungen erscheinen überall ziemlich gut sortirt; zunächst dem Felsen finden sich schwere Wacken, darüber Geschiebe von nach oben hin abnehmender Größe; vorherrschend im Thale ist jedoch ein außerordentlich feiner Sand, welcher in Verbindung mit einer sehr geringen Menge Thon einen zähen Lehm bildet, der unter dem Namen „Gumbo“ bekannt ist, und der sich im Strombett so bald niederschlägt, als die Strömung durch irgend ein Hinderniß ermäßigt wird.

Die Geschwindigkeit des Stromes bei Niedrigwasser beträgt durchschnittlich 3 bis $4\frac{1}{2}$ Fuß per Sec., wächst aber mit dem Steigen des Flusses bis zu 15 Fuß per Sec. und mehr. Daher kommen Uferabbrüche häufig und in großem Umfange vor und gehen sehr schnell vor sich. Es ist constatirt worden, daß lange Uferstrecken in Jahresfrist um nicht weniger als 2000 Fuß abgebrochen wurden.

Die Abbruchmassen läßt der Strom gewöhnlich in den Uebergängen von einer Krümmung zu der andern fallen, so daß sich die das Flußbett daselbst diagonal durchsetzenden Sandbänke bei steigendem Wasser schnell erhöhen. Fällt das Wasser dann wieder, so spült es zunächst einzelne Rinnen in den Bänken aus und führt das Material dem in der Krümmung unterhalb belegenen Pfuhle zu. So verändert sich, während die Lage der Bänke im Allgemeinen constant bleibt, die Form derselben fortwährend und ebenso die Lage und Tiefe der Fahrrinnen.

Wo der Strom sich über einer Bank unverhältnißmäßig ausgebreitet hat, finden stärkere Ablagerungen statt, es treten einzelne Theile der Bank bei Niedrigwasser hervor, und säen sich alsbald Weiden darauf. Unter günstigen Umständen werden dieselben in ihrem Wachsthum nicht gestört, die Bank erhöht sich durch weitere Niederschläge von Sinkstoffen so weit, daß die Weiden darauf nicht mehr gedeihen, es folgt dann Cottonwood und die Insel ist fertig.

Meist werden aber die jungen Weidenbestände auf solchen Bänken von dem Strome wieder untergraben und treiben davon. Außerdem wird durch den Abbruch der hohen Ufer der Sturz zahlloser Bäume in das Flußbett veranlaßt, der bekannten snags, die eine große Gefahr für den Schiffer und nicht selten Hindernisse des freien Abflusses bilden.

Wenn das Gefälle des Missouri auch in den Krümmungen und Pfuhlen etwas geringer und auf den Bänken und Uebergängen etwas stärker ist, so ist es doch im Allgemeinen von bemerkenswerther Gleichförmigkeit; es beträgt im Durchschnitt 1 : 6000 bei Hochwasser wie bei Niedrigwasser.

Nur bei Eisgang wird das Wasser im Missouri verhältnißmäßig klar; die Sinkstoffe, welche in demselben während des Jahres 1879 bei St. Charles passirten, berechneten sich aus den angestellten Beobachtungen auf 5 508 229 008 Cubikfuß bei einer Wassermenge von 2 335 143 946 400 Cubikfuß, das Verhältniß im Volumen auf 1 : 424 und im Gewicht auf 1 : 265. An einem Tage, dem 4. Juli 1879, betrug die Sinkstoffe soviel, daß damit eine \square mile über 4 Fuß hoch hätte bedeckt werden können. Die Wasserproben wurden an der Oberfläche, in der mittleren Tiefe und 1 Fuß über der Sohle entnommen, und das arithmetische Mittel daraus gezogen. Der letzte Fuß der Tiefe im Profil wurde dabei nicht berücksichtigt. Es ergaben die Beobachtungen jedoch eine so beträchtliche Zunahme in der Masse der Sinkstoffe von der Oberfläche nach der Sohle hin, daß unbedenklich die in dem untersten nicht berücksichtigten Theile des Profils bewegten Massen einschließlicher in der Sohle selbst fortgetriebenen als eben so groß wie diejenigen in dem ganzen übrigen Profil angenommen werden konnten, und man schätzt deshalb die ganze Masse der von dem Missouri jährlich in den Mississippi geführten Sinkstoffe auf 110 Milliarden Cubikfuß, was einem Niederschlage von 400 Fuß auf einer \square mile gleichkommt.

Nach Ansicht des Major Suter kann auf der Strecke von Sioux City bis zum Mississippi, auf welcher jetzt nur eine Fahrtiefe von 3 Fuß bei Niedrigwasser und bis zu 9 Fuß bei Hochwasser vorhanden ist, eine gleichmäßige Tiefe von 12 Fuß bei Niedrigwasser durch Correction erlangt werden. Dazu müßte das Hochwasser- und bezw. das Niedrigwasser-Profil auf folgende Breiten eingeschränkt werden:

von Siouz City bis zur Platte-Mündung auf	820	bezw.	650	Fuß,
- dort bis zur Kansas-Mündung auf	960	-	820	-
- - - - Gasconade auf	1160	-	1020	-
- - - zum Mississippi auf	1240	-	1100	-

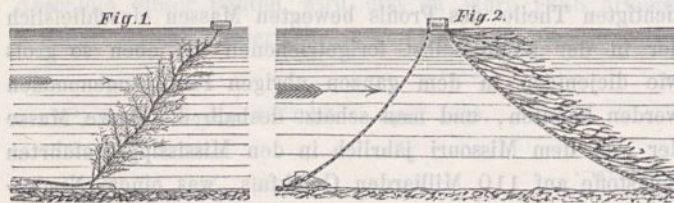
Major Suter schätzt die Kosten auf 10000 Dollars per mile, also im Ganzen auf 8 Millionen Dollars.

Um den Nutzen der Correction durch einen praktischen Versuch nachzuweisen, hatte die Kaufmannschaft von Kansas City im Jahre 1878 vier Schlepper engagirt, von denen mit je 3 Booten im Tau die Getreidetransporte nach St. Louis besorgt wurden. Dieselben beförderten in dem Jahre 208546 bushels Mais und 44198 bushels Weizen zum Preise von $5\frac{1}{2}$ cents, während die Eisenbahn 8 cents für den bushel Mais und 13 cents für Weizen berechnete. Die Schlepper hatten dabei so gute Geschäfte gemacht, daß sie im folgenden Jahre noch einen billigeren Preis offerirten; aber man gab weitere Versuche auf, weil das Risiko wegen der immer wechselnden Fahrrinnen auf den Bänken und wegen der vielen snags bei dem gegenwärtigen unregulirten Zustande des Flusses das Geschäft zu unsicher machte.*)

*) Die Schifffahrt zwischen Kansas City und St. Louis beschränkt sich daher jetzt auf den Localverkehr.

Verfolgen wir nunmehr den Entwicklungsgang der neuen Regulierungsmethode von Versuch zu Versuch.

Bei der bereits erwähnten überaus großen Menge von Sinkstoffen, welche das Wasser des Missouri mit sich führt, und den zahlreichen im Wasser schwimmenden Zweigen, Blättern, Gräsern und Wurzelfasern hatte man bald die Bemerkung gemacht, daß ein reich belaubter Baumzweig, ein Strauch etc., der, vom Strome fortgeführt, an irgend einer Stelle in seinem Wege aufgehalten wurde, dort eine Ansammlung von Zweigen und Fasern bewirkte, und daß, wenn das Hinderniß, welches den Strauch hielt, stark genug war, um dem vermehrten Wasserdruck zu widerstehen, sich dann auch alsbald die Sinkstoffe dahinter ablagerten. Eine ähnliche Beobachtung an Flüssen in Ostindien hatte dem englischen Colonel Brownlow bereits Anlaß gegeben, dieselbe zum Zwecke der Regulierung zu verwerthen, indem er eine Boje im Flußbett festlegte und daran einen Busch von der der Wassertiefe entsprechenden Länge befestigte. Der Busch schwamm zunächst im Wasser, wurde aber bald durch sich daran ansammelnde Sinkstoffe beschwert, so daß sein unteres Ende auf die Flußsohle sank, und damit war die Strömung zurückgehalten.



Diese unter dem Namen Brownlow-Weed bekannt gewordene Construction (Fig. 1) verbesserte man nun in der Weise, daß man den Busch selbst im Fluß verankerte und ihn am oberen Ende durch die schwimmende Boje (ein Petroleumfaß) hielt (Fig. 2). Die Büsche stellte man in Längen von 30 bis 50 Fuß her, indem man an ein $\frac{3}{4}$ Zoll starkes Seil so viele leichte Zweige, als anzubringen waren, mit Garn festband, und verlegte sie dann, 10 bis 12 Fuß von einander entfernt, in der Richtung der neu herzustellenden Uferlinien. Diese künstlichen Büsche kosteten durchschnittlich 30 \mathcal{M} das Stück, der lfd. Fuß des Werks also 3 \mathcal{M} . Da man nicht darauf rechnen konnte, daß die Büsche dem Eis widerstehen würden, es sich also darum handelte, ihre Wirkung auf einen möglichst langen Zeitraum in einem Jahre auszudehnen, so begann man mit der Versenkung, so bald als das Eis im Frühjahr abgegangen war, und nutzte damit zugleich das erste Hochwasser aus, welches große Mengen von Sinkstoffen, Zweigen und Fasern bringt.

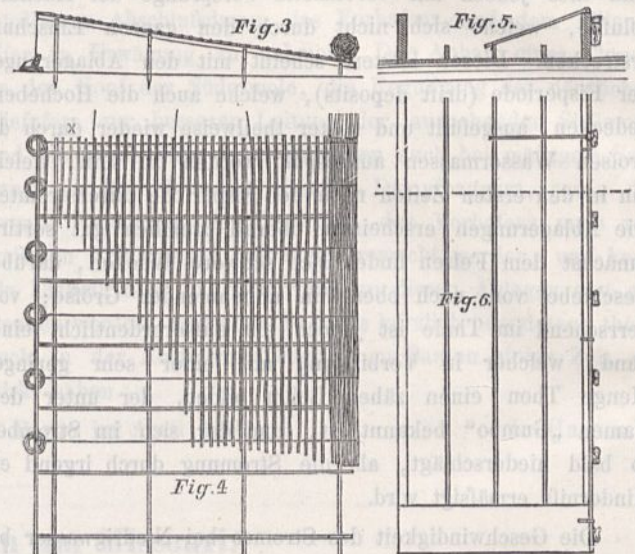
Um die Construction billiger zu machen, verwendete man statt des Seiles auch Stangen oder junge Bäume, an welche man den Strauch nagelte, und um die Bojen vor Beschädigung durch Treibholz — nächst dem Eise der größte Feind dieser Construction — einigermaßen zu schützen, umwickelte man sie mit Strauch. Auch verband man die Büsche durch ein von Ankerstein zu Ankerstein durchgehendes Seil und hinderte damit das Vertreiben einzelner.

Die Mängel der Construction zeigten sich alsbald darin, daß die Büsche allmählig immer kleiner wurden, daß die Befestigung am Anker durch die fortwährende Drehung zerrissen wurde, daß die erzielte Verlandung dort, wo

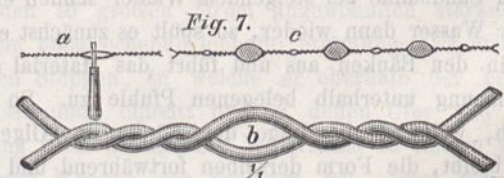
die Büsche dünner wurden, Einrisse bekam und daß überhaupt die Construction die Büsche in ihrem Bestande nicht genügend deckte.

Wenn nun auch, abgesehen von diesen Mängeln, die Wirksamkeit des Werkes durch das Wintereis ganz in Frage gestellt wurde, so hatte man doch schon gesehen, daß damit verhältnißmäßig viel erreicht werden konnte, und so ging man denn zu weiteren Verbesserungen über, indem man aus Eisendraht und Weidenbusch Vorhänge (curtains) von 100 Fuß Länge und der etwa doppelten Breite der Wassertiefe, in welche sie verlegt werden sollten, construirte.

Dieselben wurden in folgender Weise angefertigt:



Auf einem leichten Holzgerüst, Fig. 3 und 4, wurde 0,07 Zoll dicker Eisendraht in Entfernungen von 4 Fuß ausgespannt und leicht angezogen. Quer über diese Drahtzüge wurden Weiden, 1 bis 2 Zoll am Stammende stark, gelegt, dann ein zweiter Draht über den ersten gezogen und beide Drähte zwischen jeder Weidenruthe in Entfernungen von 6 bis 8 Zoll mittelst eines mit einem Handgriff versehenen Stiftes so zusammengedreht, daß sie die Weiden-



ruthe fest umspannten (siehe Fig. 7 a, b, c). Der Vorhang wurde am Fuße des Gerüsts aufgerollt und so weit fortgesetzt, bis die bestimmte Länge von 100 Fuß erreicht war; die Rolle hatte dann einen Durchmesser von etwa $2\frac{1}{2}$ Fuß. An dem zu verankernden Ende, bei x in Figur 4, wurde ein Saum von 2 etwas stärkeren Drähten im Abstände von 1 Zoll unter einander angebracht und daran wurden die Ankerdrähte, 0,10 Zoll stark, in Entfernungen von 5 Fuß befestigt.

Um den Vorhang einzubringen, wurden zwei 50 Fuß lange und 12 Fuß breite Prähme der Länge nach an einander gekuppelt und auf dem oberen Bord derselben ein $2\frac{1}{2}$ zölliges Gasrohr in Lagern drehbar angebracht; an diesem befanden sich in Entfernungen von 5 Fuß eiserne Dorne, an denen die Anker aufgehängt wurden (Fig. 5

und 6). Als solche wurden nach vielfachen Versuchen die in Fig. 8 und 9 dargestellten, von den Chinesen entlehnten Katydid's gewählt, welche haltbar mit den geringsten Kosten herzustellen sind; die Steine werden in dem Dreifuß mit Eisendraht befestigt.

Fig. 8.



Fig. 9.



Nachdem die verbundenen Prähme an Leinen im Strom so verlegt waren, wie die vollen Linien in Fig. 10 es andeuten, wurde der Vorhang unterhalb derselben aufgerollt und jeder der Ankerdrähte mit dem zugehörigen Anker gut verbunden. Längs der oberen Kante des Vorhanges wurden Holzstangen befestigt und daran soviel Bojen als nöthig angebracht. Indem man nun mittelst zweier an dem Gasrohr befindlichen Hebel dasselbe drehte, fielen die Anker von den Dornen ab und der Vorhang glitt ohne irgend welche Gefahr der Beschädigung an der für ihn bestimmten Stelle in den Fluß. Wie

Fig. 11.

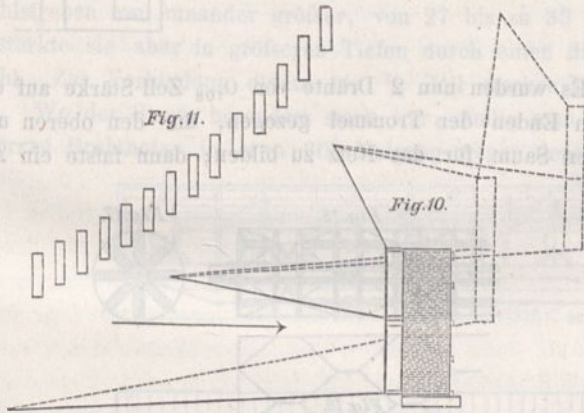


Fig. 10.

man demnächst die Prähme über denselben soweit stromab treiben liefs, dafs das vordere Ende des nächsten Vorhanges bei dessen Versenkung etwa auf die Mitte des oberen traf, zeigen die punktirten Linien in Fig. 10, die Lage des Werkes gegen den Strom zeigt Fig. 11.

Die Vorzüge dieser Construction wurden in der Leichtigkeit und Sicherheit der Versenkung und in ihrer ersten Wirkung nach derselben gefunden. Der Widerstand gegen die Strömung ist dann noch verhältnismäfsig gering, am gröfsten neben dem Boden, wo die Krümmung des Vorhanges am flachsten ist; daher begann hier sofort die Auffüllung und damit Sicherung der Anker. Aber in wenigen Stunden hingen sich sovieler Blätter etc. an die Weiden, dafs der Widerstand des Vorhanges gegen die Strömung grofs und der Zug in demselben sehr stark wurde. Es machte sich auch bemerkbar, dafs, sobald die Ansammlung von Blättern, Wurzelfasern etc. einen gewissen Grad erreicht hatte, dann die Weiden sich zu drehen anfangen und ausschlüpfen, insbesondere die stärksten Weidenruthen am ersten. Man mufste daher daran denken, die Vorhänge noch durchlässiger zu machen, und kam so auf die Netze von einfachem Eisendraht.

Die ersten Versuche mit solchen Netzen, aus dreieckigen Maschen von 12 à 4 Zoll bestehend, erwiesen diese noch nicht als genügend durchlässig, so dafs man zu Maschen von 12 à 24 Zoll überging.

Alle diese Versuche waren, wenn auch Treibholz und Eis manches zerstört hatten, doch durch ihre Resultate so Vertrauen erweckend, dafs man alsbald daran dachte, zur weiteren Ausbildung des Verfahrens die in vieler Beziehung mangelhafte Verankerung fallen zu lassen und dem Drahtnetz in der Richtung des Parallelwerks oder der Buhne eine feste Stütze zu geben.

Man kam sogleich auf einzurammende Pfahlwände, die in dem amerikanischen Flußbau wegen der geringen Kosten des rohen Bauholzes überhaupt nicht selten sind; aber, da man die zum Eintreiben der Pfähle erforderlichen Rammen nicht so schnell beschaffen konnte, so half man sich zunächst mit Dreifußstützen, welche man jetzt, nach Beschaffung der Rammen, allerdings nur noch ausnahmsweise anwendet.

Doch dürfte einestheils, um daran zu zeigen, welche Erfolge unter günstigen Umständen mit schwachen Mitteln und anscheinend rohen Constructionen erzielt werden können, andertheils, um Versuche der Bauweise, wo solche vielleicht angezeigt erscheinen sollten, zu erleichtern, eine kurze Beschreibung des Verfahrens zur Herstellung der Dreifuße hier am Platze sein.

Auf dem Deck eines Prahmen von 60 Fuß Länge und 15 Fuß Breite, der mit einem Ladebaum (derrick) versehen worden, wurden 3 Stangen von hartem Holz, 6 Zoll am Stammende dick und 16 Fuß lang, so über einander gelegt, dafs sie ein gleichseitiges Dreieck von 5 Fuß Seite bildeten, und an den Dreieckspunkten mit 0,13 Zoll starkem Draht fest verbunden und vernagelt. In diesen letzteren wurden alsdann 3 andere, 25 Fuß lange Stangen aufgestellt, an den unteren Stangen mit Draht befestigt und oben über der Mitte des Dreiecks so zusammengebunden, dafs eine Pyramide von 23 Fuß Höhe, in Form ähnlich dem chinesischen Anker, Fig. 9, entstand. An jeder unteren Ecke dieser Pyramide wurde ein mit 300 Pfund Sand gefüllter Sack als Anker angebracht. Mittelst des Derrick wurde alsdann der Dreifuß gehoben und an die richtige Stelle versenkt.

Die Entfernung zwischen den einzelnen Dreifußen betrug ca. 20 Fuß; sie wurden nach dem Versenken mittelst eines $\frac{7}{8}$ Zoll starken Drahtseils an ihrer oberen Ueberlaschung verbunden, und an diesem Seil befestigte man die obere Kante des Drahtnetzes. Die Dreifuße versanken binnen wenigen Stunden nach dem Einbringen bis zu 3 Fuß Tiefe in den Schlamm des Flußbettes. Die Drahtnetze wurden in Längen von 70 bis 75 Fuß und Breiten von 20 bis 40 Fuß, je nach der Wassertiefe, mit rechteckigen Maschen von 24 Zoll horizontaler und 12 Zoll verticaler Seite angefertigt*) und von 2 Booten aus verlegt, die so schnell an der Baulinie herabfuhren, als die Befestigung der oberen Kante an dem Drahtseil und der unteren mit den Ankern dies gestattete. Damit ein treibender Stamm nicht das ganze Werk zerstöre, legte man dasselbe nicht zusammenhängend an, sondern in Abtheilungen von ca. 150 Fuß Länge. Mit einem solchen Werk von pptr. 3000 Fuß Länge und einer Traverse von 1000 Fuß gelang es, den bei Cedar City das Ufer stark abbrechenden Strom ganz auf die andere Seite nach Jefferson City zu verlegen und volle Verlandung bis zu 23 Fuß Höhe zwischen dem Werk und dem Ufer zu erzielen; dieselbe erhöhte sich bei gewöhnlichem

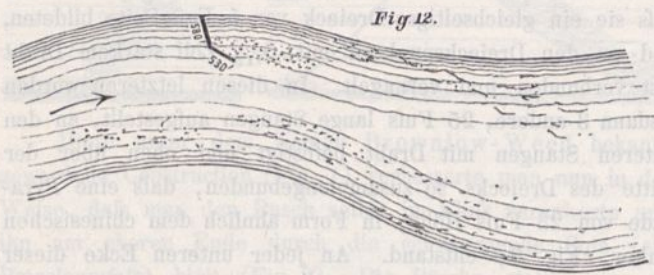
*) Die Art und Weise ihrer Herstellung findet sich weiter unten beschrieben.

Wasser um 1 Fuß in der Woche, bei Hochwasser um 3 bis 6 Fuß in einem Tage.

Immerhin konnte man das Gelingen eines solchen Baues nur als einen besonderen Glücksfall ansehen und bemühte sich deshalb eifrigst um die Erfindung einer recht einfachen und doch wirksamen Wasserstrahl-Ramme. Nähere Mittheilungen über das Resultat dieser Bemühungen bleiben, da dieselben noch nicht als abgeschlossen zu betrachten sind, vorbehalten, doch kann schon jetzt erwähnt werden, daß es gelungen ist, mit den zur Zeit in Gebrauch befindlichen Rammen ohne Bär, nur mit dem Wasserstrahl, in 10 Stunden 45 Pfähle 10 bis 12 Fuß vertical und 32 Pfähle in einem Winkel von ca. 30° geneigt einzurammen; letzteres ist in starker Strömung behufs größerer Steifigkeit der Pfahlwand erwünscht. —

Es folge nunmehr die specielle Beschreibung eines im vergangenen Jahre ausgeführten Parallelwerks dieser Art.

Dasselbe hat den Zweck, den Strom um etwa ein Viertel seiner Breite einzuschränken und eine am rechten Ufer belegene Sandbank abzutreiben; es geht vom linken Ufer aus ziemlich rechtwinklig in den Strom auf 580 Fuß Länge und wendet sich dann unter einem Winkel von 118° in nahezu paralleler Richtung mit dem gegenüberliegenden Ufer; dieser letztere Theil ist 530 Fuß lang (Fig. 12).

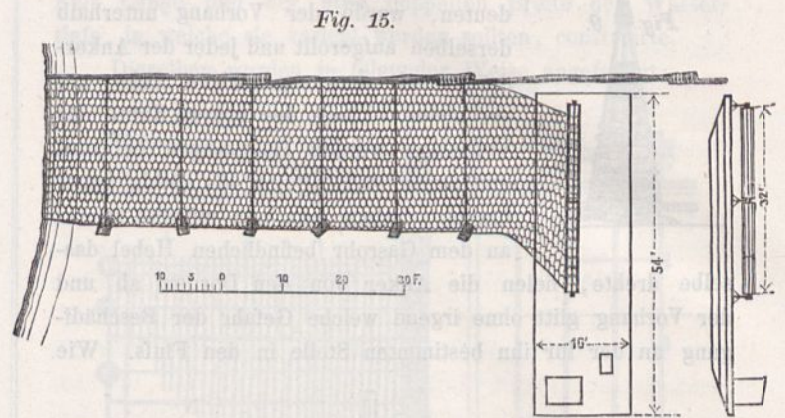
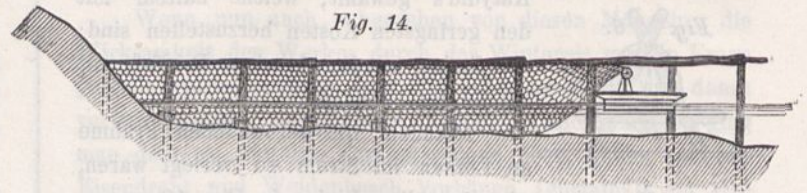


Die Pfähle von Cottonwood hatten 10 Zoll Durchmesser am Stammende und wurden durch die Wasserstrahlramme 10 bis 12 Fuß tief eingetrieben. Nächst dem Ufer in geringerer Wassertiefe wurde nur eine Reihe von Pfählen vertical eingerammt, in tieferem Wasser stellte man zwei Pfahlreihen gegen einander geneigt und würgte dieselben mittelst Stricke und unter Benutzung einer durch die Dampfmaschine getriebenen Winde in der Höhe von 14 Fuß über Niedrigwasser zusammen (Fig. 13), verbolzte sie daselbst mit einander oder verband sie mit 0,10 Zoll starkem Eisendraht. Die Entfernung dieser Pfahlpaare von einander betrug 12 Fuß. Holme von 6-zölligem Rundholz wurden über die einfache Reihe der verticalen Pfähle bezw. in die Kreuzung der verbundenen Pfahlpaare gelegt und daran mit Bolzen befestigt.

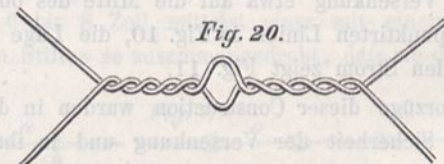
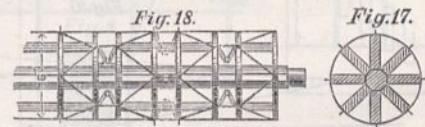


Zum Anfertigen und Verlegen des Drahtnetzes diente ein gedeckter Prahm (Fig. 14—16), welcher rechtwinklig zur Pfahlreihe verlegt war. Auf demselben befand sich eine an beiden Enden und in der Mitte unterstützte, frei zu bewegende Trommel von 32 Fuß Länge, deren Einzelheiten die Figuren 17 u. 18 ergeben. In jede der 8 Längsrippen dieser Trommel waren in Entfernungen von 18 Zoll Stiftepaare eingesetzt, deren einzelne Stifte unter sich 4 Zoll Abstand hatten; die Paare der benachbarten Rippen waren

gegen diese versetzt. Längs jeder Stiftrreihe war ein eisernes Band um die Trommel gelegt, um sie zu verstärken.



Es wurden nun 2 Drähte von 0,08 Zoll Stärke auf die beiden Enden der Trommel gezogen, um den oberen und unteren Saum für das Netz zu bilden; dann faßte ein Ar-



beiter den zur Flechtung bestimmten, 0,064 Zoll starken verzinnnten Eisendraht, befestigte das Ende an den Saum, führte den Draht im Zickzack an den Stiften entlang bis zu dem anderen Saum und kehrte wieder zurück, indem er den Draht über das eine durch solchen bereits einmal verbundene Stiftepaar und dann über das der nächstfolgenden Rippe legte. Hierauf wurden die beiden beisammen liegenden Drähte mit einander verflochten, indem ein Bolzen von 8 Zoll Länge und 3/8 Zoll Dicke hindurch gesteckt und 4- bis 5 mal umgedreht wurde. Um dies zu ermöglichen war der Raum zwischen jedem Stiftepaar in der Rippe entsprechend weit ausgeschnitten. Die Flechtung zeigen die Figuren 19 und 20.

Das Netz wurde fortlaufend angefertigt und das Boot dem entsprechend weiter vorgezogen. Die Versenkung erfolgte alsbald nach der Fertigstellung, wie Fig. 14 zeigt; Sandsäcke von 300 Pfund wurden als Anker in Entfernungen von 12 Fuß an den unteren Saum des Netzes befestigt.

Das Werk wurde innerhalb 30 Tage in seiner ganzen Länge von 1110 Fufs beendet; es erforderte 146 Pfähle und 90 Anker.

Das vorbeschriebene Verfahren ist nun auf den verschiedenen Baustellen nicht bloß wegen besonderer örtlicher Verhältnisse modificirt, sondern auch durch das Bestreben der Local-Ingenieure, einander durch Neuerungen und Verbesserungen zu überbieten. Namentlich sind es die Rammen und die Drahtnetz-Maschinen, welche den erfindungsreichen Amerikanern Gelegenheit geben, ihr Talent zu zeigen.

So war bei St. Charles am Missouri eine von dem Ingenieur Harris construirte Drahtnetz-Maschine in Thätigkeit, welche den Draht selbstthätig über die Trommel vertheilte, indem 2 Rollen denselben faßten und ihn durch ein eigenthümlich gekrümmtes Rohr schoben, aus welchem er spiralförmig hervorkam und sich dann um die vorhergehende Drahtlänge in der Weise wickelte, daß zwischen beiden die Maschen von der gewünschten Weite verblieben.

An anderen Stellen machte man die Entfernung der Pfahlstreben von einander größer, von 27 bis zu 33 Fufs, verstärkte sie aber in größeren Tiefen durch einen dritten Pfahl. Zur Verbindung diente ein $\frac{7}{8}$ Zoll starkes Drahtseil. Wo der Strom besonders stark war, stellte man auch mehrere Drahtnetze in etwa 30° Neigung gegen denselben

so hinter einander, wie dies bei den Vorhängen in der Fig. 11 gezeigt ist.

Bei Maschen von 12 à 24 Zoll stellt sich binnen Kurzem um den Draht ein Faseransatz von 2 bis $2\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser her; dann hört derselbe gewöhnlich auf und eine Verstopfung der Maschen findet nicht statt. Sind die Maschen aber zu klein, so werden sie bald ganz von den treibenden Zweigen gefällt, und es ist dann das Netz entweder nicht mehr fähig, dem Wasserdruck zu widerstehen, oder es läßt doch das Wasser nicht mehr durch, welches Sinkstoffe zur Ablagerung herbeiführen kann.

Wie weit diese Methode, deren Kosten sich auf 30 bis 60 cents ($1,20$ bis $2,40$ *M.*) pro \square Fufs belaufen, auch auf andere Flüsse anwendbar ist, dürfte nur durch Versuche zu ermitteln sein. Einige Beispiele am Missouri haben übrigens ihre Brauchbarkeit auch dort erwiesen, wo das Wasser keine Blätter, Wurzeln etc. mit sich führt, sondern wo nur Sand bewegt wird. Am unteren Arkansas ist das Verfahren bereits mit gutem Erfolge zur Anwendung gekommen und am unteren Mississippi wird es mit einigen Modificationen in großem Maafsstabe angewendet.

Nachdem man für die Einbauten in den Strom zur Anwendung von Drahtnetzen übergegangen war, versuchte man dieselben auch zur Herstellung der Uferdeckungs-Matratzen.

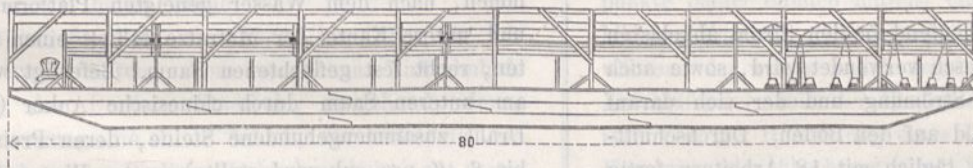


Fig. 21.

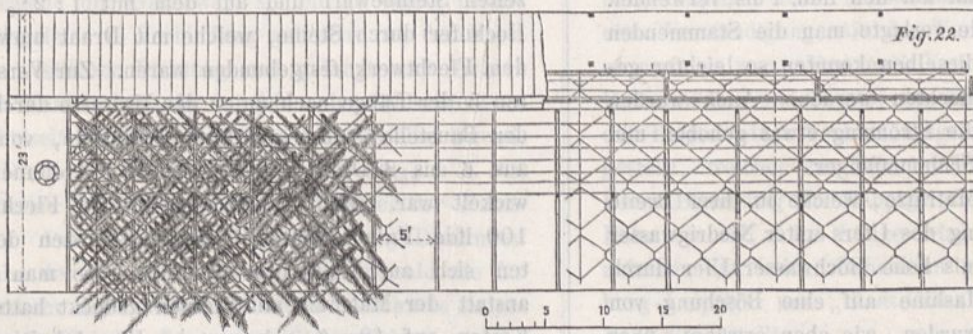


Fig. 22.

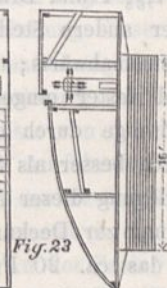


Fig. 23.

Die Anfertigung derselben geschieht auf einem gedeckten Prahm (Fig. 21 bis 23) von 80 Fufs Länge und 16 Fufs Breite, dessen Deckplanken $3\frac{1}{2}$ Fufs an jeder Seite überragen. Auf dem Deck ist ein Gerüst erbaut, welches 16 geneigte Gleitplanken (ways) von 2- à 4-zölligem Eichenholz in je 5 Fufs Entfernung von einander trägt. Das untere Ende der Gleitplanken ist an dem überragenden Deck befestigt, während das obere durch $5\frac{1}{2}$ Fufs über Deck hohe Pfosten unterstützt wird; der Prahm ist senkrecht gegen das Ufer verlegt, die unteren Enden der Gleitplanken sind gegen den Strom gerichtet.

An der Stromabseite des Prahms ist auf ganze Länge desselben eine 6 Fufs 4 Zoll über Deck hohe und 7 Fufs breite Plattform errichtet, unter der sich die Trommel befindet, auf welcher das Drahtnetz gemacht wird. Die Trommel hat $2\frac{1}{2}$ Fufs Durchmesser und ist 80 Fufs lang in Abtheilungen von 12 Fufs, welche unabhängig von einander drehbar sind; letzteres zu dem Zwecke, das Netz an einer

Seite schneller flechten zu können als an der andern, um auf diese Weise mit der Matratze den Unregelmäßigkeiten des Ufers zu folgen.

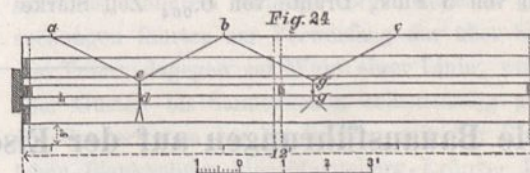


Fig. 24.

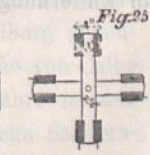


Fig. 25.

Die Trommel ist aus 8 Längenrippen zusammengesetzt (Fig. 24 und 25), welche paarweise an den Kreuzarmen befestigt sind. Jede Rippe trägt eine Anzahl von Stiften, $\frac{3}{16}$ Zoll stark, 4 Fufs von einander entfernt, und auf den einzelnen Rippenstangen abwechselnd gegen einander versetzt. Die Größe der Maschen hängt von dem Durchmesser der Trommel und von der Entfernung der Rippenpaare ab; in diesem Falle erhielten sie $3\frac{1}{2}$ à 4 Fufs Weite. Die Flechtung wird in folgender Weise ausgeführt:

Die 2 Drähte an den Stiften *a* und *b* werden quer herüber geleitet zum Stift *c*, dann herunter nach *d*, wo sie mit der linken Hand festgehalten werden, während mit der rechten Hand die 2 Drähte *cd* mittelst eines 8 Zoll langen Bolzens 4- bis 5mal um einander gedreht werden (wie in der Fig. bei *g* gezeigt ist). Indem der Draht von den auf Deck liegenden Rollen immerfort zugeleitet wird, gelangt das fertige Netz direct zu den Gleitplanken über einen auf demselben befestigten 4 à 4 Zoll starken kiefernen Holm. Der Busch wird mit den Stammenden gegen den Strom und in einem Winkel von 45° gegen die Stromrichtung eingebracht. Die Ruthen werden senkrecht gegen einander gelegt und durcheinander verflochten. Durch die ganze Länge der Matratze laufen 5 Zugdrähte, an den Kanten 0,10 Zoll, in der Mitte 0,08 Zoll stark; für das Netz selbst wird 0,064 Zoll starker Draht verwendet. Die den Busch einflechtenden Arbeiter stehen auf einer Plattform, welche 20 Zoll unter den Gleitplanken liegt.

Die Befestigung der Matratze am Ufer geschieht durch 0,10 Zoll starken Draht an Pfählen, welche in Entfernung von 5 Fuß von einander und von 20 Fuß vom Uferrande eingetrieben sind. Jeder zweite Uferbefestigungsdraht geht durch die ganze Breite der Matratze und ist an den Säumen derselben so wie inzwischen an starken Weiden befestigt, der andere reicht nur 40 Fuß bis in die Matratze hinein.

Die Matratze wird fortlaufend in den Strom abgelassen und sinkt, weil schwerer Busch verwendet wird, sowie auch in Folge des Druckes der Strömung und der sich darauf sammelnden Sinkstoffe alsbald auf den Boden. Durchschnittlich werden 205 lfd. Fuß täglich mit 18 Arbeitern fertig gestellt und 1,68 Pfund Draht auf den lfd. Fuß verwendet.

An einer andern Stelle verlegte man die Stammenden der Weiden stromabwärts; dieselben konnten so leichter gehandhabt und fester eingeflochten werden. Auch wurden die kleinen Zweige durch die Strömung etwas gehoben und dienten dadurch besser als Schlammfänger.

Vor Verlegung dieser Matratze, welche in ihrer Breite von 80 Fuß nur zur Deckung des Ufers unter Niedrigwasser diente, war das ca. 20 Fuß hohe Hochwasser-Ufer durch die hydraulische Grading Maschine auf eine Böschung von 1 : 2 abgeglichen, und es wurden, wie oben erwähnt, über diese Böschung die Ankerdrähte der Matratze in 5 Fuß Entfernung von einander gespannt. Nunmehr wurden an der oberen Kante der verlegten Niedrigwasser-Matratze, ebenfalls in Entfernungen von 5 Fuß, Drähte von 0,064 Zoll Stärke

befestigt und unter 45° zum Uferrande hinaufgezogen. Diese bildeten zusammen mit den Ankerdrähten ein Netz von dreieckigen Maschen, in welche die Weiden geflochten wurden. Die durchschnittliche Breite dieser Uferbefestigung war 42 Fuß; es wurden von 22 Mann täglich 459 lfd. Fuß derselben gemacht, dazu per lfd. Fuß 0,79 Pfund Draht und 0,08 cords Busch verwendet.

Auch in der Anfertigungsweise der Matratzen herrscht manche Verschiedenheit, und weiß man sich zu behelfen, wenn die erforderlichen Maschinen wegen Mangel an Zeit oder Geld nicht sogleich beschafft werden können. So wurde z. B. auf einer Baustelle oberhalb Kansas City das Drahtnetz einfach auf Latten gemacht, die in den planirten Lehm-boden in 10 Zoll Entfernung von einander verlegt und mit den entsprechenden Stiften zum Halten des Drahtes versehen waren.

Bei St. Charles fertigte man eine 130 Fuß breite Matratze in einem Stück fortlaufend, davon 80 Fuß Breite für Niedrigwasser- und 50 Fuß für Hochwasser-Uferdeckung, ohne Drahtunterlage, ganz in der Weise des Korbflechtens. Es wurden dazu 4- bis 5jährige Weiden von 20 bis 25 Fuß Länge und 1 bis 2 Zoll Dicke am Stammende ohne Blätter verwendet. Die Matratze lag zum Theil auf dem Ufer, zum Theil auf einem vor dasselbe senkrecht verlegten Prahm von ca. 100 Fuß Länge mit einer in der Mitte ca. 1 Fuß hohen, nach dem Wasser geneigten Plattform. Die obere und untere Kante der Matratze erhielt einen 18 Zoll breiten, recht fest geflochtenen Saum. Befestigt wurde dieselbe am unteren Saum durch chinesische Anker (hier nur mit Draht zusammengebundene Steine, deren Preis sich auf 4 bis 6 \mathcal{M} pro cub. yard stellte), unter Wasser durch vereinzelt Steinwurf und auf dem mit 1 : 2 1/2 abgebochten Hochufer durch Steine, welche mit Draht umwickelt und in dem Flechtwerk festgebunden waren. Zur Verstärkung dienten 5 der Länge nach unter der Matratze durchgehende, auf der Baustelle selbst gefertigte Drahtseile, von denen jedes aus 6 bis 8 Drähten bestand und mit dünnem Draht umwickelt war. Man machte dort mit 15 Flechtern im Tage 100 lfd. Fuß Matratze fertig; die Kosten derselben stellten sich auf 8 \mathcal{M} pro lfd. Fuß. Wo man das Hochufer anstatt der Matratze mit Steinen gedeckt hatte, waren die Kosten auf 12 \mathcal{M} gekommen. Die Arbeiter, welche das Flechten besorgten, waren gut eingeübt, und es machte die von ihnen hergestellte Matratze einen solideren Eindruck, als die mit Drahtunterlage gefertigten.

Washington, 30. December 1882. Lange.

Die Bauausführungen auf der Eisenbahnstrecke Berlin-Blankenheim.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 44 bis 50 im Atlas.)

In den Motiven zu dem Gesetze vom 11. Juni 1873, durch welches der Bau der Eisenbahnlinie Berlin-Wetzlar, resp. die für denselben zu verausgabenden Geldmittel festgestellt wurden, war die Richtung der östlichen Theilstrecke dieser Linie, Berlin-Nordhausen, wie folgt in Aussicht genommen:

a) von Berlin über Brück, Belzig, Zerbst, Barby nach Calbe,

b) von Calbe aus entweder: über Stäfsfurth, Aschersleben, Ermsleben, im Selkethal aufwärts über Alexisbad und die Wasserscheide des Harzes bei Josephshöhe nach Nordhausen resp. Wolframshausen zum Anschluß an die Halle-Casseler Bahn, oder: über Sandersleben, Mansfeld, Sangerhausen und weiter ungefähr parallel und 2 Meilen südlich der Halle-Casseler Bahn über Heringen direct nach Wolframshausen, woselbst der

Anschluß an die eben genannte Bahn stattfinden sollte.

Während hiernach schon von vornherein die Richtung von Calbe ab westwärts nicht genau bestimmt und die Wahl der Linie von den noch anzustellenden näheren Untersuchungen der vorliegenden Verhältnisse abhängig gemacht war, stellten sich bei specieller Bearbeitung des östlich Calbe belegenen Theiles auch für diesen mehrfache Abweichungen von der beabsichtigten Trace als nothwendig heraus.

Zunächst mußte die directe Berührung der Stadt Potsdam aufgegeben werden, weil bei den vorliegenden sehr schwierigen örtlichen Verhältnissen die einzig mögliche, für die Stadt günstige Bahnhofslage am nördlichen Fulse des steil zur Havel abfallenden Brauhausberges die Allerhöchste Genehmigung nicht fand, und deshalb die mit dem Brauhausberge beginnenden und in südlicher Richtung sich erstreckenden Höhenzüge, welche sich bis 120 m über den Meeresspiegel erheben, auf der Südseite umgangen werden mußten, infolge dessen die Bahnlinie sich um rot. 5 km von der Stadt entfernte.

Ebenso konnte die Stadt Zerbst von der Bahn nicht berührt werden, indem mit Rücksicht auf den aus anderweiten Gründen festzuhaltenden Uebergangspunkt über die Elbe unterhalb Barby die Tracirung über Zerbst einen mit erheblich größerem Kostenaufwande verbundenen Umweg von rot. 2 km verursacht haben würde.

Hiernach hat die Bahn von Berlin bis Calbe die folgende Tracirung erhalten: Vom westlichen Endbahnhofe Charlottenburg der Berliner Stadtbahn ausgehend, deren westliche Fortsetzung die Linie bildet, durchschneidet sie nach Ueberbrückung der Berliner Verbindungsbahn, mit deren Bahnhofen Westend und Grunewald sie mit je einem besonderen Anschlußgeleise in Verbindung gebracht ist, den Forst Grunewald in westlicher Richtung und gelangt nach Ueberschreitung der Wannseebahn in der Nähe des Schlachtensees und auf der Südseite jener Bahn sich neben dieselbe legend, zum Bahnhof Dreilinden (Schienenoberkante*) 42,58 m A. P.), welcher unmittelbar neben dem Bahnhofe Wannsee der Wannseebahn liegt. Auf der Strecke Charlottenburg-Dreilinden ist in der Nähe des Hundekehleensees im Grunewald die für den Sommerverkehr des Berliner Publikums berechnete Haltestelle Hundekehle (Schobk. 51,83 m A. P.) errichtet, welche mit dem, nur internen Betriebszwecken dienenden Rangir- und Werkstättenbahnhofe Halensee in Zusammenhang gebracht ist.

Von Dreilinden ab verfolgt die Linie zunächst eine der Wannseebahn parallele Richtung, geht bei Kohlhasenbrück mittelst Unterführung unter der Berlin-Potsdam-Magdeburger Bahn hindurch und überschreitet bei Drewitz die Nuthe-Niederung. Die hier angelegte Haltestelle Drewitz (Schobk. 35,08 m A. P.) bildet die Anschlußstation für eine eventuell später auszuführende Zweigbahn nach der rot. 5 km entfernten Stadt Potsdam.

Jenseits Drewitz gelangt die Bahn in die Abhänge des sogenannten Hohen Flemming und ersteigt zunächst das vom Brauhausberge bei Potsdam nach Seddin und Beelitz sich hinziehende Plateau, auf welcher Strecke die Haltestellen

*) Dieses Wort ist bei weiteren Höhenangaben der Art in Schobk. abgekürzt.

Michendorf und Beelitz (Schobk. 52,08 resp. 64,55 m) angelegt sind, sodann überschreitet sie in der Nähe der Haltestelle Brück (Schobk. 48,08 m) eine ausgedehnte Niederung, weiterhin den Planefuß, und erreicht jenseits Belzig, woselbst unweit des Haideberges der Bahnhof Belzig (Schobk. 101,58 m) etablirt ist, mittelst längerer Steigungen von 1 : 150 bis 1 : 120 ihren höchsten Punkt mit + 163,58 m über A. P. etwa 4 km vor der Haltestelle Wiesenburg (Schobk. 155,91 m). Demnächst verfolgt sie beim Hinabsteigen vom Hohen Flemming das zwischen den Wache- und Lind-Bergen liegende Thal des sogenannten „Grünen Grundes“ und gelangt bei Reuden in das Herzoglich Anhaltische Gebiet. Während die Bahn bei der Ueberschreitung des Hohen Flemming vielfach in Curven bis zu 600 m Radius tracirt werden mußte, konnte sie von Reuden bis Calbe auf größeren Strecken bis zu 8 km Länge geradlinig geführt werden. Auf dieser Strecke berührt sie zunächst die Ortschaften Nedlitz und Lindau, mit den gleichnamigen Haltestellen (Schobk. 98,18 resp. 81,28 m A. P.), kreuzt in der Nähe von Güterglück mittelst Ueberführung (Schobk. 81,76 m A. P.) die Biederitz-Zerbster Bahn, bei Barby die Elbe (Schobk. 60,34 m A. P.) und bei Tornitz die Magdeburg-Leipziger Bahn (Schobk. 62,32 m A. P.). Aufser den Bahnhöfen Barby und Calbe (Schobk. 53,98 resp. 64,42 m A. P.) ist auf dieser Strecke der Kreuzungsbahnhof Güterglück (Schobk. 81,76 m A. P.) angelegt, welcher am Kreuzungspunkte beider Bahnen mittelst eines als Thurmstation ausgebildeten Empfangsgebäudes den Personenverkehr vermittelt, während der weiter östlich angelegte Güterbahnhof durch ein Anschlußgeleise mit der Biederitz-Zerbster Bahn verbunden ist. Von der Herstellung eines Uebergangsbahnhofes an der Kreuzung oder überhaupt einer Verbindung mit der Magdeburg-Leipziger Bahn mußte zunächst abgesehen werden, da eine Verständigung mit der Verwaltung dieser Bahn nicht zu erzielen war. Erst nach Verstaatlichung der Magdeburg-Halberstädter und hiermit der Magdeburg-Leipziger Bahn ist das Project eines Verbindungsgeleises von 2 km Länge festgestellt, welches zur Zeit in der Ausführung begriffen ist. Unter Benutzung der Hauptgeleise der Berlin-Blankenheimer Bahn von rot. 4 km Länge wird hierdurch eine Verbindung zwischen den beiden Bahnhöfen „An der Saale“ der Magdeburg-Leipziger und „Stadt Calbe“ der Berlin-Blankenheimer Bahn hergestellt.

Wie bereits eingangs erwähnt, war die Tracirung der Linie von Calbe westwärts von dem Ausfall der anzustellenden specielleren Erhebungen abhängig gemacht. Diese in sehr ausgedehntem Umfange vorgenommenen genauen Untersuchungen führten zur Verwerfung der über Stolberg gehenden Trace, dagegen zur Wahl einer Linie, welche von Calbe über Güsten bis Sandersleben selbstständig geführt ist und von Sandersleben bis Nordhausen mit der Strecke Sandersleben-Blankenheim der Magdeburg-Erfurter Bahn resp. mit der Strecke Blankenheim-Nordhausen der Halle-Casseler Bahn zusammenfällt. Als hauptsächlichste Gründe für die Wahl dieser Linie sind anzuführen, daß dieselbe unter der Voraussetzung der gemeinschaftlichen Benutzung der letztgenannten Bahnstrecken um rot. 20 000 000 \mathcal{M} . billiger herzustellen war, als die Stolberger Linie, welche nur dünn bevölkerte, industrie- und verkehrsarme Gegenden berührte, was bei der Sandersleben-Blankenheimer Linie nicht der Fall ist, die Aufwendung so erheblicher Mehrkosten für die

Aufschließung jener Gegenden in volkswirtschaftlicher Hinsicht aber nicht gerechtfertigt war. Hierzu kam, daß die Stolberger Linie zwar um 4 km kürzer gewesen wäre, hingegen sowohl bezüglich der Steigungs- als auch der Krümmungsverhältnisse sich ganz bedeutend ungünstiger gestaltet haben würde, insbesondere mit dieser Linie eine um 170 m größere absolute Höhe zu ersteigen gewesen wäre. Diese in technischer Beziehung so erheblichen Nachteile, welche die bedenklichsten Betriebserschwernisse im Gefolge gehabt haben würden, hätten zwar durch die Wahl einer zwischen der Stolberger und der Blankenheimer Linie liegenden Trace abgeschwächt, indessen nie ganz vermieden werden können. Ebenso wenig wäre es bei einer solchen Wahl möglich gewesen, die Baukosten entsprechend herabzumindern, oder wichtige Industriebezirke zu erschließen; abgesehen davon, daß es in volkswirtschaftlicher Hinsicht nicht wünschenswerth schien, fast parallel zu der Theilstrecke Sandersleben-Blankenheim der im Bau begriffenen Magdeburg-Erfurter Bahn mit Aufwand ganz bedeutender Kosten eine neue Bahn zu bauen, welche im Wesentlichen nur die Bedeutung einer Konkurrenzlinie gehabt hätte.

Im Besonderen ist bezüglich der Führung der Linie von Calbe bis Blankenheim folgendes zu erwähnen. Dieselbe war auf der Strecke von Calbe bis Sandersleben hauptsächlich durch die Rücksicht auf einen zweckmäßigen Anschluß an die bestehenden Bahnhöfe Güsten und Sandersleben der Magdeburg-Halberstädter Bahn bedingt.

Der Bahnhof Güsten (Schobk. 80,04 m A. P.), ein Inselbahnhof, auf dessen Südseite die Linie Cöthen-Aschersleben vorüberführte, während auf der Nordseite die Linie Schönebeck-Stafsurt-Güsten anschloß, mußte bei Einführung der Berlin-Blankenheimer Eisenbahn eine erhebliche Umgestaltung erfahren, indem die Linie Cöthen-Aschersleben ebenfalls auf die Nordseite der Insel verlegt werden mußte, um die Südseite für die Durchführung der Berlin-Blankenheimer Bahn frei zu machen und eine den Anforderungen des Uebergangsverkehrs entsprechende Verbindung der in Güsten zusammen treffenden Bahnlinien zu gewinnen. — Da die Berlin-Blankenheimer Linie östlich von Güsten auf der Nordseite der Cöthen-Ascherslebener Eisenbahn liegt, so wurde eine Ueberschreitung der letzteren vor Güsten nöthig, welche in der Nähe des Bahnhofes mittelst einer Ueberführung stattfindet.

In Sandersleben (Schobk. 130,79 m A. P.) war die directe Fortführung in der Richtung der zum Theil bereits fertig gestellten Linie Sandersleben-Blankenheim maassgebend, weshalb hier die Linie unter Ueberschreitung der Halle-Vienenburger Bahn kurz vor dem Bahnhofe mittelst Ueberführung auf die Bahnhofswestseite zu verlegen war. Während auf der Strecke Calbe-Güsten die Tracirung in Anbetracht der günstigen Terrainverhältnisse fast geradlinig möglich und nur behufs Gewinnung eines thunlichst günstigen Ueberganges über den Bodefluß eine geringe Abweichung von der geraden Linie nöthig war, forderten die Terrainverhältnisse zwischen Güsten und Sandersleben eine erheblichere Abweichung von der Luftlinie nach Aschersleben hin unter gleichzeitiger Anwendung von Steigungen bis 1 : 100.

Zwischen Calbe und Sandersleben ist die Haltestelle Neu-Gattersleben (Schobk. 79,02 m) angelegt, von welcher aus bei eventuell später eintretendem Bedürfnisse die Abzweigung einer Bahn nach Staffurt stattfinden würde.

Bei Sandersleben tritt die Linie in die Region des Harzgebirges; sie verfolgt zunächst in einer Steigung von 1 : 100 die Südabhänge des Wipperthales bis zum Bahnhofe Hettstädt (Schobk. 181,52 m), wendet sich demnächst südlich von dem Wipperthal ab und steigt mit 1 : 100 weiter bis zum Bahnhofe Mansfeld (Schobk. 250,82 m), von wo ab bis zum Blankenheimer Tunnel der Halle-Casseler Bahn die Steigungsverhältnisse günstiger werden, hingegen mehrfach sehr tief eingeschnittene Schluchten, wie die von Ziegelrode, Ahlsdorf und die des Kliebich, mit hohen Dammschüttungen zu überschreiten sind. Kurz vor dem Bahnhofe Blankenheim (Schobk. 255,18 m), welcher lediglich als Betriebsbahnhof für den Uebergang auf die Halle-Casseler Bahn dient, spaltet sich die bisher zweigeleisige Bahn in zwei eingleisige Arme, von welchen der linke Arm die Halle-Casseler Bahn mittelst Ueberführung kreuzt, und welche demnächst beide noch vor dem Blankenheimer Tunnel in die Halle-Casseler Bahn einmünden.

Bezüglich der Steigungs- und Krümmungsverhältnisse ist anzuführen, daß abgesehen von einer rot. 5 km langen Strecke zwischen Belzig und Wiesenburg, welche eine Steigung von 1 : 120 hat, auf der Strecke bis Güsten als Maximalgefälle das von 1 : 150 und weiterhin bis Blankenheim das von 1 : 100 festgehalten worden ist, daß ferner als Minimalradius für die Curven auf der Strecke bis Güsten ein solcher von 600 m nur ausnahmsweise, auf der Strecke von Güsten bis Sandersleben dagegen häufiger angenommen werden mußte, während von Sandersleben bis Blankenheim ein Minimalradius von 350 m erforderlich wurde.

Die Bahn ist im Unterbau wie im Oberbau von vornherein zweigeleisig zur Ausführung gelangt. Nur die Anschlußstrecken an die Berliner Ringbahn, an die Biederitz-Zerbster Bahn bei Güterglück und an die Magdeburg-Leipziger Bahn bei Calbe sind eingleisig angelegt worden.

Erdarbeiten.

Die Erdarbeiten sind theils in Entreprise, theils in Regie ausgeführt worden, und zwar wurden diejenigen Arbeiten, welche Bodentransport auf erhebliche Entfernung nöthig machten, und zu deren Ausführung die Anwendung von Locomotiven erforderlich war, sowie diejenigen Arbeiten, bei welchen erhebliche Felsenarbeiten auszuführen waren, wozu es eines eingetübten Arbeitercorps bedurfte, in Entreprise vergeben, während diejenigen Erdarbeiten, bei welchen vorwiegend leichte Bodenmassen zu lösen und auf kürzere Entfernungen zu transportieren waren, in Regie ausgeführt sind. Von den Regiearbeiten wurden im Laufe der Ausführung einzelne solchen Unternehmern übergeben, welchen die nöthigen Geräthschaften leihweise aus den Beständen der Bauverwaltung überlassen, also vorgehalten wurden, während die Unterhaltung dem Unternehmer oblag.

Das vorstehend beschriebene Verfahren hat sich sehr gut bewährt. Einerseits war hierbei die Bauverwaltung der Beschaffung und Unterhaltung kostspieligen Inventars, als Locomotiven, Schienen etc., sowie der Sorge für die Heranziehung geübter Arbeiter enthoben, während andererseits durch die Concurrenz einer großen Zahl von Unternehmern sehr billige Preise erzielt wurden, zu welchen die betreffenden Arbeiten in Regie nicht hätten ausgeführt werden können. Ebenso wurden die in Regie ausgeführten Arbeiten mit kur-

zen Transportweiten, welche von Unternehmern nicht gern und dann nur zu unverhältnißmäßig hohen Preisen übernommen werden, billiger, als wenn sie in Entreprise ausgeführt worden wären. Nebenher lief für die Bauverwaltung der Vortheil, daß für die vielfach vorkommenden Nebenarbeiten stets billige Arbeitskräfte in den Regieschächten vorhanden waren.

Niveaübergänge, Einfriedigungen und Schneeschutzvorrichtungen.

Sämmtliche Niveaübergänge sind ohne Schutzschienen zur Bildung der Spurkranzrille ausgeführt und entweder chaussirt oder gepflastert, je nach der Befestigung der in Frage kommenden Strafe. Bei den gepflasterten Uebergängen ist die Spurkranzrille sowohl bei dem Oberbau mit eisernen Langschwelen, als auch bei dem mit Holzquerschwelen unter Anwendung eines entsprechend geformten Holzfutters (vgl. die

nebensteh. Holzschnitts-Skizze

Fig. b) gebildet. Das Holzfutter wurde an denjenigen Stellen, in welchen es mit Tirefonds, Befestigungsschrauben, Laschen

und Laschenbolzen in Berührung kam, entsprechend ausgestemmt. Die Verschlussvorrichtungen der Niveaübergänge, welche direct von Hand zu bedienen sind, wurden als einfache Drehbarrieren mit an Kettel aufgehängten Stangen ausgeführt. Die Drahtzugbarrieren sind von der Firma M. Jüdel & Co. in Braunschweig nach Patent Brüstring mit Sperrbremse hergestellt.

Die Einfriedigungen sind in der Regel als Drahtzäune construirt, an deren Fußlinie eine Weißdornanpflanzung gesetzt ist, um allmähig eine lebende Hecke zu erzeugen, welche die Drahtzäune später ersetzen soll.

Schneeschutzvorrichtungen wurden bei vorhandenem Ausatzboden in Form von 2 m hohen Erddämmen, deren innerer Böschungfuß 16 m von der Mittellinie der zweigeleisigen Bahn entfernt liegt, in allen übrigen Fällen aus Spriegelzäunen von 2,5 m Höhe und in 21 m Entfernung von der Bahnaxe gebildet.

Diejenigen Strecken, welche derartige Vorkehrungen erforderten, sind durch sorgfältige Beobachtung während der schneereichen Wintermonate der Bauperiode festgestellt worden. Auf der inneren und äußeren Seite der Zäune wurde eine doppelte Reihe von Tannen gepflanzt, welche später, zu einem Zaun herangewachsen, die Spriegelzäune überflüssig machen werden.

Durchlässe, kleinere Brücken, Wege- und Eisenbahn-Ueber- und Unterführungen.

A. Bauwerke mit massiver Ueberbauung der Oeffnung.

Röhrendurchlässe aus Chamotteröhren bis zu 0,6 m Weite sind nur unter niedrigen Dammschüttungen von nicht über 3 m Höhe angelegt worden. Bei größeren Dammhöhen und bis zu 0,8 m lichter Weite wurden Plattenanäle, 1,25 m i. L.

hoch, angewendet, und zwar wurde bei einer Lichtweite von mehr als 0,6 m die freitragende Länge der Deckplatten durch Auskragung der Widerlagsmauern auf 0,8 m reducirt. Die große lichte Höhe von 1,25 m wurde mit Rücksicht auf die Möglichkeit, die Durchlässe zu begehen, gewählt. Die Fundamente der Plattendurchlässe sind durchgemauert und bilden somit zugleich die Sohle derselben. Bei starkem Seitengefälle des Terrains ist das Längenprofil des Durchlasses dem Querprofil des Terrains resp. des guten Baugrundes möglichst angeschlossen, und sind demnach treppenförmige Absätze, welche leicht zu Abbrüchen Veranlassung geben, vermieden worden. Alle Durchlässe von 1 bis 1,5 m Weite sind mit Flachbogen von 1 m Radius aus Ziegeln geschlossen.

Durchlässe und Wegeüberführungen von 2 bis 6 m lichter Weite wurden unter mäßigen Dammhöhen mit Halbkreisgewölben, unter sehr hohen Dammschüttungen mit nach der Drucklinie geformten Gewölben geschlossen. Zu letzteren

sind theils Ziegel, theils Quadern verwendet worden. Die Stärke der Widerlager und Gewölbe wurde nach bekannten Formeln berechnet und dieselbe nach dem Innern des Dammes zu vermehrt. Solche Verstärkungen treten in Absätzen von 1/2 Stein bei Ziegeln und von 0,15 m bei Quadern oder Bruchsteinmauerwerk ein; die Punkte, in welchen diese Verstärkungen anfangen, wurden aus folgenden empirisch aufgestellten Formeln berechnet:

$$a_1 = \frac{13}{W} + 1,5 \text{ m,}$$

$$a_{II} = \frac{26}{W} + 1,5 \text{ m,}$$

$$a_{III} = \frac{39}{W} + 1,5 \text{ m, u. s. w.,}$$

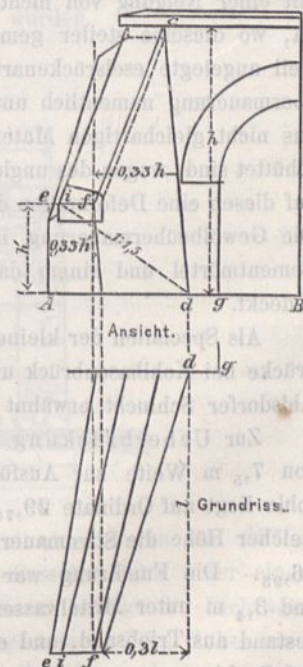
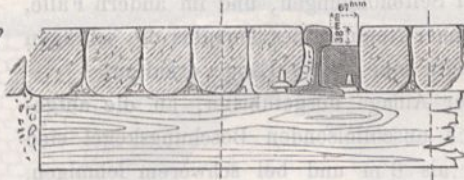
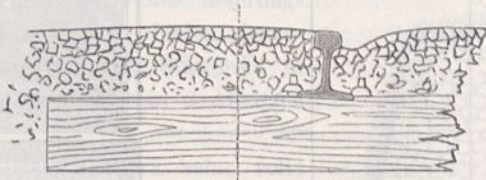
in denen a_1, a_{II}, a_{III} die Höhe der wachsenden Erdüberschüttung über dem Scheitel des Gewölbes bezeichnet, für W bei Halbkreisbögen die lichte Weite des Gewölbes, bei Flach- und Korbbögen die doppelte Länge des Radius des Scheitels zu setzen ist. Wurde a größer als 15 m, so kamen weitere Verstärkungen nicht mehr zur Anwendung. Ist beispielsweise $W = 2$ m, so wird $a_1 = 8$ m, $a_{II} = 14,5$ m und der betreffende Durchlaß erhält nur 2 Verstärkungen, welche in den Punkten, in denen die Erdüberschüttung 8 m und resp. 14,5 m erreicht, ansetzen.

Die Plattendurchlässe haben sämmtlich rechtwinklige Flügel erhalten, gegen welche sich die Erdkegel mit einfacher Anlage legen.

Niveaübergangsbefestigung.

a. bei Chaussirung.

b. bei Pflasterung.



Bei den Bauobjecten von 1 m lichter Weite ab, sind in der Regel schräge Flügel zur Anwendung gekommen. Dieselben sind nach Maafgabe der Skizze auf S. 290 geformt; ihre Länge wurde durch die Bestimmung bedingt, daß eine durch den Punkt *d* gezogene Linie mit $1\frac{1}{2}$ facher Anlage durch den hinteren Eckpunkt des Flügelstützquaders *e* gehen soll.

Bei denjenigen größeren Bauwerken, welche bis in die Bahnkrone reichen, deren Höhe mehr als 5 m beträgt und welche entweder eine tiefe Fundirung nöthig machten, oder welche auf stark seitlich geneigtem Terrain zu erbauen waren, ist von der Anlage schräger Flügel abgesehen, und sind statt deren die Widerlager als sogenannte aufgelöste construiert, so daß dergleichen Bauwerke eine große Mittelöffnung und zwei kleinere Seitenöffnungen haben, von denen letztere zum Theil durch die mit einfacher Anlage hergestellten Böschungskegel verdeckt werden. Die Construction ist in dem einen Falle gewählt, weil schräge Flügel bei den bis zur Bahnkrone reichenden, mehr als 5 m hohen Bauwerken einen erheblich größeren Theil an Fundamentmauerwerk erfordern, als die Widerlager der Seitenöffnungen, und im andern Falle, weil bei starker seitlicher Neigung des Terrains die schrägen Flügel auf der Thalseite eine große Länge erhalten.

Die mit einfacher Anlage ausgeführten, an die aufgelösten Widerlager sich anschließenden Böschungskegel sind bei Höhen von mehr als 6 m und bei schwerem lehmigen, thonigen oder bei rolligem Schüttungsmaterial vollständig mit Steinen befestigt. Dieselben haben in den ersten 2 Jahren nach ihrer Ausführung an einzelnen Stellen, wo das Schüttungsmaterial sehr thonhaltig war, mehrfache Reparaturen erfordert, weshalb es zweckmäßiger gewesen sein würde, die Seitenöffnungen der aufgelösten Widerlager so weit zu machen, daß die Böschung der Kegel mindestens $1\frac{1}{4}$ fach hätten angelegt werden können. — Die Böschungskegel in leichten Bodenarten brauchten nur in den unteren Theilen auf 1,5 bis 2 m Höhe abgeplästert zu werden.

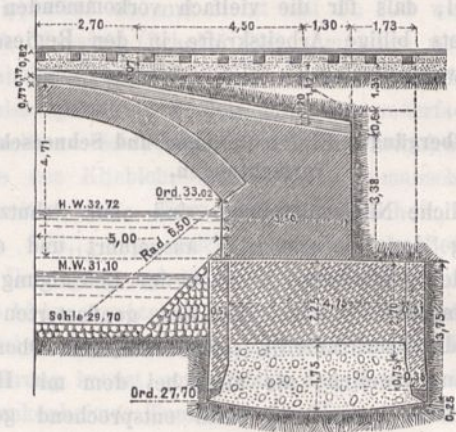
Die Gewölbeübermauerung der kleinen Bauwerke ist mit einer Neigung von nicht mehr als 1 : 4 angelegt, auch da, wo dieselbe steiler gemacht werden konnte, weil sehr steil angelegte eselsrückenartige Abgleichungen der Gewölbeübermauerung namentlich unter sehr hohen Dämmen, welche aus nicht gleichartigen Materialien von zwei Seiten her geschüttet sind, wegen des ungleichmäßigen Setzens des Damms auf diesen eine Deformation des Bauwerkes leicht begünstigen. Die Gewölbeübermauerung ist mit 2 Ziegelflachschieben in Cementmörtel und einem darüber liegenden Cementgufs abgedeckt.

Als Specialien der kleineren Bauwerke mögen die Beekebrücke bei Kohlhasenbrück und die Wegeunterführung in der Ahlsdorfer Schlucht erwähnt werden.

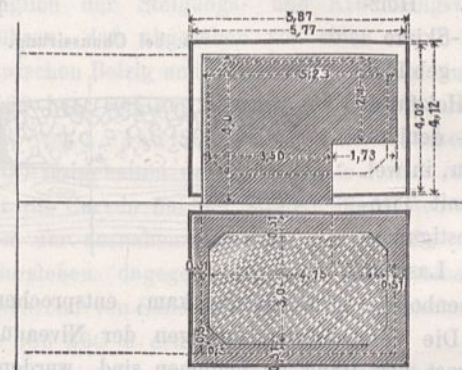
Zur Ueberbrückung der Beeke war ein Bauwerk von 7,5 m Weite zur Ausführung zu bringen. Die Flußsohle liegt auf Ordinate 29,70, die Schienenoberkante, bis zu welcher Höhe die Stirnmauern reichen mußten, auf Ordinate 36,93. Die Fundirung war bis auf 2 m unter Flußsohle und 3,4 m unter Mittelwasser hinabzuführen. Der Baugrund bestand aus Trieb sand, und erschien hiernach eine Fundirung auf Senkbrunnen angezeigt. Deshalb wurde von der Anlage schräger Flügel abgesehen und durch Concurrenzrechnungen ermittelt, daß die in den folgenden Figuren skizzirte Form, bei

welcher eine Mittelöffnung von 10 m lichter Weite, statt der nothwendigen 7,5 m Weite, und kurze rechtwinklige Flügel-

Beeke-Ueberbrückung.



Ansiicht.



Grundriss

ansätze bei Anwendung von einfach angelegten Böschungskegeln am vortheilhaftesten sei.

Das ganze Bauwerk steht hiernach auf 4 großen Brunnen, welche sich bequem senken ließen.

Die Wegeunterführung in der Ahlsdorfer Schlucht zwischen Hettstedt und Mansfeld, von 5,5 m Weite und gewölbt, dient zugleich zur Durchführung eines Baches und hat eine Dammschüttung über sich von 33,7 m Höhe über der Bachsohle. Mit Rücksicht darauf, daß der Damm zum großen Theil aus Seitenentnahme gebildet ist, in welcher nur schwerer lehmiger und steiniger Boden zu gewinnen war, daß ferner der zur Schüttung zu verwendende Einschnittsboden zum Theil auf große Entfernung herangefördert werden mußte, und daß lange tunnelartige Wölbungen unter hohen Dämmen leicht bedenklichen Deformationen ausgesetzt sind, wäre hier eigentlich ein Viaduct angezeigt gewesen, welcher mit Rücksicht auf die schlechten Zufahrtswege zur Baustelle aus thunlichst geringen Massen, d. h. aus Eisen hätte construiert werden müssen. Als jedoch die Strecke Sandersleben-Blankenheim von der damaligen Magdeburg-Halberstädter Eisenbahn-Gesellschaft in den Besitz des Staates übergang, waren die Fundamente und ein Theil der Widerlager des Bauwerkes bereits ausgeführt, sowie die Quader für die Gewölbe bereits in den Nebraer Steinbrüchen gebrochen, weshalb die Ausführung des tunnelförmigen Projects festgehalten werden mußte. Es wurde indessen das vorliegende Project, welches den oben aufgeführten allgemeinen Principien nicht entsprach, bezüglich der Widerlagsstärke, der Verstärkung der Gewölbe nach dem Innern des Damms

zu, und der Abböschung der Gewölbehintermauerung, soweit als noch angänglich modificirt. Um das Bauwerk noch mehr gegen Deformation durch einseitigen Druck der aus verschiedenen Bodenarten bestehenden Dammschüttung zu sichern, ist eine Umpackung desselben in trockenem Steinsatz angeordnet, welche von den Stirnen nach der Mitte zu allmählig stärker wird. Das Bauwerk ist 91,47 m zwischen den Stirnen lang und mit einem Quadergewölbe versehen, dessen Wölblinie aus 3 Mittelpunkten beschrieben ist. Alles übrige Mauerwerk wurde aus Bruchsteinen in verlängertem Cementmörtel hergestellt, und stehen die Fundamente auf gewachsenem Felsen.

Der Anschluß an die Böschungen der Dammschüttungen ist durch schräge Flügel erzielt. In den beiden hier skizzirten Figuren ist der Querschnitt des Bauwerks an der Stirn und der Querschnitt in der Mitte der 50 m langen Mittelstrecke, sowie der Querschnitt des ursprünglichen Projects durch punktirte Linien dargestellt. Der Uebergang von dem Stirnprofil in dasjenige der Mittelstrecke findet in 2 Absätzen statt.

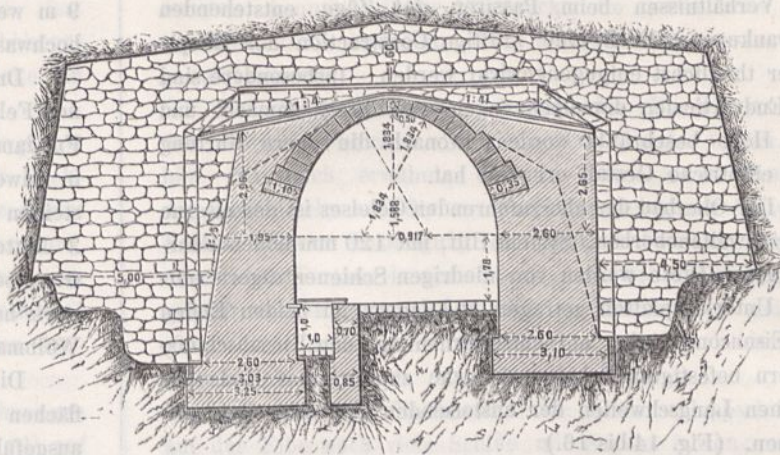
Bis heute, wo das Bauwerk seine volle Last etc. 3 1/2 Jahre lang getragen, und sich der Damm um etwa 2 m gesetzt hat, zeigt dasselbe keinerlei Deformation, was, soviel bekannt, bei dergleichen Bauwerken unter sehr hohen, aus lehmigem Boden hergestellten Dämmen ziemlich selten ist, und dürfte dies Resultat nicht zum wenigsten der angewendeten Steinpackung zu verdanken sein.

B. Bauwerke mit hölzernem und eisernem Ueberbau.

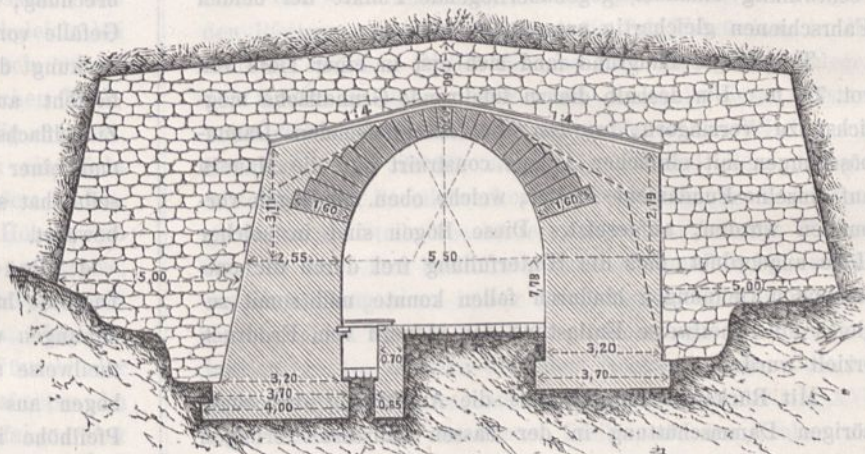
Mit hölzernem Ueberbau sind die meisten Wegeüberführungen nach Maafsgabe der hier in Ansicht und Querschnitt gezeichneten Skizze zur Ausführung gekommen, wobei der

Wegeunterführung in der Ahlsdorfer Schlucht.

Schnitt an der Stirn.



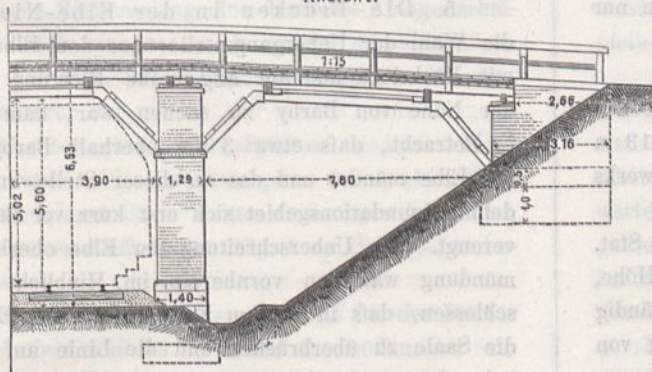
Schnitt in der Mitte.



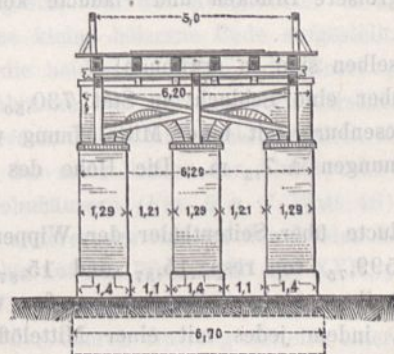
Ueberbau der Seitenöffnungen dem Gefälle des zu überschreitenden Weges angepaßt, oder bei Einschnittstiefen, welche geringer, als die nothwendige Höhe des Bauwerks waren, in ein beiderseitiges Gefälle gelegt wurden.

Wegeüberführung, 0,5 m breit.

Ansicht.



Querschnitt.



Sämmtliche Wegeunterführungen mit beschränkter Constructionshöhe, sowie sämmtliche Eisenbahn-Ueber- und Unterführungen sind mit eisernem Ueberbau ausgeführt.

Als Beispiel einer Eisenbahn-Unterführung bei sehr spitzer Ueberschneidung ist auf Blatt 44 Fig. 3 bis 16 die Unterführung der Halle-Casseler Bahn unter dem linken Hauptgeleise der Berlin-Blankenheimer Bahn dargestellt.

Dieses Geleise liegt hier in einer Curve von 397 m Radius und schneidet die Halle-Casseler Bahn unter einem Winkel von 19°. In Folge dessen beträgt die Lichtweite des Bauwerks, in der Tangente gemessen, 24,6 m bei einer normalen Lichtweite von 8 m. Das Bauwerk ist nur ein-geleisig, und beträgt deshalb der Abstand der Hauptträger von einander mit Rücksicht auf die Geleiscurve 5,2 m.

Da die Hauptträger um 14,8 m gegen einander verschoben liegen und deshalb nur theilweise durch die Querträger gegen einander versteift werden konnten, so mußte den unter diesen Verhältnissen beim Passiren der Züge entstehenden Schwankungen durch eine kräftige Construction der Hauptträger thunlichst entgegengewirkt werden. Insbesondere sind die Endverticalen derselben angemessen breit gemacht und ihre Höhe beschränkt worden, wonach die obere Gurtung eine elliptische Gestalt erhalten hat.

Der Oberbau des überzuführenden Geleises ist der eiserne Langschwellerbau, System Hilf, mit 120 mm hohen Fahr-schienen. Diese werden von niedrigen Schienenträgern mittelst Unterlagsplatten getragen und lagern an beiden Enden der Eisenconstruction auf gußeisernen auf den Kiesabschlus-mauern befestigten Schuhen, welche zugleich das Ende der eisernen Langschweller der anstoßenden Dammstrecken auf-nehmen. (Fig. 14 bis 16.)

Die Quer- und Schienenträger der Eisenconstruction und ebenso die Kiesabschlusmauern sind so angeordnet, daß rechtwinklig einander gegenüberliegende Punkte der beiden Fahr-schienen gleichartig unterstützt sind.

Tragfähiger Baugrund fand sich erst in einer Tiefe von rot. 7,4 m. Um deshalb die zu fundirende Grundfläche mög-lichst zu verringern, wurden die anschließenden Damm-böschungen mit einfacher Anlage construirt und die Mauern auf einzelne Fundament-Pfeiler, welche oben mit Bögen ver-bunden wurden, aufgesetzt. Diese Bögen sind in solcher Höhe angeordnet, daß die Hinterfüllung frei durch die ent-stehenden Oeffnungen hindurch fallen konnte und somit zu-gleich eine theilweise Entlastung der Mauern vom Erddruck erzielt wurde.

Mit Rücksicht darauf, daß die Ausführung der zuge-hörigen Dammschüttung in der nassen Jahreszeit erfolgen mußte und das Schüttungsmaterial aus wenig durchlässigem Boden besteht, wurden die Flügelmauern durch kräftige Stein-packungen angemessen verstärkt, wodurch eine schnelle Ab-führung des Tagewassers erzielt und den nachtheiligen Ein-wirkungen des stoßweisen Setzens der Dämme besonders im Frühjahr erfolgreich begegnet wurde.

Größere Brücken.

Gewölbte größere Brücken und Viaducte kommen nur wenig vor.

Unter denselben sind zu erwähnen:

1. Viaduct über eine Schlucht in Stat. 730,50 zwischen Belzig und Wiesenburg mit einer Mittelöffnung von 13 m und 2 Seitenöffnungen à 7,3 m. Die Höhe des Bauwerks ist 12,05 m.

2. Zwei Viaducte über Seitenthäler der Wipper in Stat. 1529,59 und 1599,75 von resp. 15,37 und 15,87 m Höhe, welche bezüglich ihrer übrigen Abmessungen fast vollständig übereinstimmen, indem jedes mit einer Mittelöffnung von 12 m und 2 Seitenöffnungen von je 9 m lichter Weite ange-ordnet ist. Die Gewölbe der ad 1 und 2 aufgeführten Via-ducte sind nach Kreisbögen aus 3 Mittelpunkten gebildet und in Ziegeln ausgeführt, die Seitenöffnungen zum Theil durch die Böschungskegel der anschließenden Dammschüttungen verdeckt.

3. Brücke über die Bode zwischen Neu-Gattersleben und Güsten. Dieselbe ist 13,45 m hoch, hat 4 Oeffnungen

à 20 m, eine Seitenöffnung von 4,75 m und eine desgleichen von 9 m lichter Weite. Auch hier werden die Seitenöffnungen zum Theil durch die Böschungskegel verdeckt; durch den 9 m weiten Bogen ist außerdem ein 5,5 m breiter Feldweg hochwasserfrei hindurchgeführt.

Drei Pfeiler der Brücke konnten direct auf den gewachse-nen Felsen fundirt werden, während bei den übrigen Pfeilern Fundamentbrunnen, welche in festem thonigen Kiese stehen, in Anwendung gebracht wurden. Die Pfeiler sind aus Bruch-steinen mit Quaderverblendung, die nach einer Korblinie aus 3 Mittelpunkten mit 10,4 und 12,8 m Radius gebildeten Gewölbe von 6 m Pfeilhöhe aus Ziegeln und zwar 1,42 m stark hergestellt, weil die Qualität des zu Gebote stehenden Wölbmaterials nicht die beste war.

Die Stirnmauern sind aus Bruchsteinen, in den Ansichts-flächen mit horizontalen Lager- und senkrechten Stosfugen ausgeführt. Die Gewölbezwickel wurden durch Kapellen derart ausgefüllt, daß die Oberfläche der Brücke, vom Mittelpunkte derselben aus nach beiden Seiten abfallend, ohne Unter-brechung, lediglich nach der Hinterseite der Widerlager (im Gefälle von rot. 1 : 44) entwässert werden konnte. Die Ab-deckung der Brücke, mit besonderer Sorgfalt ausgeführt, besteht aus einer doppelten, in Cementmörtel verlegten Ziegelflachsicht, einem Cementguß von etwa 1,5 cm Stärke und einer Lage von eben so starken Asphaltplatten; die-selbe hat sich bis jetzt, also während etwa 3 1/2 Jahre, gut bewährt.

4. Brücke über die Wipper bei Sandersleben. Dieselbe hat eine Mittelöffnung von 19,2 m und 2 Seiten-öffnungen von je 4,5 m lichter Weite, ist 11,65 m hoch und theilweise auf Senkbrunnen fundirt. Das nach einem Korb-bogen aus 3 Mittelpunkten construirte Gewölbe von 6 m Pfeilhöhe ist in Ziegeln 1,16 m stark hergestellt, Pfeiler, Widerlager und Stirnen sind aus Bruchsteinen erbaut. Die Gewölbeabdeckung ist, vom Mittelpunkte der Brücke ab nach den Hinterseiten beider Widerlager zu entwässert und hat ein Gefälle von nur 1 : 14 erhalten, weil bei einem stärkeren Gefälle die Stirnmauern von der Mitte der Brücke aus nach den Widerlagern zu rasch in ihrer Höhe gewachsen wären, dergleichen hohe Stirnmauern aber durch den zwischen sie gelagerten Erdkeil leicht abgeschoben werden können.

5. Die Brücken in der Elbe-Niederung. Für die Wahl der Uebergangsstelle über den Elbestrom, welche mit Rücksicht auf die allgemeine Richtung der Bahn in der Nähe von Barby zu suchen war, kam der Umstand in Betracht, daß etwa 3 km oberhalb Barby die Saale in die Elbe mündet und das an dieser Stelle ungemein ausge-dehnte Inundationsgebiet sich erst kurz vor Barby wesentlich verengt. Die Ueberschreitung der Elbe oberhalb der Saale-mündung war von vornherein im Hinblick darauf ausge-schlossen, daß in diesem Falle außer der Elbe auch noch die Saale zu überbrücken und die Linie auf eine beträcht-liche Länge durch das Inundationsgebiet der letzteren zu führen gewesen wäre. Es erschien auch nicht rathsam, den Uebergang weiter unterhalb, jedoch noch oberhalb der Stadt Barby anzuordnen, indem hier das Ueberschwemmungsgebiet der vereinigten Elbe und Saale eine bedeutende Ausdehnung hat, und innerhalb desselben die Hochfluthen und Eismassen, je nach den Wasserständen der beiden Flüsse, der Wind-richtung und sonstigen Einwirkungen, in gänzlich regelloser

Weise und veränderlicher Richtung zum Abflusse gelangen. Hierzu trat der Umstand, daß die vom rechten Hochufer aus bis dicht an das Flußufer das Ueberschwemmungsgebiet in bedeutender Ausdehnung quer durchschneidende, fast wasserfreie StraÙe von Barby nach Zerbst durch ihre bühnenartige Wirkung eine günstige Disposition der Brücke an dieser Stelle ausschloß.

Es wurde deshalb (Fig. 12 auf Blatt 46) die Uebergangsstelle 800 m unterhalb Barby gewählt, woselbst das Hochwasserprofil einerseits durch den Winterdeich, andererseits durch die Flötzer Höhen in normaler Weise begrenzt wird, und der Stromlauf selbst, in einer sanften Krümmung nahe an den ersteren herantretend, in einer regelmäßigen und voraussichtlich nur geringe Veränderungen zulassenden Ausbildung sich befindet.

Auf Grund eingehender hydrotechnischer Berechnungen wurde die Lichtweite der Elbbrücke (Fig. 1 auf Blatt 46) auf 6 Oeffnungen von 63 m, welche den eigentlichen Stromschlauch überspannen, und 10 unmittelbar daneben auf dem Vorlande liegende Fluthöffnungen von 32 m, im Ganzen also auf $6 \cdot 63 + 10 \cdot 32 = 698$ m festgesetzt. Obgleich bei dieser Anordnung die Brücke im Stande gewesen sein würde, das gesammte Hochwasser der Elbe ohne schädlichen Rückstau abzuführen, so wurde es doch für nothwendig erachtet, in Anbetracht des Umstandes, daß bis dahin ein nicht ganz unerheblicher Theil des Hochwassers auf dem rechtsseitigen Vorlande, in der Nähe der Flötzer Höhen, wo dasselbe etwa 1,0 m tiefer liegt, als unmittelbar am Strome, zum Abflusse gelangt, an dieser Stelle eine Fluthbrücke mit 6 Oeffnungen von je 24 m lichter Weite anzulegen. Zugleich war bei dieser Anlage die Rücksicht auf die Wünsche der Anwohner maßgebend, welche im Hinblick auf etwa im eigentlichen Stromschlauche entstehende Eisstopfungen zur größeren Sicherung der oberhalb gelegenen Ortschaften, namentlich der Stadt Barby, die Anordnung einer möglichst weiten Brücke an der vorbezeichneten Stelle zur Abführung des Stauwassers dringend befürwortet hatten.

Im Uebrigen durchschneidet die Bahn die etwa 2,5 km breite Niederung mittelst eines Dammes, dessen um 2,0 m über das Normalprofil verbreiterte Krone 1,0 m über der Hochwasserlinie angeordnet ist. Die Dammböschungen haben zum Schutze gegen Wellenschlag eine dreifache Anlage erhalten und sind durch eine starke lebendige Spreutlage von Weidenstrauch befestigt, welche einen vorzüglichen Weidenwuchs hervorgebracht hat.

Die Ueberbauten sämtlicher Brücken sind aus Eisen construirt und zwar auf Fachwerkträgern, deren obere Gurtung bei den 24 m und 32 m weiten Oeffnungen horizontal, bei den 63 m weiten Oeffnungen (Fig. 1 auf Bl. 47) parabolisch geformt ist.

Die Unterkante der Eisenconstruction ist bei der Flötzer Brücke 0,5 m, über den 63 m weiten Stromöffnungen der Elbbrücke, mit Rücksicht auf treibende Schiffe resp. auf den Eisgang im Hauptstrome, auf 3,77 m über dem höchsten Hochwasser angeordnet worden. Da letztere Rücksicht bei den auf dem Vorlande liegenden 32 m weiten Fluthöffnungen nicht zu nehmen war, so wurden diese in ein Gefälle von 1:150 gelegt, derart, daß die Unterkante der Eisenconstruction in der letzten Oeffnung noch 1,12 m über dem Hochwasser sich befindet.

Während unter diesen Verhältnissen die disponible Constructionshöhe bei der Flötzer Brücke beschränkt war, und deshalb die Schienen direct auf Schienenträger gelegt werden mußten, konnte bei der Elbebrücke die gewöhnliche Construction, unter Anwendung von hölzernen Brückenschwellen, gewählt werden.

Mit Uebergehung der Details der Eisenconstruction der Brücken, welche wesentlich Neues nicht bieten, sei hier nur noch erwähnt, daß in Folge eines Gesuches der Stadt Barby auf der stromaufwärts belegenen Seite der Brücke mittelst Auskragung auf eisernen Consolen ein dem öffentlichen Verkehr bestimmter, 1,25 m breiter Fußweg ausgeführt worden ist, welcher auch bei Hochwasser und Eisgang eine ungehinderte Communication zwischen beiden Elbfern gewährt.

Da trotz der Einführung der Kettenschleppschiffahrt auf der Elbe noch viele Schiffe mit Segeln fahren, so war die Aufstellung von Mastenkränen erforderlich (Fig. 8, 9, 10 und 15 auf Blatt 46). Dieselben sind auf besonderen, im Strom ober- und unterhalb des Strompfeilers Nr. XVI liegenden Pfeilern angeordnet, indem die Schifffahrtsrinne in der Oeffnung zwischen Pfeiler XV und XVI liegt. Zum Anlegen der Schiffe ist ferner ober- und unterhalb dieser Mastenkranhpfeiler je ein kleinerer Anlegepfeiler mit Winden zum Heranholen der Schiffe errichtet, und sind diese Anlagen mittelst eines Parallelwerkes untereinander in Verbindung gebracht. An Stelle des letzteren dient bei höheren Wasserständen eine 1 m breite schwimmende Laufbrücke, welche zur Herstellung einer immer gangbaren Verbindung zwischen den einzelnen Theilen der Mastenkrhananlage mit einer 1 m breiten, in 1,5 m Höhe über dem Hochwasser von Consolen getragenen Laufbrücke, an der Langseite des Pfeilers XVI, sowie mit eisernen, an diesem Pfeiler und den Kran- und Anlegepfeilern befestigten Leitern in Verbindung steht.

In der Krone des Parallelwerkes, sowie auf den Langseiten der genannten, neben der Schifffahrtsrinne liegenden Pfeiler sind Schiffsringe und an den Pfeilern außerdem zum Schutze der Schiffe 2 resp. 3 Stück hölzerne Streichbalken angebracht.

Die Krane sind ganz aus Eisen construirt und haben eine Tragfähigkeit von je 7 Tons. Zum Schutze der Windvorrichtung resp. für den Kranwärter ist auf jedem Kranpfeiler eine kleine hölzerne Bude aufgestellt.

Um die beiden Haupttheile der Brücke, die Fluth- und die Strombrücke, in der äußeren Erscheinung charakteristisch herauszuheben und architektonisch abzuschließen, ist einerseits der erste Pfeiler der Fluthbrücke mit 2 Brückwärter-Wohnhäusern (Fig. 6 u. 7 Blatt 46) in Verbindung gebracht, andererseits sind an den beiden Enden der Strombrücke, also auf den Pfeilern XI und XVII, je 2 Flankierungsthürme (Fig. 1 u. 13. auf Bl. 46) angeordnet, welche in der Höhe der oberen Gurtung mittelst einer Laufbrücke mit einander im Zusammenhange stehen. Im Uebrigen sind aus Rücksicht auf die äußere Erscheinung des Bauwerks die Vorköpfe der Strompfeiler mit kleinen, die Zwischenräume zwischen den Endverticalen der Eisenconstruction verdeckenden Thürmchen versehen.

Für die Stärke der Pfeiler war, abgesehen von den oben erwähnten Pfeilern I, XI und XVII, für welche die angeführten besonderen Verhältnisse Platz greifen, außer

der Rücksicht auf eine angemessene Vertheilung des Auflagerdruckes der Eisenconstruction insbesondere die Anforderung an eine genügende Widerstandsfähigkeit gegen die Angriffe des Hochwassers resp. des Eisganges maafsgebend.

Die Stärke der Strompfeiler ist hiernach zu 4 m, die der Fluthpfeiler zu 2,6 m angenommen, bei einer Länge incl. der halbrunden Vorköpfe von 14,45 m resp. 12 m. Ausserdem haben sämtliche Pfeiler von der Höhe des Mittelwassers aufwärts eine Dossirung von $\frac{1}{20}$ erhalten. Der Baugrund besteht, abgesehen von einer etwa 2 m starken Humusschicht im Vorlande, aus einer zwischen 6 und 10 m starken Kiesschicht, welche mit der Tiefe an Grobkörnigkeit zunimmt und auf einem mächtigen Lager blauen Thones aufruhet.

Unter diesen Verhältnissen ist die Fundirung mittelst Senkbrunnen bewirkt worden. Nur die beiden Landpfeiler I und XVII konnten wegen der geradlinigen Begrenzung ihrer Grundform und mit Rücksicht auf die Zulässigkeit einer weniger tiefen Fundirung auf Betonschüttung zwischen Spundwänden fundirt werden. Die Pfeiler XI bis XVI stehen auf je 2, die Fluthpfeiler II bis X auf je 3 Brunnen. Letztere haben einen oberen Durchmesser von 4 m und sind kreisrund, erstere dagegen oval in Korbbogenform construiert. Bei diesen haben die Pfeiler XII bis XVI obere Durchmesser von beziehungsweise 6,4 und 7,6 m und der Thurmpfeiler XI solche von 6,8 und 9 m. Die Brunnen der Mastenkrahn- und Anlegepfeiler haben entsprechend kleinere Dimensionen.

Sämtliche Brunnen sind, um den Reibungswiderstand beim Senken zu verringern, in ihren unteren Theilen konisch geformt, von Ziegeln in Cementmörtel und mit thunlichst grossen Wandstärken hergestellt. Die Brunnenkränze sind bei allen Brunnen in Eisen und Holz construiert und bestehen, wie auf Blatt 47 die Figuren 5 bis 12 darstellen, aus einem eisernen Gerippe von T- und H-Eisen, von denen die letzteren zugleich die untere Schneide bilden, und aus einer äusseren fafsartig zusammengesetzten Bohlenbekleidung, sowie einer oberen Bohlenabdeckung.

Bei den Pfeilern II bis XIII konnten die Brunnenkränze direct auf den gewachsenen Boden verlegt werden, während für die Pfeiler XIV bis XVI, sowie für die 4 Pfeiler der Mastenkrahnanlage die Herstellung je einer mit Spundwänden umschlossenen, mit Sand ausgefüllten Insel erforderlich war. — Um ein seitliches Herausdrängen der Spundwände durch die Last der Brunnen zu verhindern, wurden dieselben mit eisernen Zugankern in der auf Bl. 47 Fig. 4 dargestellten Weise armirt.

Das Ausheben des Bodens aus den Brunnen geschah mit verticalen Eimerbaggern, durchweg ohne Entfernung des Wassers durch Pumpen.

Die Brunnen der Strompfeiler sind thunlichst bis auf die Thonschicht, also rot. 7 m unter der Flusssohle, die der Fluthpfeiler auf dem Vorlande rot. 5 m unter Terrainhöhe gesenkt worden.

Als Baumaterial ist für die Pfeileraufbauten selbst der bei Gröna in der Nähe von Bernburg gewonnene, sehr wetterbeständige Kalkstein (Oolith), zur Abdeckung der Pfeiler Elbsandstein und zu den Auflagersteinen sächsischer Granit verwendet worden.

Die Ausführung der Fundirungsarbeiten erfolgte durchweg in Regie, die der Pfeiler-Aufmauerungen durch ein-

zelne Unternehmer, wobei sämtliche Materialien von der Bauverwaltung beschafft, auch die Mörtelbereitung bewirkt, sowie sämtliche Gerüste und die Anlagen für den Transport der Materialien von den Depotplätzen nach den einzelnen Pfeiler-Baustellen hergestellt wurden.

Die Arbeiten begannen im August 1875 mit dem Ausheben der Baugrube für den Endpfeiler Nr. XVII und der provisorischen Herumführung des Deiches um denselben. Dieser, auf einer zwischen Pfahlwänden eingebrachten Betonschüttung fundirte Pfeiler wurde noch in demselben Jahre bis zur Höhe der Deichkrone fertiggestellt, so dafs vor Eintritt des Winters der Deich in seiner ursprünglichen Lage, in unmittelbarem Anschlufs an den Pfeiler, wieder hergestellt werden konnte. Im September desselben Jahres wurde der niedrige Wasserstand benutzt, um die Strompfeiler XII und XIII in Angriff zu nehmen, zu deren Fundirung mit Rücksicht auf die höhere Lage des Flussbettes die Ausführung von Rammarbeiten nicht erforderlich war, und konnten noch die Brunnen des Pfeilers XII vollständig, diejenigen des Pfeilers XIII nahezu in ihre projectmäfsige Lage versenkt werden. Ebenso wurden die kleineren Brunnen der Fluthbrückenpfeiler Nr. VIII bis X eingesenkt und grösstentheils auch in der Sohle betonirt, bis die im November eintretende schlechte Witterung und der steigende Wasserstand den Arbeiten ein Ende machte.

Im Jahre 1876 wurde zunächst (Anfangs April) mit der Brunnenfundirung des auf dem rechten Hochufer stehenden Endpfeilers der Strombrücke, Nr. XI, begonnen, während die Fortführung der Fundirungsarbeiten im Strome selbst mit Rücksicht auf den hohen Wasserstand, sowie weil die gröfseren Geräthe, Dampfrahmen, Bagger u. s. w. noch nicht zur Stelle waren, erst gegen Mitte Mai möglich wurde.

Im Verlaufe desselben Monats wurde mit den Rammarbeiten an den mittleren Strompfeilern XIV bis XVI der Anfang gemacht und auch an den Pfeilern XI und XII die Arbeit wieder aufgenommen. Dieselbe mußte aber Mitte Juni an sämtlichen Strompfeilern unterbrochen werden, weil ein um diese Zeit auf der Elbe ziemlich seltenes Hochwasser eintrat, welches die Baustellen 14 Tage lang überfluthete. Nachdem sodann die Arbeiten wieder aufgenommen waren, konnte im Laufe des Monats Juli mit den Rammarbeiten für die ebenfalls im Strome zu erbauenden 4 Mastenkrahn- und Anlegepfeiler begonnen werden.

Die Fundirungsarbeiten zu sämtlichen 10 Pfeilern gingen glücklich von Statten, und wurde der Aufbau derselben noch in demselben Jahre, der des letzten Pfeilers gegen Ende November, zu Ende geführt.

Die Fertigstellung der Fluthbrückenpfeiler erfolgte während dieser Zeit gleichfalls ohne Schwierigkeiten. Die Arbeiten an diesen Pfeilern wurden als ein Ausgleichungsobject für die im Strome auszuführenden Arbeiten benutzt, wodurch es sich ermöglichen liefs, über die in den einzelnen Arbeitsperioden erforderlichen gröfseren Geräthe, sowie die für dieselben besonders ausgebildeten Mannschaften zweckmäfsig zu disponiren. Zur Ausführung der Rammarbeiten im Strome waren 3 von Menk & Hammbrock zu Ottensen gebaute Dampfrahmen mit endloser Kette und frei fallendem Bär beschafft und auf starken Prähmen montirt worden. Von diesen Rahmen hatten 2 Stück bei einer Gerüsthöhe von 12 m einen 15 Centner schweren Bär und einen stehenden Röhrenkessel

von 4 Pferdekraft; dieselben leisteten bei einer Fallhöhe von 1,5 m in der Minute 18 bis 20 Schläge.

Die dritte Ramme, von gleicher Construction, war mit demselben Dampfkessel versehen, hatte jedoch bei 15 m Gerüsthöhe einen 21 Ctr. schweren Bär, welcher bei derselben Fallhöhe 12 Schläge in der Minute machte. Die beiden ersten Rammen erwiesen sich als etwas leistungsfähiger, da bei der letzteren der Dampfkessel zu schwach war, um zur Bewegung des schweren Bärs immer den nöthigen Dampf zu erzeugen.

Im Ganzen waren die Leistungen der Rammen sehr zufriedenstellend, indem man mit denselben bei ununterbrochener Arbeit bis zu 4 lfd. m 16 cm starke Spundwand 4 m tief in einem Tage einrammen konnte, und Reparaturen während der ganzen Bauzeit kaum vorkamen. Beim Beginn der Rammarbeiten an einem Pfeiler legte man eine Dampfamme auf der Baustelle vor Anker, und wurden zunächst zur Markirung der Pfeileraxe ober- und unterhalb des Pfeilers je 3 Pfähle eingeschlagen, letztere gehörig mit Zangen verbunden und oberhalb mit einem Plateau versehen, auf welchem mittelst des Theodoliths, vom Ufer aus, je ein Punkt der Pfeileraxe in bekannter Weise festgestellt wurde. Sodann wurden, meistens unter Zuhilfenahme einer zweiten Dampfamme, zuerst die beiden Langseiten der Spundwand-einfassung und demnächst die beiden Spitzen derselbengerammt, wobei die Rammprähme in ihrer schiefen Lage durch mehrfache Verankerungen gegen den Angriff der Strömung gesichert werden mußten.

Die Spundwand wurde von 7,5 bis 8,0 m langen, 0,16 m starken, mit Keilspundung versehenen, kiefernen Pfählen hergestellt, welche durchschnittlich 4 m tief einzurammen waren.

Bei den Strompfeilern XIV bis XVI, welche als Beispiel hauptsächlich in Betracht kommen, wurden zu den Absteckungs- und Einrichtungsarbeiten jedesmal 2 Tage, und zu dem Einrammen der 44 m langen Spundwand durchschnittlich 18 Arbeitstage verwendet, so daß auf den Arbeitstag einschließlich der Unterbrechungen durch die nöthige Umlegung der Rammen u. s. w. eine durchschnittliche Leistung von 2,44 m Pfahlwand zu rechnen ist.

Der von der Spundwand eingefasste Raum wurde nun bis zur Höhe des Wasserstandes mit sandigem Kies verfüllt, welchen man mittelst Sackbagger auf leichten Kähnen aus dem Strombette entnahm. Gleichzeitig erhielt die Spundwand die bereits erwähnte Verankerung, sowie genaue Marken zur Fixirung der Brücken- und Pfeileraxe.

Die erwähnten Arbeiten erforderten durchschnittlich 5 Arbeitstage, wobei im Ganzen 350 cbm Kies, also täglich 60 cbm eingebracht wurden.

Von den Brunnenkränzen waren die kleineren, kreisförmigen, vollständig zusammengesetzt, die größeren, ovalen, in je 2 Theilen zur Baustelle geliefert. Die beiden für einen Strompfeiler bestimmten großen Brunnenkränze wurden nunmehr auf dem eingefüllten Kiesbette verlegt, zusammengenietet, mit Bohlenstücken in der bereits erwähnten Weise montirt und endlich durch Unterfüllung und Unterstopfung der oberen horizontalen Bohlenwand mit Kies gehörig tragfähig gemacht. Bei dem projectmäsig sehr geringen Abstände derselben von nur 0,4 m wurde mit Rücksicht auf anderweit gemachte Erfahrungen, nach welchen zwei dicht nebeneinander versenkte Brunnen sich einander zu nähern bestrebt

sind, der erwähnte Abstand bis auf 0,8 m vergrößert. Es zeigte sich auch in der Folge, daß diese Vorsicht wohl am Platze war, indem die Brunnen bei der Senkung sich stets soweit näherten, daß sie schließlich nahezu in dem projectmäßigen Abstände zum Stehen kamen.

Die Verlegung der Brunnenkränze erforderte nebst den damit zusammenhängenden Arbeiten 2 Arbeitstage.

Zu den Brunnen wurden hartgebrannte, sorgfältig genäste Mauersteine verwendet, welche in gutem Cementmörtel (1 : 3) und mit möglichst vollen Fugen vermauert wurden. Die Außenflächen erhielten einen Cementputz und auf allen vier Seiten eine von der Schneide des Brunnenkranzes anfangende, mit großen Zahlen bezeichnete Höhenscala, um nach der Eintauchung der letzteren in das Wasser die jeweilige Lage des Brunnens stets leicht feststellen zu können. Im Innern wurde das Mauerwerk mit $\frac{1}{3}$ Anlage auf 2 m Höhe überkragt und von da ab nach Erreichung einer Stärke von 1,42 m, resp. an den Langseiten der Ovale von 1,16 m, vertical aufgeführt. Später wurde zur Erzielung eines größeren Brunnengewichts das Mauerwerk allmählig noch weiter verstärkt, so daß der innere Hohlraum einen abgestumpften Kegel bildete, dessen Verengung nach oben nur durch die Rücksicht auf die innerhalb eines gewissen Feldes noch zu ermöglichende seitliche Bewegung des Verticalbaggers begrenzt werden mußte. Die Wirkung dieser Anordnung auf den Verlauf der Brunnensenkung war augenfällig eine günstige, und wird es sich für künftige Fälle empfehlen, derartigen Brunnen in der Oberfläche nur soviel lichte Weite zu geben, als der Bagger ohne seitliche Bewegungen für seine Arbeit bedarf, wobei alsdann durch Herankratzen des Kieses nach dem Bagger hin oder durch sonst geeignete Mittel ein zu tiefes Vorbaggern unter dem Niveau des Brunnenkranzes leicht verhütet werden kann. Durch diese Anordnung wurde das Gewicht der Brunnen derartig vergrößert, daß die höchst kostspielige und zeitraubende jedesmalige Aufbringung eines besonderen Belastungsmaterials ganz wegfallen konnte.

Die Einsenkungstiefe der Brunnen betrug durchschnittlich 8,65 m, und wurde die Arbeit in 3 Perioden derartig ausgeführt, daß zunächst eine Aufmauerung von 2,25 m Höhe erfolgte und nach Einsenkung dieses Theils durch Ausbaggern mittelst gewöhnlicher Handbagger der Rest in 2 nahezu gleichen Absätzen von je 3,2 m Höhe aufgemauert und mittelst verticaler Eimerbagger versenkt wurde. Die Höhe des ersten Absatzes wurde dadurch bedingt, daß einerseits durch eine möglichst hohe Aufmauerung die Widerstandsfähigkeit des einzusenkenden Brunnentheils erhöht, und daher der Bildung von verticalen Rissen bei ungleichmäßiger Senkung am Besten vorgebeugt wird, andererseits aber diese Höhe die Grenze bildet, bis zu welcher die Arbeit mit gewöhnlichen Sackbaggern noch vorthellhaft ist. Es empfiehlt sich, dem frischen Mauerwerk einige Tage Zeit zum Abbinden zu gönnen, bevor man mit der Senkung beginnt, da der Brunnenkranz in keinem Falle vor Deformation schützt.

In der Arbeit mit Sackbaggern hatten die beim Bau thätigen Elbschiffer eine solche Gewandtheit, daß 1 Mann täglich bis zu 6 cbm Sand zu fördern im Stande war, während die Durchschnittsleistung täglich 4 bis 5 cbm betrug. Hierbei waren in jedem Brunnen 4 Mann thätig, welche von einem unmittelbar über dem Wasserspiegel eingebauten leichten Hängegerüst aus in der Weise arbeiteten, daß nach

Füllung des Sackbaggers die Stange des letzteren von einem obenstehenden Arbeiter ergriffen, der Bagger hochgezogen und ausgekippt wurde.

Nach Aufmauerung des zweiten Absatzes von etwa 3,20 m Höhe wurden auf den Brunnen die Verticalbagger aufgestellt, deren Förderhöhe mittelst der 4 verstellbaren Ruthen bis auf 10 m gesteigert werden konnte. An den beiden Kurbeln dieser Bagger, deren Construction als bekannt vorausgesetzt werden kann, arbeiteten in der zweiten Periode je 3, in der dritten Periode je 4 Mann, so daß jeder Bagger von 6 resp. 8 Mann bedient wurde, während ein Baggermeister auf den Gang des Baggers achtete und die beweglichen Ausgußklappen bediente.

Der Verlauf der Baggerarbeit war ein durchweg günstiger, da die Bagger sehr gut functionirten und Hindernisse unter den Brunnen sich nicht vorfanden. Ein für diesen Fall bereit gehaltener Taucherapparat kam daher auch nur selten, zu einigen wenig erheblichen Zwecken, zur Verwendung. In den letzten Stadien der Senkung zeigte es sich häufig, daß unverhältnißmäßig weit vorgebaggert werden mußte, bevor der Brunnen sich weiter senken wollte. In diesen Fällen wurde eine der zu sonstigen Zwecken erforderlichen, mit einer Locomobile zu betreibenden Kreiselpumpen herangeschafft und mittelst derselben der Wasserstand im Brunnen in kurzer Zeit um etwa 1,5 m gesenkt, worauf jedesmal eine, oft in wenig Minuten sich vollziehende starke Senkung des Brunnens erfolgte, und der Bagger mit gutem Erfolge wieder weiter arbeiten konnte.

Das ausgebaggerte Quantum Kies belief sich bei den großen, ovalen Brunnen der Strompfeiler auf das 1,20- bis 1,30-fache, bei den kleineren, kreisrunden Brunnen der Fluthbrückenpfeiler auf das 1,5-fache des ganzen Volumens der Brunnen.

Bei der Aufmauerung und Senkung der großen Brunnen der Strompfeiler wurden durchschnittlich folgende Leistungen erzielt:

1. Periode.
95 cbm Brunnenmauerwerk aufgeführt in 5 Arbeitstagen, = 19 cbm pro Tag, 2,25 lfd. m jedes Brunnens gesenkt in 6 Arbeitstagen = 0,38 m pro Tag.

2. Periode.
136 cbm Brunnenmauerwerk aufgeführt in 5 1/2 Arbeitstagen = 25 cbm pro Tag, 3,10 lfd. m jedes Brunnens gesenkt in 12 Arbeitstagen = 0,26 m pro Tag.

3. Periode.
100 cbm. Brunnenmauerwerk aufgeführt in 4 Arbeitstagen = 25 cbm. pro Tag, 3,30 lfd. m jedes Brunnens gesenkt in 12 Arbeitstagen = 0,27 m pro Tag.

Das Aufmauern und Senken der beiden je 8,65 m hohen Brunnen erforderte daher durchschnittlich 44 1/2 oder für jedes fallende Meter etwa 5 Arbeitstage.

Die Brunnen der Strompfeiler wurden bis auf die, 7,5 m unter der Flußsohle anstehende mächtige Thonschicht gesenkt. Die obere Kante des Brunnenmauerwerks war bei Niedrigwasser angenommen und wurde daher nach vollendeter Senkung, je nach dem Wasserstande, 0,25 bis 0,50 m hoch vom Wasser überfluthet.

Nach Demontirung und Entfernung der Bagger wurden über den Brunnen ein Arbeitsraum für die Betonbereitung, sowie über der zu diesem Zwecke ausgesparten Oeffnung

mehrere leicht verschiebbare Brücken zum Aufstellen der Haspeln für die Betonversenkkasten hergerichtet. Der Beton wurde aus Kleinschlag von Oolith, mit der größten Steinstärke von 5 cm, und gutem Cementmörtel gemischt und mittelst der Versenkkasten eingebracht. Für die letzteren waren verschiedene der bekannten Constructionen, insbesondere die muldenförmigen, nach unten aufschlagenden eisernen Kasten im Gebrauch. Bei denjenigen Brunnen, deren Oberkante über Wasser stand, wurde durch Ausschöpfen des Wassers dafür gesorgt, daß der Wasserspiegel im Brunnen mit dem äußeren im gleichen Niveau blieb, damit ein hydrostatischer Druck auf die frisch eingebrachte Betonschicht vermieden werde. Die Betonirung wurde 3 m hoch über der Unterkante des Brunnenkranzes und zwar gleichzeitig in beiden Brunnen ausgeführt; hierzu waren durchschnittlich in jedem Brunnen 77 cbm erforderlich, welche einschließlic der Rüstungs- und Räumungsarbeiten in 4 1/2 Arbeitstagen eingebracht wurden.

Behufs der Erhärtung des Betons folgte eine Pause in den Arbeiten von durchschnittlich 10 Tagen, welche man zu den Vorbereitungen für die Ausmauerung benutzte. Zu diesem Zweck wurde längs der, während der Einsenkung der Brunnen völlig erhalten gebliebenen Pfahlwand der zum Theil versackte Kies durch neugebrachten ersetzt und so ein kleiner Fangedamm hergestellt.

Nach genügender Erhärtung des Betons wurde der Raum zwischen den Pfahlwänden mittelst einer durch eine Locomobile betriebenen und mit derselben auf einem Prähm aufgestellten starken Kreiselpumpe in wenig Stunden soweit leer gepumpt, daß die Oberkante der Brunnen aus dem Wasser ragte, wobei wegen der geringen Druckhöhe des Wassers der an die Pfahlwand lehrende Kiesrücken zur Absperrung der Baugrube vollkommen genigte. Demnächst wurde auf den oberen Flächen der Brunnen aus Ziegeln und schnellbindendem Cementmörtel ein provisorisches Schutzmauerwerk bis zur Höhe des äußeren Wasserspiegels errichtet, welches, mit den Außenflächen der Brunnen bündig, bei einer Höhe von 30 bis 50 cm in der obersten Schicht nur 1/2 Stein stark und weiter abwärts in größeren Stärken nach innen abgeöschert wurde. Alsdann erfolgte hintereinander das Auspumpen beider Brunnen mittelst der Kreiselpumpe, welche demnächst noch eine Zeit lang bis zur vollständigen Erhärtung des erwähnten Schutzmauerwerks den Wasserstand in der Baugrube auf einer gewissen Tiefe zu halten hatte und dann außer Betrieb gesetzt werden konnte.

Nach Entleerung der Brunnen zeigte sich die Betonsole vollkommen dicht, dagegen liefen die Brunnenwände überall gleichmäßig soviel Wasser durch, daß ein mäßiges Auspumpen während des Aufmauerns erforderlich war.

Die Filtrirung des äußeren Wassers durch das Brunnenmauerwerk nahm jedoch augenscheinlich sehr bald ab und war am dritten Tage kaum mehr zu bemerken, vermuthlich, weil die mit dem Wasser in das Mauerwerk eingedrungenen Sinkstoffe die Poren und Ritzen desselben allmählig verstopften. Es empfiehlt sich daher, wenn Zeit genügend vorhanden ist, die leeren Brunnen einige Tage stehen zu lassen, bevor mit der Ausmauerung begonnen wird, für welche ein auch nur geringer Wasserzudrang sehr störend ist, da dieser die ordnungsmäßige Herstellung des Mauerwerks fast unmöglich macht. Bei der Ausmauerung wurde das an der als

Pumpensumpf dienenden tiefsten Stelle der Sohle sich sammelnde Wasser mittelst einer 6 männigen Baupumpe entfernt und für den Schlauch dieser Pumpe bis zur völligen Fertigstellung des Mauerwerks ein Rohr ausgespart. Der untere Theil der Ausmauerung wurde nicht direct gegen die Brunnenwände gestossen, sondern ein schmaler Zwischenraum belassen; es wurden immer nur einzelne Steine durchgebunden, um dem von den Brunnenwänden ausschitzenden Wasser den Weg zum Pumpensumpf frei zu lassen und eine Ausspülung des frischen Mauerwerks zu verhüten. Bei dem weiteren Aufmauern war diese Maafsregel nicht mehr erforderlich, indem der Wasserzudrang fast ganz aufhörte. Die Ausmauerung erfolgte aus hartgebrannten Mauersteinen in Cementmörtel, und zwar gleichzeitig in beiden Brunnen. Zu jedem der letzteren waren etwa 80 cbm Mauerwerk erforderlich, welche bei ununterbrochener Tage- und Nacharbeit, einschliesslich der Vorbereitungsarbeiten, in 4 Arbeitstagen hergestellt worden sind. Nach Vollendung der Brunnenausmauerung wurde der Wasserspiegel in der Baugrube mittelst der Kreiselpumpe wieder bis auf Brunnenoberkante gesenkt und mußte während der nun folgenden Arbeitsperiode, und zwar auch während der Nachtzeit, auf dieser Tiefe gehalten werden, was ohne jede Schwierigkeit und unter mehrstündigen Pausen in der Thätigkeit der Pumpe zu erreichen war.

Das früher erwähnte Schutzmauerwerk wurde beseitigt, die Oberfläche der Brunnenfundamente, soweit nöthig, abgeglichen und auf der so gewonnenen Ebene die genaue Absteckung für das aufgehende Mauerwerk gemacht. Demnächst wurde die äufsere Sockelschicht aus Quadern von Elbsandstein versetzt und die Verbindung der beiden Brunnen durch Ueberdeckung mit starken Quadern und Ueberwölbung in den dreieckigen Zwickeln hergestellt. Nach Versetzung der zweiten Quaderschicht des im Ganzen aus 4 Schichten bestehenden Sockels war die Höhe des äufseren Wasserstandes erreicht, und konnte alsdann das Pumpen eingestellt werden. Die Herstellung des Sockels erforderte unter Ausschluss der Nacharbeit durchschnittlich 6 Arbeitstage.

Das aufgehende Mauerwerk bestand, wie bereits erwähnt, aus Bruchsteinen von Gröna'er Oolith und erhielt seine Verkleidung aus besonders sorgfältig bearbeiteten Steinen desselben Materials von nur 25 bis 30 cm Schichthöhe, wodurch der Vortheil erreicht wurde, daß man für den Transport des Materials in verticaler Richtung der umständlichen Anwendung schwerer Hebezeuge ganz entzathen konnte.

Andererseits hat es sich gezeigt, daß das im Kerne und in seiner Verkleidung ganz gleichartig hergestellte Mauerwerk bei einem schönen Ansehen auch seinen Zweck vollständig erfüllte, da die bisherigen, theilweise sehr starken Eisgänge dasselbe in keiner Weise beschädigt haben. Die Ausmauerung erfolgte über Hand, die Heranschaffung des Materials auf schrägen Ebenen, welche als ganz leichte Arbeitsgerüste hergestellt waren.

Abdeckung und Hauptgesimse der Pfeiler sind aus Elbsandstein, die Auflagerquadern aus Granit hergestellt. Die letzteren wurden mittelst eines neben den Pfeiler gestellten, aus 2 Streben und 1 Schwelle bestehenden Bockes an einem starken Flaschenzuge auf den Pfeiler befördert, wobei die horizontale Bewegung des um die untere Schwelle drehbaren Bockes durch zwei oben angebrachte Kopftaue bewirkt wurde. Im Ganzen erforderte die Herstellung des aufgehenden Mauer-

werks eines Pfeilers (460 cbm) durchschnittlich 23 Arbeitstage, so daß auf den Tag 20 cbm gerechnet werden können.

Falst man die bisherigen Zeitangaben zusammen, so ergibt sich, daß durchschnittlich erforderlich waren:

zur Herstellung der Insel im Strome	25	Arbeitstage
zur Aufmauerung und Einsenkung der Brunnen	46 $\frac{1}{2}$	„
zur Betonirung und Ausmauerung der Brunnen einschliesslich einer 10tägigen Pause	18 $\frac{1}{2}$	„
zur Herstellung des aufgehenden Mauerwerks	29	„

zusammen 119 Arbeitstage;

hierzu treten für die erwähnte Unterbrechung durch Hochwasser	14	„
für sonstige Unterbrechungen	6	„
für Feier- und Regentage	15	„
mithin überhaupt	154	Arbeitstage.

Die eigentliche Arbeitszeit bei Herstellung eines Pfeilers betrug hiernach nahezu 4, die Bauzeit 5 Monate.

Die vorstehenden Angaben beziehen sich auf die im Strome stehenden Pfeiler Nr. XIV bis XVI und sind auch für die vier zur Mastenkrhananlage gehörigen Pfeiler zutreffend, bei deren weiter in den Spätherbst sich hinziehendem Bau jedoch häufigere Pausen durch Hochwasser, Regenwetter und Arbeitermangel eintraten.

Die Fundirung des Endpfeilers Nr. XI, sowie der Pfeiler XII und XIII der Strombrücke unterscheidet sich von der bisher beschriebenen Arbeitsmethode nur dadurch, daß die Einbaggerung der beiden großen Brunnen lediglich mittelst Sackbagger erfolgte.

Bei dem Pfeiler XI kamen die größten Brunnen zur Verwendung, da die ovalen Brunnenkränze 9,3 resp. 7,1 m Durchmesser hatten, und waren dieselben auf 6,5 m Tiefe zu senken.

Die erste 2 $\frac{1}{2}$ m tiefe Senkung erforderte 8 Arbeitstage, betrug also 0,31 m pro Tag. Demnächst wurde der ganze übrige Theil des Brunnens, 4 m hoch, aufgemauert und dieser in 19 Arbeitstagen, also täglich um 0,21 m, auf die erforderliche Tiefe gesenkt. In dieser zweiten Arbeitsperiode reichten die gewöhnlichen kleinen Sackbagger nicht aus, und kamen daher gröfsere, sehr stark gearbeitete Bagger zur Anwendung. Diese wurden an einer Seite des Brunnens vertical eingesetzt, durch ein Tau, welches über eine am entgegengesetzten Ende des Brunnenkranzes befestigte Rolle geführt wurde, über den Boden hingezogen und demnächst mittelst eines Flaschenzuges aufgewunden und entleert. Die verhältnißmäfsig günstige Leistung bei dieser Arbeit ist vorzugsweise der großen Uebung der dabei verwendeten Elbschiffer in solchen Arbeiten zu verdanken, und dürfte bei einer Förderhöhe von mehr als 2,5 bis 3,0 m die Anwendung eines guten Eimerbaggers jeder anderen Methode, auch der früher vielfach zur Verwendung gekommenen indischen Schaufel, bei Weitem vorzuziehen sein.

Bezüglich der Fluthbrückenpfeiler, welche auf je 3 kreisrunden Brunnen von 4,0 m Durchmesser und 3,5 bis 5,0 m Höhe fundirt sind, bleibt noch zu erwähnen, daß die Einbaggerung der Brunnen lediglich mittelst Sackbagger außerordentlich leicht von Statten ging, indem dieselbe jedes-

mal nur 4 bis 5 Arbeitstage erforderte, wobei eine durchschnittliche tägliche Senkung von 0,7 m erzielt worden ist.

Die Aufstellung des eisernen Ueberbaues der Brücke wurde gegen Ende September begonnen und in 12 Monaten fertig hergestellt, so daß am 3. October 1877 die Probelastung vorgenommen werden konnte.

Die Gesamtkosten der Elbebrücke, welche wesentlich durch den niedrigen Stand der Eisenpreise im Jahre 1875

bedingt, aber auch durch den schnellen, ungestörten Fortgang der Fundirungsarbeiten günstig beeinflusst worden sind, haben, einschließlic der im Interesse der Vorfluth und der Stromcorrection erforderlich gewesenen bedeutenden Aufwendungen nur 2165000 *M.* betragen, so daß bei einer Gesamtlänge der Brücke von 766 m das laufende Meter einen Kostenaufwand von 2826 *M.* erfordert hat.

(Schluß folgt.)

Die Dampf-Straßenwalze für Chausseeunterhaltung.

Die bis jetzt angestellten vergleichenden Versuche über die Leistungsfähigkeit von Dampf-Straßenwalzen und Straßenwalzen mit Pferdebetrieb, sowie über die betreffenden Kosten der von ihnen geleisteten Walzarbeiten beziehen sich, soviel bekannt, immer nur auf Walzungen in der Nähe größerer Städte. Sie haben zu dem Ergebniss geführt, daß die Leistungsfähigkeit der Dampfwalze zu der von Pferden gezogenen Walze sich etwa wie 3 zu 2, und die Kosten der bezüglichen Walzarbeiten wie etwa 1 zu 2 verhalten. Fast alle städtischen Verwaltungen, denen die Unterhaltung größerer Netze von Steinschlagstraßen obliegt, sind daher auch zur Verwendung der Dampfwalze übergegangen. Einem gewissen Mißtrauen begegnet jedoch die Einführung der Dampfwalze bei dem Bau der Landstraßen, die über größere Baukreise vertheilt sind. Es dürfte deshalb nicht ohne Nutzen sein, eine Untersuchung über die Verwendung der Dampfwalze bei der Unterhaltung ausgedehnter Landstraßennetze anzustellen.

Zunächst möge ermittelt werden, wie hoch sich die Kosten der Dampfwalzung voraussichtlich belaufen. Die zur Verwendung kommende Dampfwalze sei eine solche von Aveling und Porter nach neuestem System, mit nur einem Maschinisten zur Bedienung und im Gewicht von 10 000 kg. Eine solche Walze kann ohne übermäßige Beanspruchung ihrer Theile in einer Stunde eine Wegelänge von 2500 m zurücklegen. Wenn der Aufenthalt durch das Hin- und Zurückfahren der Walze, sowie durch das Wassernehmen und Einölen berücksichtigt wird, so ergibt sich immer noch eine Wegelänge von 1820 m in der Stunde. Diese Zahl ist vielfach auf Chausseen in Frankreich durch Versuche mit Walzen festgestellt, an denen ein Zählapparat angebracht war. Zur vollständigen Befestigung einer durchschnittlich 0,09 m starken Decklage muß eine Chausseewalze, deren Gewicht auf das Centimeter der Mantelbreite etwa 60 kg beträgt, ein und denselben Punkt der Steinschüttung berühren: bei Kalksteinen 55 mal, bei Steinen mittlerer Festigkeit (Porphyre, weichere Granite und feste Grauwacke) 70 mal, bei festen Steinen (Basalt, Gabbro, Diorit, Augitporphyr) 105 bis 130 mal.

Aus diesen Zahlen ziehen wir das Mittel und nehmen an, daß die Straßenwalze eine gut gedichtete Steinbahn an jeder Stelle 100 mal überfahren haben muß. Wenn nun die Breite der Walzfläche 1,95 m beträgt, so werden von einer Dampfwalze in einer Arbeitsstunde $\frac{1,95 \cdot 1820}{100} = 35,49$ qm Steinbahn festgewalzt.

Zu einem Baubezirk von 150 km Länge, der aus Pflaster- und Steinschlagstraßen zusammengesetzt ist, mögen 80 km Steinschlagbahnen gehören, die sämmtlich mit einer einzigen Dampfwalze unterhalten werden sollen. Falls alljährlich der zehnte Theil des Straßennetzes neu gedeckt wird, so beträgt bei einer mittleren Straßenbreite von 5 m die auf den Walzvorgang zu verwendende Zeit $\frac{8000 \cdot 5}{35,49} = 1127$ Stunden oder 112,7 Tage. Da die neuen Decken nicht alle zusammen liegen, sondern vielleicht als 10 einzelne Decken, in dem ganzen Baubezirk zerstreut, so mögen für den Transport der Walze zwischen den verschiedenen Verwendungsstellen noch 12,3 Tage hinzugerechnet werden, woraus sich eine Arbeitszeit von 125 Tagen ergibt. Als günstige Walzzeiten sind zu erachten die Zeit vom 15. März bis 15. Juni und vom 15. August bis 15. October, also volle 5 Monate, so daß sich die ermittelten 125 Arbeitstage in der günstigen Jahreszeit wohl unterbringen lassen. Diese Anzahl kann man übrigens noch bedeutend vermindern, wenn die Arbeitszeit auf 12 Stunden täglich festgesetzt wird.

Nachdem so nachgewiesen, daß es angänglich erscheint, für ein Steinschlagstraßennetz von 80 km Länge nur eine einzige Dampfwalze zu halten, werden die Kosten für 1 Quadratmeter gewalzte Fläche oder für 1 Cubikmeter Steinschlag zu ermitteln sein. Sie setzen sich zusammen aus den Kosten in der Zeit der Walzungen und aus den Kosten, welche auf das ganze Jahr zu vertheilen sind.

- A. Die Kosten während der 125 Walztage.
- a) Ein geprüfter Heizer als Maschinist auf 125 Tage, pro Tag 4,50 *M.*, $125 \cdot 4,50 = 562,50$ *M.*
 - b) Heizung pro Arbeitstag etwa 300 kg Steinkohlen à 0,025 *M.*, $125 \cdot 300 \cdot 0,025 = 937,50$ „
 - c) Schmiermaterial, täglich für 2,50 *M.*, $2,50 \cdot 125 = 312,50$ „
- Zusammen 1812,50 *M.*

B. Kosten, welche auf das ganze Jahr zu vertheilen sind.

- a) Während der in der Walzperiode von 5 Monaten liegenden 150 — 125 = 25 Tage kann der Maschinist nicht anders beschäftigt werden, er muß sein volles Tagelohn haben, $25 \cdot 4,50 = 112,50$ *M.*
 - b) In den übrigen 240 Tagen des Jahres wird der Maschinist entweder bei der Chausseeunterhaltung selbst, oder ander-
- Uebertrag 112,50 *M.*

Uebertrag	112,50	ℳ
wärts eine Beschäftigung finden, mindestens derart, daß es genügt, für diese Zeit, im Hinblick auf seinen sonstigen Verdienst, pro Tag noch 1 ℳ in Rechnung zu stellen, $240 \cdot 1 =$	240,00	„
c) Für Amortisation und Verzinsung etwa 10% des 11000 ℳ betragenden Anlage-Capitals	1100,00	„
d) Für laufende Reparaturen etc.	300,00	„
Zusammen	1752,50	ℳ

Die Summe beider Beträge ergibt die aus dem Betriebe einer Dampfwalze entstehenden jährlichen Unkosten; sie betragen somit $1812,50 + 1752,50 = 3565$ ℳ, und bei 125 Arbeitstagen, wie hier angenommen, $28,52$ ℳ pro Arbeitstag, eine ausserordentlich günstige Zahl, welche überraschend wirken muß, wenn man bedenkt, daß bei Walzen mit Pferdebetrieb etwa 6 Pferde verwendet werden, die für jeden Tag mindestens 30 bis 36 ℳ kosten, von allen übrigen Kosten ganz abgesehen. Nach der bisherigen Ermittlung ergeben sich die Kosten für 1 Quadratmeter fertig gewalzter Decke, bei 10stündiger Arbeitszeit täglich auf $\frac{28,52}{35,49 \cdot 10} = 0,08$ ℳ.

Die Last für die Längeneinheit der Mantelfläche ist für Pferdewalzen und für Dampfwalzen annähernd dieselbe und beträgt, wie oben erwähnt, etwa 60 kg auf das Centimeter. Auch die Geschwindigkeit beider Walzen ist gleich oder muß für die Walzarbeiten als gleich angenommen werden, da gerade die Bewegung des langsamen Schritts eines Pferdes als normale Geschwindigkeit angesehen und somit auch von der Dampfwalze innegehalten werden muß. Der Unterschied im Wirkungsgrad beider Walzen beruht also lediglich in den verschiedenen Breiten der Mantelfläche und verhält sich wie diese. Bei einem Verhältniß der Mantelbreiten von 1,95 m zu 1,15 m und einer Tagesleistung für die Dampfwalze von 35,49 qm in einer Stunde fertig gewalzte Fläche, walzt eine Pferdewalze mit 1,15 m breiter Mantelfläche stündlich $35,49 \cdot \frac{1,15}{1,95} = 20,93$ qm. Beiläufig sei bemerkt, daß eine kleinere Mantelbreite als 1,15 m für Pferdewalzen nicht mehr empfehlenswerth ist, weil die äußersten Spuren der die Walze ziehenden Pferde bis zu 1,10 m breit sind, bei geringerer Breite des Mantels also in dem betreffenden Walz gange nicht mehr mitgewalzt werden.

Um etwa 8000 m Steinschlagstrafse in einem Jahr abwalzen zu können, erscheint jedoch eine einzige Pferdewalze nicht genügend. Der ganze Baubezirk sollte 150 km Strafsen umfassen und würde demnach 5 Chaussee-Aufsichtsbezirke enthalten müssen, wenn auf einen Chaussee-Aufseher die immerhin schon bedeutende Länge von 30 km gerechnet werden soll. Es werden dann aber auch die 80 km Steinschlagstrafsen in 5 Aufsichtsbezirke fallen. Die Benutzung einer Strafsenwalze durch mehrere Aufsichtsbeamte hat immer Schwierigkeiten, weil die Walzarbeiten davon abhängig sind, ob die Pferde in der Landwirtschaft entbehrt werden können. Es muß somit jedem Chaussee-Aufseher eine gewisse freie Verfügung über die Walzzeit belassen werden. Aus diesem Grunde ist eine Beschränkung der Anzahl der Pferdewalzen nur bis zu einem gewissen Grade zulässig und möglich. Für

die genannten 5 Aufsichtsbezirke würden etwa 4 Walzen erforderlich sein.

Nach diesen Erörterungen gestaltet sich die Berechnung der Kosten für das Walzen mit einer Pferdewalze ganz ähnlich, wie dies oben für die Dampfwalze der Fall gewesen ist. Alle hier nicht besonders hervorgehobenen Arbeiten und Verhältnisse werden für beide Arten Walzen als gleich angenommen. Für die angenommenen 40000 qm beträgt die Zeit der Walzungen $\frac{40000}{20,93} = 1911$ Stunden, oder, bei wieder täglich 10 Arbeitsstunden, 191 Tage. Auch hier muß ein gewisser Procentsatz Tagewerke für das Transportieren der Walze von einer Stelle zur anderen gerechnet werden. Rechnet man dafür für die 4 Walzen nur 4 Tage, so ergeben sich zusammen 195 Arbeitstage. Die Kosten der Walzungen für die 4 Chausseewalzen in einem Jahre, einschließlich der Walztage, setzen sich nun sehr leicht wie folgt zusammen:

a) Für die Bespannung in 195 Tagen mit 6 Pferden à 5,50 ℳ, $195 \cdot 6 \cdot 5,50 =$	6435,00	ℳ
b) Lohn für einen Arbeiter zur speciellen Bedienung der Walze während der Walztage à 2 ℳ, $195 \cdot 2 =$	390,00	„
c) Für Amortisation, Verzinsung und Unterhaltung der Walzen während der Arbeit mit 8% des Anlagecapitals von $4 \cdot 1800 = 7200$ ℳ =	576,00	„
d) Für die laufenden Reparaturen der vier Walzen	49,00	„
Zusammen	7450,00	ℳ
Ein Arbeitstag kostet also für die Pferdewalze	$\frac{7450}{195}$	

= 38,20 ℳ, und 1 qm gewalzte Fläche $\frac{38,20}{20,93 \cdot 10} = 0,18$ ℳ.

Wenn hier und da die Walzkosten mit der Pferdewalze etwas niedriger angegeben sind, so liegt dies darin, daß man sich mit schon 90, ja herab bis 60 Walzgängen über einen Punkt begnügt hat, was ja auch für geringeres Material, oder wenn man das letzte Festmachen der Decke durch das Fuhrwerk bewirken läßt, genügen mag. Auf ein Cubikmeter gewalzte Steinschlagmasse entfallen 0,89 ℳ bei der Dampfwalze und etwa 2,00 ℳ bei der Pferdewalze. Diese Zahlen stimmen sehr gut mit den jüngsten Ermittlungen zusammen, welche in Frankreich über diesen Gegenstand angestellt sind. Nach einer Angabe von A. Debaue, Ingénieur des ponts et chaussées, im Juni-Heft der Annales des ponts et chaussées 1882, ergaben sich die Kosten in Frankreich für ein Cubikmeter Steine mit 1,16 frs. = 0,93 ℳ bei der Dampfwalze, und mit 3,30 frs. = 2,64 ℳ bei der Pferdewalze.

Vergleichen wir die Schlufsergebnisse mit den eingangs erwähnten, so bestätigt sich das Verhältniß der Leistungsfähigkeit von 3 zu 2 auch für die Chausseeunterhaltung, das Verhältniß der Kosten dagegen gestaltet sich nur wie 0,45 zu 1.

Gegenüber so außerordentlich günstigen Resultaten für die Dampfwalze auch bei deren Gebrauch auf Landstraßen bedürfen die etwaigen Einwände gegen dieselbe kaum noch der Erwähnung. Es wird der Einführung der Dampfwalzen bei der Chausseeunterhaltung als widerstrebend angegeben:

1. das der Maschinist nicht immer beschäftigt werden könne. — Dieser Einwand möchte bei der früheren Berechnung genügend beleuchtet sein;
2. die Beschaffung des Wassers und der Kohlen sei schwierig. — Da aber bei der Anfertigung neuer Decken stets Wasser gebraucht wird, so kann es keine Schwierigkeiten machen, auch noch täglich 1000 Liter Wasser für die Kesselspeisung zu beschaffen, Kohlen aber müßten wohl in jeder einigermaßen industriellen Gegend gleichfalls leicht zu erhalten sein. Die Beschaffung dieser beiden Materialien könnte höchstens einen kleinen Aufschlag auf die Unkosten bewirken; da aber bereits der hohe Betrag von 300 kg Kohlen täglich berechnet ist, so ist auch dies kaum anzunehmen;
3. die Belästigung des Fuhrwerks durch die Dampfmaschine sei unzulässig. — Es ist nicht einzusehen, weshalb diese Belästigung gerade auf der freien Landstraße größer sein soll, als in der Nähe der Städte, wo doch anstandslos jetzt die Dampfwalzen in Anwendung sind. Der Maschinist wird hin und wieder einmal etwas langsamer fahren, oder anhalten, wenn sich scheue Pferde nähern sollten. Dieser Aufenthalt

ist aber schon genügend berücksichtigt, wenn, wie oben geschehen, der durchlaufene Weg in einer Stunde mit nur 1820 m angenommen wird.

Diese Einwände können bei den großen Ersparnissen durch die Dampfwalze gar nicht in's Gewicht fallen, besonders wenn man noch weiter geht und neben derselben eine Steinbrechmaschine anschafft, auf welcher ein großer Theil des Steinmaterials außerhalb der Walzzeit unter Erzielung weiterer Ersparnisse zerkleinert werden kann. Die Walze von Aveling und Porter ist so eingerichtet, daß sie wie jede Locomobile verwendet werden kann, also auch wohl geeignet ist, eine Steinbrechmaschine zu treiben.

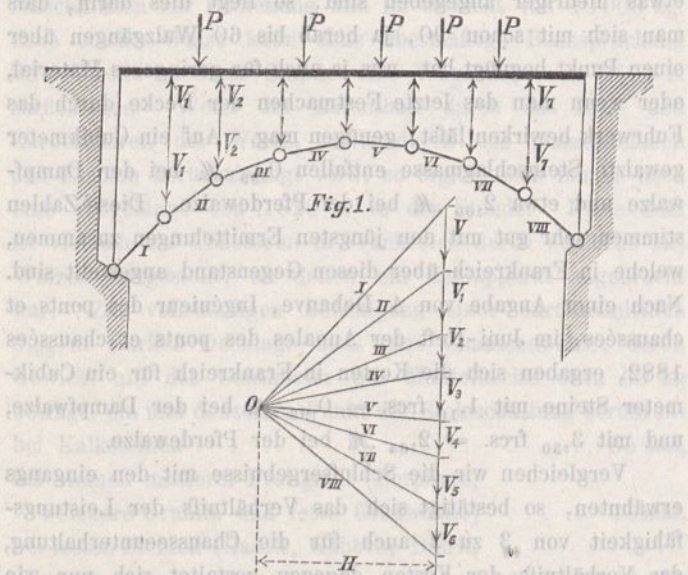
Endlich möchte, mindestens als große Annehmlichkeit, noch der Umstand zu erwähnen sein, daß die sämtlichen Walzungen in einem Baubezirke von dem Sitze des Bezirksbaubeamten aus einheitlich geregelt werden können, und daß durch den an der Walze angebrachten Zählapparat eine ganz genaue Aufsicht über die Zahl der Walzgänge ermöglicht wird.

Magdeburg, im September 1882. E. Müller.

Beiträge zur Theorie der Versteifung labiler und flexibler Bogenträger.

Einleitung.

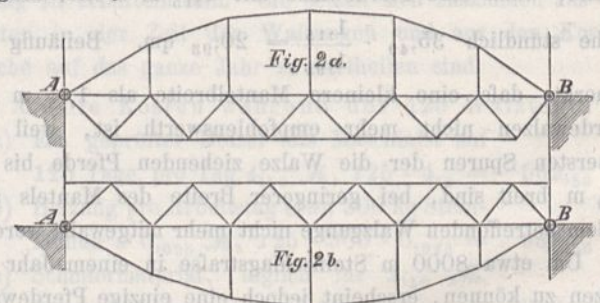
Ein aus geraden Stäben mit gelenkartigen Knotenpunkten gebildeter Bogen, welcher durch verschiedene in den Knotenpunkten angreifende Kräfte beansprucht wird, befindet sich nur dann im Gleichgewichtszustande, wenn er die Form eines diesen Kräften entsprechenden Seilpolygons besitzt. Der Bogen heißt labil. Gegen jede andere Belastung muß er versteift werden. Dies kann unter anderem dadurch erfolgen, daß er durch verticale Stäbe mit einem Balken verbunden wird.



Wirken auf diesen zunächst über dem Bogen angenommenen Versteifungsbalken die Lasten P (Fig. 1), so entstehen in den Verticalen Drücke V , welche den Balken entlasten, den Bogen belasten, und welche sich aus der Bedingung bestimmen lassen, daß der Bogen das Seilpolygon für die Kräfte V bildet. Zieht man nämlich von einem Punkte O aus Parallelen zu den Bogenstücken I, II, ...,

so erhält man ein Strahlenbündel, welches auf einer im Abstände H von O gezogenen Verticalen die Kräfte V abschneidet. Dabei ist H der statisch nicht bestimmte Horizontalschub des Bogens. Ist H bekannt, so sind die V gegeben, und man ist im Stande, die Beanspruchung von Balken und Bogen festzustellen.

Eine Lösung dieser Aufgabe hat der Verfasser in der Zeitschrift des Arch.- u. Ing.-Vereins für Hannover (1881 Seite 57 u. f.) veröffentlicht. Es wurde dort der Versteifungsbalken der flexiblen Kette untersucht, doch sind die entwickelten Formeln ohne weiteres auf das in Figur 1 dargestellte System anwendbar.



Zweck der vorliegenden Abhandlung ist nun, eine strenge Berechnung des unter dem labilen Bogen (Figur 2^a) gelegenen Versteifungsbalkens, dem also gleichzeitig die Function der Aufnahme des sonst auf die Widerlager wirkenden Horizontalschubes obliegt, zu zeigen. Es erleidet hier die Berechnung von H namentlich dann eine wesentliche Aenderung, wenn die Angriffspunkte A und B der Kraft H nicht in die Balkenaxe fallen, weil die horizontale gegenseitige Verschiebung der Punkte A und B eine Function der für den Balken sich ergebenden Biegemomente wird.

Ein zweiter Theil unserer Abhandlung entwickelt die Theorie des aus einem Balken, einem labilen Bogen und einer flexiblen Kette zusammengesetzten Trägers.

Die in Figur 2^a dargestellte Anordnung des Balkens hat zuerst der österreichische Ingenieur Langer in Vorschlag gebracht, und wurden auch bereits mehrere Brücken nach diesem Systeme ausgeführt, unter anderen die Mühlbrunnbrücke in Karlsbad, ferner einige Brücken der Kaiser-Franz-Josephs-Bahn. Auch die durch Umkehrung von Fig. 2^a erhaltene Anordnung Fig. 2^b ist bereits auf der eben genannten Bahn sowie bei der Adlerbrücke in Senftenberg zur Ausführung gelangt.

Die von Langer aufgestellte Theorie kann nicht befriedigen; sie setzt einen in der Mitte durch ein Gelenk unterbrochenen Balken voraus, obgleich dieses Gelenk bei der Ausführung nicht angeordnet wurde, und wohl auch ferner zweckmäßig fortgelassen werden wird. Auch die Theorie der gefährlichsten Belastung wurde nicht richtig entwickelt, so daß die Deduction einer strengen Theorie nicht überflüssig erscheint. Dabei ist die Behandlung des vollwandigen Versteifungsbalkens (Blechbalkens) von der des fachwerkartigen zu trennen.

Hervorzuheben ist noch, daß die Langer'schen Träger ein festes Lager und ein horizontales Gleitlager besitzen, daß wir aber in den folgenden Entwicklungen, statt des letzteren ein geneigtes Gleitlager (Fig. 3) voraussetzen, wie solches zuerst von Foepl^{*)} ganz allgemein für Balkenbrücken in Vorschlag gebracht wurde. Denn bei zweckmäßiger Neigung der Gleitlager läßt sich eine Ersparnis an Material für den Träger erzielen, ohne daß durch die nicht mehr verticalen Auflagerdrücke stärkere Pfeiler bedingt werden. Es ist ja eine bekannte Thatsache, daß die Pfeiler der Balkenbrücken in der Regel (aus verschiedenen Gründen) viel größere Abmessungen erhalten, als zur Aufnahme der verticalen Drücke nothwendig sind.

Theil 1.

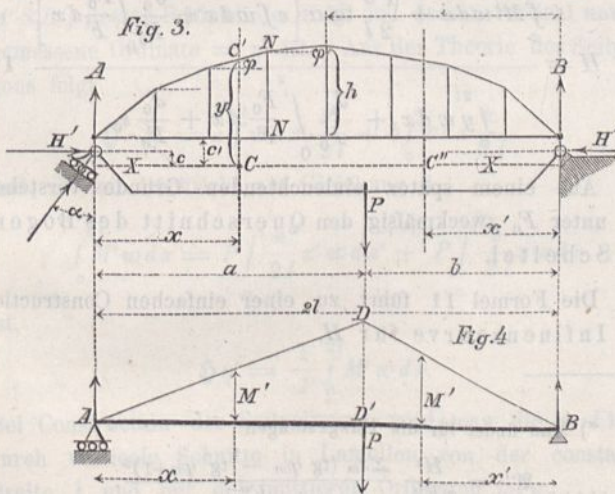
Die Versteifung des labilen Bogens durch einen unter dem Bogen befindlichen Balken.

Abschnitt I.

Der vollwandige Versteifungsbalken (Blechbalken).

§. 1. Die äußeren und inneren Kräfte.

Wirkt auf den Versteifungsbalken eines flexiblen Bogens (Fig. 3) die Einzellast P in den Abständen a und b von



^{*)} Foepl. Die neuen Trägersysteme eiserner Brücken. Leipzig 1878.

den Auflagerverticalen A und B , so sind die verticalen Componenten der Auflagerreactionen:

$$A = \frac{Pb}{2l} \text{ und } B = \frac{Pa}{2l}.$$

Die horizontalen Componenten H' sind gleich groß; sie werden $= A \operatorname{tg} \alpha = \frac{Pb}{2l} \operatorname{tg} \alpha$, unter α den Winkel verstanden, welchen die Normale zur Gleitfläche mit der Verticalen einschließt.

XX sei die geometrische Axe des Balkens. Der Angriffspunkt des Auflagerdruckes liege um e , der des Bogenfußes um e_1 höher als die Axe XX . Es mögen e und e_1 nach oben positiv gezählt werden.

Der Druck in dem unter φ geneigten Gliede des Bogens sei S (vergl. auch Fig. 5). Seine horizontale Componente H ist für sämtliche Glieder dieselbe; denn es wirken auf die Knotenpunkte des Bogens nur verticale Kräfte, nämlich die Spannungen V in den Verticalen NN . Demnach folgt

$$S = H \sec \varphi.$$

Führt man nun links von P durch das System einen verticalen Schnitt $C'C$ und denkt den Druck S im Punkte C' (Fig. 5) in seine verticale und seine horizontale Componente zerlegt, so findet man das Angriffsmoment für den Schwerpunkt C des Balkenquerschnittes:

$$M = Ax + H'e - Hy, \text{ d. i.}$$

$$1) \quad M = \frac{Pb}{2l}x + \frac{Pb}{2l}e \operatorname{tg} \alpha - Hy$$

und analog für den Querschnitt C'' rechts von P

$$2) \quad M = \frac{Pa}{2l}x' + \frac{Pb}{2l}e \operatorname{tg} \alpha - Hy.$$

Ist der Balken AB nicht mit dem Bogen verbunden, ferner bei A mit einem horizontalen Gleitlager versehen (Fig. 4), so ist die Momentenfläche desselben ein Dreieck mit der Höhe $\frac{DD'}{2l} = \frac{Pab}{2l}$.

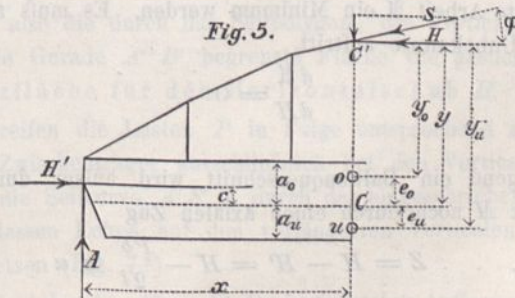
Wir nennen in der Folge den Balken in Fig. 4 den einfachen Balken und seine Momentenfläche die einfache Momentenfläche. Die Ordinate der einfachen Momentencurve bezeichnen wir mit M' . Dieselbe wird

$$\left. \begin{aligned} M' &= \frac{Pb}{2l}x \text{ für } x < a \\ M' &= \frac{Pa}{2l}x' \text{ für } x > a \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots 3)$$

weshalb man das Moment M für den Versteifungsbalken (Fig. 3) allgemein schreiben kann:

$$M = M' + \frac{Pb}{2l}e \cdot \operatorname{tg} \alpha - Hy. \dots 4)$$

Um die Spannungen in den äußersten Fasern des Balkens



zu bestimmen, werden die Kernpunkte o und u (Fig. 5) in den Abständen

$$e_0 = \frac{J}{a_u F'} \text{ und } e_u = \frac{J}{a_0 F'}$$

von der XX bestimmt. Dabei bedeuten
 J das Trägheitsmoment des Balkenquerschnitts,
 F' den Inhalt des Balkenquerschnitts,
 a_0 und a_u die Abstände der äußersten Faser von der XX .
 Nun werden die Angriffsmomente für die Kernpunkte o und u berechnet, nämlich

$$\left. \begin{aligned} M_0 &= M' - \frac{Pb}{2l}(e_0 - c) \operatorname{tg} \alpha - Hy_0 \\ M_u &= M' + \frac{Pb}{2l}(e_u + c) \operatorname{tg} \alpha - Hy_u \end{aligned} \right\} 5)$$

und hierauf die spezifischen Spannungen

$$\left. \begin{aligned} k_0 &= -\frac{M_0 a_0}{J} \text{ für die oberste} \\ k_u &= +\frac{M_u a_u}{J} \text{ für die unterste} \end{aligned} \right\} \text{Faser des Balkens}$$

gefunden.

Aus Gleichung 4 erhält man durch Differentiiren die Vertikalkraft

$$\mathfrak{B} = \frac{dM}{dx} = \frac{dM'}{dx} - H \frac{dy}{dx}, \text{ d. i.}$$

$$6) \dots \mathfrak{B} = \mathfrak{B}' - H \operatorname{tg} \varphi,$$

wo \mathfrak{B}' die Vertikalkraft für den einfachen Balken. Dieselbe wird

$$7) \dots \left\{ \begin{aligned} \mathfrak{B}' &= \frac{Pb}{2l} \text{ für } x < a \\ \mathfrak{B}' &= -\frac{Pa}{2l} \text{ für } x' < b \end{aligned} \right.$$

Aus der größten Vertikalkraft schließt man bekanntlich auf die Minimalstärke des Stehbleches und die Niettheilung.

Mit Hilfe der Formeln 4 und 6 lassen sich die größten Momente und die größten Vertikalkräfte (am besten mittelst Influenzlinien — vergl. §. 7 u. 8 —) berechnen, sobald der Horizontalschub H des Bogens gegeben ist. Ferner kann man aus H den Zug in der Hängestange NN , nämlich (Fig. 3)

$$8) \dots V = H(\operatorname{tg} \varphi - \operatorname{tg} \varphi')$$

ermitteln.

§. 2. Bestimmung des Horizontalschubes H .

Die Berechnung von H soll mit Hilfe von Castigliano's Princip der kleinsten Deformationsarbeit erfolgen. Nach diesem in Castigliano's Werk „Théorie de l'équilibre des systèmes élastiques“ (Turin 1879) ausgesprochenen und auch von Fränkel*) — unabhängig von Castigliano — bewiesenen Principe muß die von den inneren Kräften des Systemes geleistete Arbeit \mathfrak{A} ein Minimum werden. Es muß also, da H als Unbekannte auftritt,

$$\frac{d\mathfrak{A}}{dH} = 0$$

sein.

Irgend ein Balkenquerschnitt wird außer durch das Moment M noch durch einen axialen Zug

$$9) \dots Z = H - H' = H - \frac{Pb}{2l} \operatorname{tg} \alpha$$

*) Zeitschrift des Arch.- u. Ing.-Vereins zu Hannover, 1882, Seite 63.

beansprucht, weshalb die Deformationsarbeit für den Balken nach bekannten Formeln der Elasticitätslehre:

$$\mathfrak{A} = \int_0^{2l} \frac{M^2 dx}{2EJ} + \int_0^{2l} \frac{Z^2 dx}{2EF}$$

wird. E = Elasticitätsmodul für den Balken.

Die Deformationsarbeit des in den einzelnen Gliedern durch den Druck $H \sec \varphi$ beanspruchten Bogens, dessen Felderzahl = n sein möge, ist

$$\mathfrak{A}'' = \sum_1^n \frac{H^2 \sec^2 \varphi_m \cdot s_m}{2E'F'_m}$$

Dabei bedeutet s_m die Länge des m ten Gliedes,

F'_m den Querschnitt des m ten Gliedes,

E' den Elasticitätsmodul für den Bogen.

Indem wir die Deformationsarbeit der Hängestangen vernachlässigen,*) erhalten wir die Bedingung

$$\frac{d\mathfrak{A}'}{dH} + \frac{d\mathfrak{A}''}{dH} = 0, \text{ d. h.}$$

$$\sum_1^n \frac{H \sec^2 \varphi_m s_m}{E'F'_m} + \int_0^{2l} \frac{M dx}{EJ} \cdot \frac{dM}{dH} + \int_0^{2l} \frac{Z dx}{EF} \cdot \frac{dZ}{dH} = 0,$$

worin laut Gleichung 4 u. 9 zu setzen ist:

$$\frac{dM}{dH} = -y, \quad \frac{dZ}{dH} = 1,$$

so daß sich die Beziehung ergibt:

$$H \frac{E}{E'} \sum_1^n s_m \sec^2 \varphi_m \frac{1}{F'_m} - \int_0^{2l} \left(M' + \frac{Pb}{2l} c \cdot \operatorname{tg} \alpha - Hy \right) y \frac{dx}{J} + \int_0^{2l} \left(H - \frac{Pb}{2l} \operatorname{tg} \alpha \right) \frac{dx}{F} = 0 \dots \text{I.}$$

Wird zur Abkürzung gesetzt:

$$\left. \begin{aligned} s_0^{**}) &= \frac{E}{E'} \sum_1^n s_m \sec^2 \varphi_m \frac{F_0}{F'_m} \\ w &= y \frac{J_0}{J} \end{aligned} \right\} \dots \text{10)}$$

wo J_0 ein beliebiges Querschnittsträgheitsmoment (am besten = J_{max}),

F_0 einen beliebigen Querschnittsinhalt

bedeutet, so ergibt sich der gesuchte Horizontalschub:

$$H = \frac{\int_0^{2l} M' w dx + \frac{Pb}{2l} \operatorname{tg} \alpha \left[c \int_0^{2l} w dx + \frac{J_0}{F_0} \int_0^{2l} \frac{F_0}{F} dx \right]}{\int_0^{2l} y w dx + \frac{J_0}{F_0} \int_0^{2l} \frac{F_0}{F} dx + \frac{J_0}{F_0} s_0} \dots \text{11)}$$

Aus einem später einleuchtenden Grunde verstehen wir unter F_0 zweckmäßig den Querschnitt des Bogens im Scheitel.

Die Formel 11 führt zu einer einfachen Construction der Influenzcurve für H .

*) Man findet für die Hängestangen

$$\mathfrak{A}''' = \frac{H^2}{2E''} \sum z_m (\operatorname{tg} \varphi_m - \operatorname{tg} \varphi_{m+1})^2,$$

wo E'' der Elasticitätsmodul, F'' der Querschnitt und z_m die Länge der Stange; das Glied ist aber stets vernachlässigbar.

**) Für s_0 darf man stets den auf Seite 322 in der Fußnote abgeleiteten einfachen Näherungswert setzen.

Zunächst sind die den verschiedenen Abscissen x entsprechenden Werthe $w = y \frac{J_0}{J}$ von den Bogenpunkten C

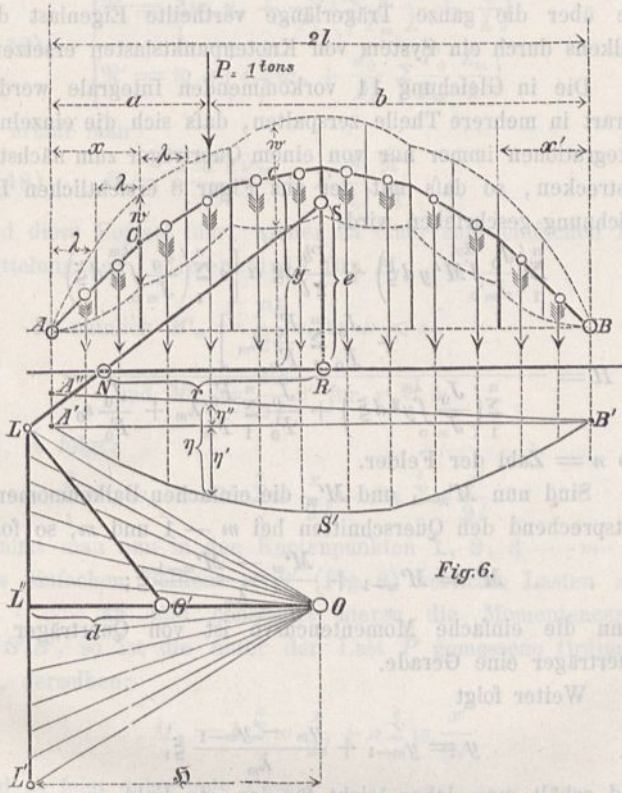


Fig. 6.

aus (Fig. 6) auf Verticalen so abzutragen, daß die Strecken w durch die Punkte C halbiert werden. Die Endpunkte dieser Ordinaten werden durch Curven verbunden. Diese Curven umschließen eine Fläche, welche wir die „ w -Fläche“ nennen wollen. S sei der (am besten graphisch ermittelte) Schwerpunkt der w -Fläche; sein Abstand von der Horizontalen XX sei $SR = e$.

Bedeutet dann F_w den Inhalt der w -Fläche, so folgt

$$\int_0^{2l} y w dx = F_w \cdot e.$$

Die w -Fläche wird nun als Belastungsfläche eines einfachen Balkens AB aufgefaßt. Die zugehörige Momentencurve ist das mit der beliebigen Poldistanz \mathfrak{H} gezeichnete Seilpolygon $A'SB'$, dessen Schlußlinie $A'B'$ und dessen vertical unter P gemessene Ordinate $= \eta'$ ist. Aus der Theorie des Seilpolygons folgt

$$\mathfrak{H} \cdot \eta' = a \int_0^b w dx' \frac{x'}{2l} + b \int_0^a w dx \frac{x}{2l}$$

und, da mit Rücksicht auf Gleichung 3

$$\int_0^{2l} M' w dx = P \int_0^a \frac{a}{2l} x' w dx' + P \int_0^b \frac{b}{2l} x w dx$$

ist,

$$\mathfrak{H} \eta' = \frac{1}{P} \int_0^{2l} M' w dx.$$

Bei Construction des Seilpolygons wird man die w -Fläche durch verticale Schnitte in Lamellen von der constanten Breite λ und mit den mittleren Ordinaten $w_1 w_2 \dots$ zerlegen. Ferner wird man auf der Verticalen LL' nicht die Lamelleninhalte $w\lambda$ als Belastungen auftragen, sondern aliquote Theile der mittleren Ordinaten, etwa die Strecken

$\sigma w_1, \sigma w_2, \sigma w_3 \dots$, wo σ eine beliebige Zahl. Dann ist zu setzen:

$$\int_0^{2l} M' w dx = \mathfrak{H}' \eta' \frac{P\lambda}{\sigma}, \text{ ferner:}$$

$$\int_0^{2l} w dx = \overline{LL'} \cdot \frac{\lambda}{\sigma}$$

$$\int_0^{2l} w y dx = \overline{LL'} \frac{\lambda e}{\sigma}.$$

Die Kraft P ist $= 1$ zu setzen und werde durch die Strecke $NR = r$ dargestellt. Es empfiehlt sich dann, die Gerade SN zu ziehen und den Anfangspunkt L des Kräftezuges LL' auf der Geraden SN anzunehmen, ferner $LO' \perp SN$ und durch den Halbierungspunkt L'' der LL' die Horizontale $L''O'$ zu ziehen. Wird $L''O' = d$ gesetzt, so folgt $LL' = \frac{2rd}{e}$, und man erhält:

$$\int M' w dx = \mathfrak{H}' \eta' \frac{r\lambda}{\sigma}$$

$$\int_0^{2l} w dx = 2 \frac{r\lambda d}{\sigma e}, \quad \int_0^{2l} w y dx = 2 \frac{r\lambda d}{\sigma}.$$

Jetzt wird noch

$$\int_0^{2l} \frac{F_0}{F} dx = \lambda \left(\frac{F_0}{F_1} + \frac{F_0}{F_2} + \dots \right) = \lambda \sum_0^{2l} \frac{F_0}{F}$$

berechnet, wo $F_1 F_2 \dots$ die zu den Lamellen 1, 2, ... gehörigen Balkenquerschnitte sind, und man erhält:

$$H = \frac{\mathfrak{H}' \frac{r\lambda}{\sigma} \eta' + r \operatorname{tg} \alpha \left[\frac{c}{e} \cdot \frac{2\lambda r d}{\sigma} + \frac{J_0 \lambda \sum_0^{2l} \frac{F_0}{F} \right] \frac{b}{2l}}{\frac{2\lambda r d}{\sigma} + \frac{J_0}{F_0} \lambda \sum_0^{2l} \frac{F_0}{F} + \frac{J_0}{F_0} s_0}.$$

Die Poldistanz \mathfrak{H} wähle man nach der Formel

$$\mathfrak{H} = 2d \left[1 + \frac{J_0 \sigma}{2rd F_0} \left(\frac{s_0}{\lambda} + \sum_0^{2l} \frac{F_0}{F} \right) \right] \quad (12)$$

Dann findet man

$$H = \eta' + \frac{\mathfrak{H}'}{\mathfrak{H}} r \frac{b}{2l},$$

wo

$$\mathfrak{H}' = 2d \left[\frac{c}{e} + \frac{J_0 \sigma}{2rd F_0} \cdot \sum_0^{2l} \frac{F_0}{F} \right] \operatorname{tg} \alpha \quad (13)$$

Trägt man schliesslich auf der Verticalen durch A' die Strecke

$$\overline{A'A''} = \frac{\mathfrak{H}'}{\mathfrak{H}} \cdot r$$

auf, wo r die Krafteinheit bedeutet, zieht die Gerade $A''B'$ und bezeichnet mit η'' den unter P gemessenen Verticalabstand der Geraden $A'B'$ und $A''B'$, so folgt

$$\eta'' = \frac{\mathfrak{H}'}{\mathfrak{H}} r \cdot \frac{b}{2l},$$

also

$$H = \eta' + \eta'' = \eta \quad (14)$$

Es ist also die durch das Seilpolygon, die Verticale $A'A''$ und die Gerade $A''B'$ begrenzte Fläche die gesuchte Influenzfläche für den Horizontalschub H .

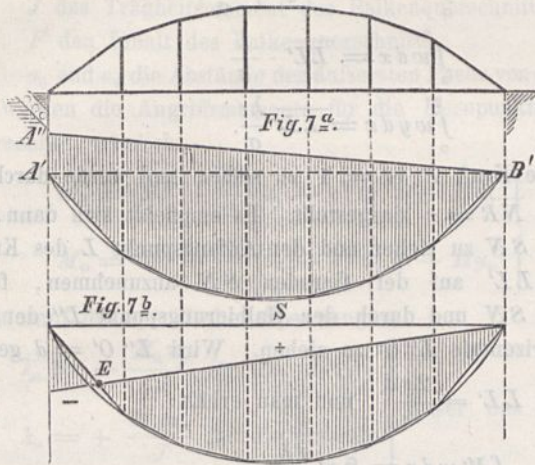
Greifen die Lasten P in Folge entsprechend angeordneter Zwischenträger ausschliesslich bei den Verticalen an, so ist die Seilcurve $A'S'B'$ durch das eingeschriebene Polygon, dessen Ecken auf den verlängerten Verticalen liegen, zu ersetzen (Fig. 7^a).

Liegt der Angriffspunkt der horizontalen Auflagerreaction

$H' = \frac{Pb}{2l} \operatorname{tg} \alpha$ unterhalb der Stabaxe XX (Fig. 3), so ist

c negativ zu setzen. Ergibt sich hierbei (vergl. Formel 13)

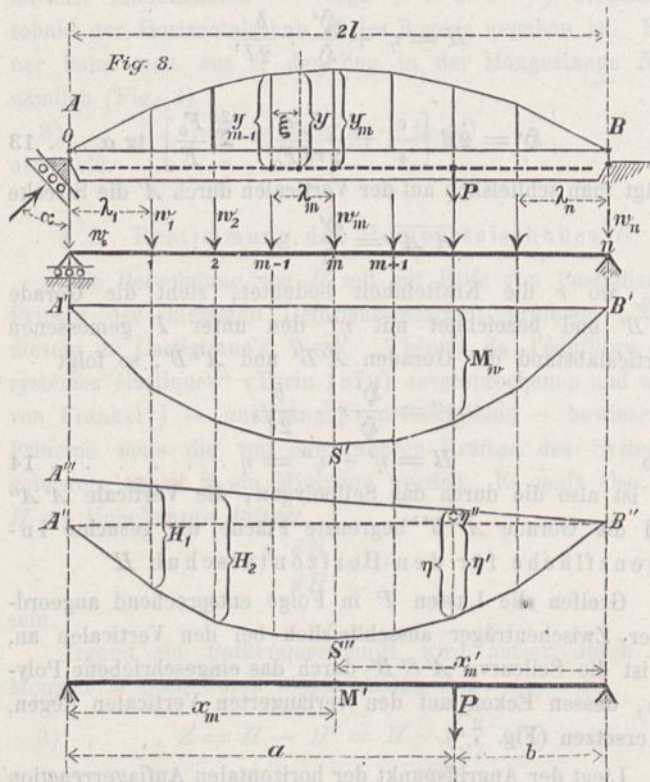
$$c > \frac{J_0 \sigma e}{2 dr F_0} \frac{\sum F_0}{F}$$



so wird δ' negativ, und es entsteht die in Figur 7^b dargestellte Influenzfläche. Eine durch den Punkt E gehende Last P erzeugt $H = 0$. Lasten links von P verursachen ein negatives H . Diesem entspricht eine Beanspruchung des Bogens auf Zug und der Verticalen auf Druck. Die Verticalen sind hierbei allerdings steif zu denken. Nun wird aber der positive Horizontalschub des Bogens in Folge der permanenten Belastung stets so groß sein, daß selbst dann noch die Verticalen gezogen werden, wenn die mobile Last ausschließlich links von E wirkt, so daß die Influenzfläche in Figur 7^b auch für den Fall schlaffer Verticalen gültig bleibt.

§. 3. Eine andere Interpretation der Hauptgleichung 11.

Bei den in der Regel vorkommenden, im Vergleiche zur Stützweite kleinen Feldlängen wird man zweckmäßig



den Querschnitt des Balkens innerhalb eines Feldes constant annehmen. Dem m ten Felde, dessen Länge = λ_m sei,

Fig. 8, mögen die Werthe J_m und F_m entsprechen. Weiter empfiehlt sich stets die Annahme, daß sämtliche Lasten in den durch die Verticalen bestimmten Knotenpunkten 1, 2, ... m angreifen. Dabei wird man in bekannter Weise die über die ganze Trägerlänge vertheilte Eigenlast des Balkens durch ein System von Knotenpunktlasten ersetzen.

Die in Gleichung 11 vorkommenden Integrale werden derart in mehrere Theile zerspalten, daß sich die einzelnen Integrationen immer nur von einem Querträger zum nächsten erstrecken, so daß mit der aus Figur 8 ersichtlichen Bezeichnung geschrieben wird:

$$H = \frac{\sum_1^n \left(\frac{J_0}{J_m} \int \lambda_m M' y d\xi \right) + \frac{Pb}{2l} \operatorname{tg} \alpha \left[c \sum_1^n \left(\frac{J_0}{J_m} \int y d\xi \right) + \frac{J_0}{F_0} \sum_1^n \frac{F_0}{F_m} \lambda_m \right]}{\sum_1^n \left(\frac{J_0}{J_m} \int y^2 d\xi \right) + \frac{J_0}{F_0} \sum_1^n \frac{F_0}{F_m} \lambda_m + \frac{J_0}{F_0} s_0} \quad 15$$

wo n = Zahl der Felder.

Sind nun M'_{m-1} und M'_m die einfachen Balkenmomente entsprechend den Querschnitten bei $m-1$ und m , so folgt

$$M' = M'_{m-1} + \frac{M'_m - M'_{m-1}}{\lambda_m} \xi;$$

denn die einfache Momentencurve ist von Querträger zu Querträger eine Gerade.

Weiter folgt

$$y = y_{m-1} + \frac{y_m - y_{m-1}}{\lambda_m} \xi,$$

und erhält man daher leicht für das m te Feld:

$$\int_0^{\lambda_m} M' y d\xi = \frac{\lambda_m}{6} \{ 2 M'_{m-1} y_{m-1} + M'_{m-1} y_m + M'_m y_{m-1} + 2 M'_m y_m \},$$

für das $(m+1)$ te Feld

$$\int_0^{\lambda_{m+1}} M' y d\xi = \frac{\lambda_{m+1}}{6} \{ 2 M'_m y_m + M'_m y_{m+1} + M'_{m+1} y_m + 2 M'_{m+1} y_{m+1} \}$$

u. s. f. Summirt man diese Glieder und ordnet nach den Momenten M'_m , so findet man

$$6 \sum_1^n \left(\frac{J_0}{J_m} \int M' y d\xi \right) = \dots \dots \dots + M'_m \left[y_{m-1} \lambda_m \frac{J_0}{J_m} + 2 y_m \left(\lambda_m \frac{J_0}{J_m} + \lambda_{m+1} \frac{J_0}{J_{m+1}} \right) + y_{m+1} \lambda_{m+1} \frac{J_0}{J_m} \right] + M'_{m+1} \left[y_m \lambda_{m+1} \frac{J_0}{J_{m+1}} + 2 y_{m+1} \left(\lambda_{m+1} \frac{J_0}{J_{m+1}} + \lambda_{m+2} \frac{J_0}{J_{m+2}} \right) + y_{m+2} \lambda_{m+2} \frac{J_0}{J_{m+2}} \right] + \dots \dots \dots$$

oder, wenn man zur Abkürzung setzt:

$$16) \quad w_m = \frac{1}{6} \left\{ y_{m-1} \frac{\lambda_m}{\lambda} \frac{J_0}{J_m} + 2 y_m \left(\frac{\lambda_m}{\lambda} \frac{J_0}{J_m} + \frac{\lambda_{m+1}}{\lambda} \frac{J_0}{J_{m+1}} \right) + y_{m+1} \frac{\lambda_{m+1}}{\lambda} \frac{J_0}{J_{m+1}} \right\}$$

wo λ = mittlere (oder auch beliebige) Feldweite,

$$\sum_1^n \left(\frac{J_0}{J_m} \int M' y dx \right) = \lambda \sum_1^n M'_m w_m$$

und analog:

$$\sum_1^n \left(\frac{J_0}{J_m} \int y^2 dx \right) = \lambda \sum_1^n y_m w_m$$

$$\sum_1^n \left(\frac{J_0}{J_m} \int y^{\lambda_m} dx \right) = \lambda \sum_1^n w_m.$$

Setzt man dann weiter zur Abkürzung:

$$17) \quad \begin{cases} \mathfrak{N} = \sum_1^n w_m y_m + \frac{J_0}{F_0} \left(\sum_1^n \frac{F_0}{F_m} \frac{\lambda_m}{\lambda} + \frac{s_0}{\lambda} \right) \\ \mathfrak{N}' = \operatorname{tg} \alpha \left(c \sum_1^n w_m + \frac{J_0}{F_0} \sum_1^n \frac{F_0}{F_m} \frac{\lambda_m}{\lambda} \right) \end{cases}$$

so erhält man

$$18) \quad H = \frac{\sum M'_m w_m}{\mathfrak{N}} + P \frac{b}{2l} \frac{\mathfrak{N}'}{\mathfrak{N}}$$

und diese Formel führt wieder zu einer sehr einfachen Ermittlung der Influenzlinie für H .

Da nämlich $M'_m = \frac{Pb}{2l} x$ für $x < a$

und $M'_m = \frac{Pa}{2l} x'$ für $x' < b$

ist, so folgt:

$$\sum_1^n M'_m w_m = Pb \sum_0^a w \frac{x}{2l} + Pa \sum_0^b w \frac{x'}{2l}.$$

Nimmt man nun in den Knotenpunkten 1, 2, 3 ... m ... des einfachen Balkens $A'B'$ (Fig. 8) verticale Lasten w_1, w_2, \dots an und construirt hierzu die Momentencurve $A'S'B'$, so ist die unter der Last P gemessene Ordinate M_w derselben:

$$M_w = b \sum_0^a w \frac{x}{2l} + a \sum_0^b w \frac{x'}{2l}$$

und es folgt daher mit $P = 1$

$$19) \quad H = \frac{M_w}{\mathfrak{N}} + \frac{b}{2l} \frac{\mathfrak{N}'}{\mathfrak{N}}.$$

Dividirt man also die Ordinaten der Momentencurve $A'S'B'$ durch den constanten Werth \mathfrak{N} , so erhält man ein Polygon $A''S''B''$ mit den Ordinaten η' und hat nur noch nöthig, zu η' die Ordinate η'' einer Geraden $A'''B'''$ zu addiren, welche durch Auftragen von $A'''A'' = \frac{\mathfrak{N}'}{\mathfrak{N}} \cdot 1$ erhalten ist, unter 1 die Kräfteeinheit verstanden. Es wird dann

$$H = \eta' + \eta'' = \eta.$$

Diese Construction der Influenzcurve für den Horizontalschub H glaubt der Verfasser besonders empfehlen zu sollen.

Die Durchführung der Construction lehrt, daß in den meisten Fällen der Einfluss der Querschnittsveränderlichkeit ein nur sehr geringer ist, und daß es bei praktischen Berechnungen zulässig ist, den Balkenquerschnitt constant anzunehmen.

Man verstehe dann unter J_0 das mittlere Trägheitsmoment, unter F den mittleren Querschnitt des Balkens, und setze $\frac{J_0}{J_m} = 1, \frac{F_0}{F_m} = \frac{F_0}{F}$. Wird überdies noch eine constante Feldweite angenommen, so hat man

$$w_m = \frac{1}{6} (y_{m-1} + 4y_m + y_{m+1}),$$

wofür man stets genügend genau

$$w_m = y_m$$

setzen darf; ferner erhält man

$$\mathfrak{N} = \sum_1^n y_m^2 + \frac{J_0}{F_0} \left(n \frac{F_0}{F} + \frac{s_0}{\lambda} \right)$$

$$\mathfrak{N}' = \operatorname{tg} \alpha \left(c \sum_1^n y_m + \frac{J_0}{F} n \right)$$

$n =$ Zahl der Felder.

Für s_0 setze man beim Parabelbogen vom Pfeile h den sehr brauchbaren Näherungswerth:

$$s_0 = 2l \left(1 + \frac{4h^2}{3l^2} \right), *$$

$h =$ Pfeil der Parabel,

so daß sich für diesen Fall

$$\mathfrak{N} = \sum_1^n y_m^2 + n \frac{J_0}{F_0} \left(1 + \frac{4}{3} \frac{h^2}{l^2} + \frac{F_0}{F} \right)$$

ergibt, unter F_0 den Querschnitt des Bogens im Scheitel verstanden.

Bei kleinerer Feldweite λ darf man noch setzen

$$\sum_1^n y_m^2 = \frac{1}{\lambda} \int_0^{2l} y^2 dx \quad \text{und} \quad \sum_1^n y_m = \frac{1}{\lambda} \int_0^{2l} y dx.$$

Für den Parabelbogen folgt dann, (Fig. 3), wegen

$$y = \frac{hx(2l-x)}{l^2} + c_1 \quad \text{und mit} \quad \frac{2l}{\lambda} = n:$$

$$\sum_1^n y_m^2 = n \left(\frac{8h^2}{15} + \frac{4c_1 h}{3} + c_1^2 \right)$$

$$\sum_1^n y_m = n \left(\frac{2h}{3} + c_1 \right),$$

so daß man schließlic zu den Näherungswerthen gelangt

$$20) \quad \begin{cases} w_m = y_m \\ \mathfrak{N} = n \left\{ \frac{8h^2}{15} + \frac{4c_1 h}{3} + c_1^2 + \frac{J_0}{F_0} \left(1 + \frac{4}{3} \frac{h^2}{l^2} \right) + \frac{J_0}{F} \right\} \\ \mathfrak{N}' = n \left\{ c \left(\frac{2h}{3} + c_1 \right) + \frac{J_0}{F} \right\} \operatorname{tg} \alpha, \end{cases}$$

welche Formeln auch dann noch genügend scharfe Resultate liefern, wenn die Knotenpunkte des Bogens auf einem flachen Kreisbogen liegen.

§. 4.

Eine andere Formel für H bei constantem Querschnitte des Balkens.

Sind die Feldweiten nicht zu groß, so nehme man bei Berechnung der Integrale in Gleichung 11 in § 2 die Bogenaxe als continuirlich gekrümmt an, setze also, wenn die Pfeilhöhe $= h$ und $\frac{J_0}{J} = 1$ ist,

$$w = y \frac{J_0}{J} = y = c_1 + \frac{hx(2l-x)}{l^2}.$$

Da nun $M' = \frac{Pb}{2l} x = \frac{P(2l-a)x}{2l}$ für $x < a$

und $M' = \frac{Pa}{2l} (2l-x)$ für $x > a$

ist, so folgt

$$\begin{aligned} \int_0^{2l} M' w dx &= \int_0^{2l} M' y dx = c_1 \int_0^{2l} M' dx + \int_0^{2l} \frac{hx}{l^2} M' x (2l-x) dx \\ &= \frac{Pa(2l-a)c_1}{2} + \frac{Pa(2l-a)h}{12l^2} (4l^2 + 2la - a^2) \end{aligned}$$

*) Ist $E = E'$, so geht Gleichung 10 über in:

$s_0 = \sum s \sec^2 \varphi \frac{F_0}{F_m}$. Bei constanter Beanspruchung des Bogens ist $F_m = F_0 \sec \varphi$ zu wählen; denn F_0 war Querschnitt im Scheitel des Bogens. Man darf setzen:

$$s_0 = \int_0^{2l} ds \sec \varphi = \int_0^{2l} dx \left[1 + \left(\frac{dy}{dx} \right)^2 \right]$$

und erhält für die Parabel $s_0 = 2l \left(1 + \frac{4}{3} \frac{h^2}{l^2} \right)$.

$$\int_0^{2l} y w dx = \int_0^{2l} y^2 dx = 2l \left\{ \frac{8h^2}{15} + \frac{4hc_1}{3} + c_1^2 \right\}$$

$$\int_0^{2l} w dx = \int_0^{2l} y dx = 2l \left\{ \frac{2h}{3} + c_1 \right\}$$

$$\int_0^{2l} \frac{F_0 dx}{F} = 2l \frac{F_0}{F}$$

Mithin ergibt sich mit dem im §. 3 in der Fußnote für s_0 abgeleiteten Näherungswerte:

$$H = \frac{5Pab}{64hl^3} \left[4l^2 + 2la - a^2 + 6l^2 \frac{c_1}{h} \right] C + \frac{15Pb}{8 \cdot 2l} \operatorname{tg} \alpha \left[\frac{c}{h} + \frac{c_1}{h^2} + \frac{J}{Fh^2} \right] C \quad (21)$$

wo

$$C = \frac{1}{1 + \frac{15}{8} \left[\frac{J}{F_0 h^2} \left(1 + \frac{4}{3} \frac{h^2}{l^2} \right) + \frac{J}{F h^2} + \frac{4}{3} \frac{c_1}{h} + \frac{c_1^2}{h^2} \right]} \quad (22)$$

Will man bei Ableitung einer Formel für H nur die von den Biegemomenten abhängige Deformationsarbeit berücksichtigen, wie dies z. B. bei Berechnung der stabförmigen elastischen Bögen meistens geschieht, so muß man F_0 und F gleich ∞ setzen, erhält dann bei kleinem $\frac{c_1}{h}$ sehr nahe $C = 1$ und

$$H = \frac{5Pab}{64hl^3} \left(4l^2 + 2la - a^2 + 6l^2 \frac{c_1}{h} \right) + \frac{15Pb}{8 \cdot 2l} \operatorname{tg} \alpha \left(\frac{c}{h} + \frac{c_1}{h} \right) \quad (23)$$

Ist $c_1 = 0$ und $\alpha = 0$, so folgt

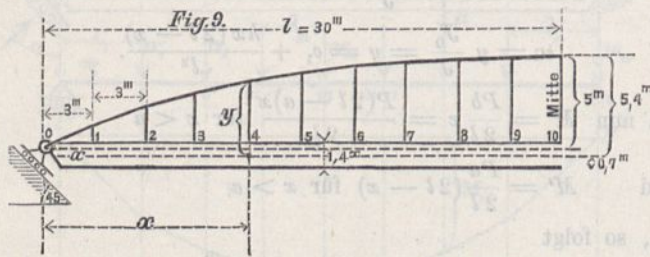
$$H = \frac{5Pab}{64hl^3} (4l^2 + 2la - a^2) \quad (24)$$

Dies ist die bekannte Gleichung der Influenzcurve für den Horizontalschub H eines steifen, elastischen Bogens mit Kämpfergelenken und ohne Scheitelgelenk; sie darf durch die einfachere Formel

$$H = \frac{3Pab}{8hl} \quad (25)$$

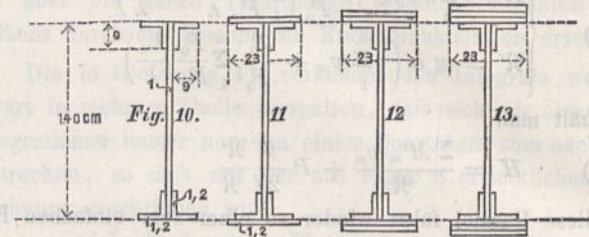
ersetzt und in dieser einfachen Gestalt auch auf die überschlägliche Berechnung des Systemes Figur 3 angewendet werden, sobald nur c und c_1 nicht zu groß sind und $\alpha = 0$ ist.

§. 5. Zahlenbeispiel (Fig. 9).



Ein Parabelbogen von $2l = 60$ m Stützweite und $h = 5$ m Pfeilhöhe sei durch einen Blechbalken versteift, dessen Stehblech bei 1 cm Stärke eine Höhe von 140 cm besitzt und dessen Gurtungen aus Winkelleisen mit dem Caliber: $9 \text{ cm} \times 9 \text{ cm} \times 1,2 \text{ cm}$ und aus Platten mit dem Caliber: $23 \text{ cm} \times 1,2 \text{ cm}$ gebildet sind. Die Feldweite betrage $\lambda = 3$ m. Es sei der mittlere Querschnitt des Trägers im 1ten Felde durch Fig. 10, im 9ten und 10ten Felde durch Fig. 11, im 2ten, 7ten und 8ten Felde durch Fig. 12, im 3ten, 4ten, 5ten und 6ten Felde durch Fig. 13 dargestellt. Die auf das Centimeter bezogenen Trägheitsmomente J und die Flächeninhalte F der Querschnitte sind

den Figuren beigeschrieben; desgleichen die Werthe $\frac{J_0}{J}$ und $\frac{F_0}{F}$, wo $J_0 = J_{max} = 1214840$.*)



$J =$	525840	756860	982030	1214840
$F =$	209	253	296	340
$\frac{J_0}{J} =$	2,31	1,61	1,34	1,00
$\frac{F_0}{F} =$	1,34	1,11	0,95	0,82

Der Querschnitt des Bogens betrage im Scheitels $F_0 = 280$ qcm.

Es folgt nun:

$$\frac{J_0}{F_0} = \frac{1214840}{280} = 4339 \text{ qcm} = \text{rot. } 0,43 \text{ qm}$$

$$\sum_0^{2l} \frac{F_0}{F} = 2[1,34 + 0,95 + 0,82 + 0,82 + 0,82 + 0,82 + 0,95$$

$$+ 0,95 + 1,11 + 1,11] = 19,38$$

$$s_0 = 2l \left[1 + \frac{4}{3} \frac{h^2}{l^2} \right] = 60 \left(1 + \frac{4}{3} \cdot \frac{5^2}{30^2} \right) = 62,22$$

und, wenn $\alpha = 45^\circ$ beträgt und die Bogenfüße im Abstände $c_1 = c = 0,4$ m oberhalb der Stabaxe XX angreifen,

$$\mathfrak{N} = \sum_0^{2l} y_m w_m + \frac{J_0}{F_0} \left(\sum_0^{2l} \frac{F_0}{F} + \frac{s_0}{\lambda} \right)$$

$$I. \quad \mathfrak{N} = \sum_0^{2l} y_m w_m + 0,43 \left(19,38 + \frac{62,22}{3} \right)$$

$$\mathfrak{N} = \operatorname{tg} \alpha \left[c \sum_0^{2l} w_m + \frac{J_0}{F_0} \sum_0^{2l} \frac{F_0}{F} \right] = 0,40 \cdot \sum_0^{2l} w_m + 0,43 \cdot 19,38$$

Die Ordinaten y des Bogens, bezogen auf die Abscissenaxe XX , berechnen sich nach der Formel

$$y = \frac{hx(2l-x)}{l^2} + c = \frac{5x(2l-x)}{900} + 0,4$$

Knotenpunkt	y_{m-1}	y_m	y_{m+1}	$\frac{J_0}{J_m}$	$\frac{J_0}{J_{m+1}}$	w_m
0		0,40	1,35		2,31	0,83
1	0,40	1,35	2,20	2,31	1,34	2,29
2	1,35	2,20	2,95	1,34	1,0	2,51
3	2,20	2,95	3,60	1,0	1,0	2,93
4	2,95	3,60	4,15	1,0	1,0	3,58
5	3,60	4,15	4,60	1,0	1,0	4,13
6	4,15	4,60	4,95	1,0	1,34	5,39
7	4,60	4,95	5,20	1,34	1,34	6,61
8	4,95	5,20	5,35	1,34	1,61	7,65
9	5,20	5,35	5,40	1,61	1,61	8,59
10	5,35	5,40	5,35	1,61	1,61	8,67

Man erhält die in vorstehende Tabelle eingetragenen Werthe y_m . Die Tabelle liefert ferner eine übersichtliche Zusammenstellung derjenigen Werthe, welche zur Berechnung von

*) Bei Berechnung der Werthe J und F ist die Verschwächung durch Nieten von 2,4 cm berücksichtigt worden. Wir verweisen auf die Tabellen für Blechträger von Dr. Zimmermann, Berlin 1881.

**) Den Werth s_0 darf man stets mittelst dieser einfachen Formel berechnen.

$$w_m = \frac{1}{6} \left[y_{m-1} \frac{J_0}{J_m} + 2y_m \left(\frac{J_0}{J_m} + \frac{J_0}{J_{m+1}} \right) + y_{m+1} \frac{J_0}{J_{m+1}} \right]$$

$$= \frac{1}{6} \left[\frac{J_0}{J_m} (y_{m-1} + 2y_m) + \frac{J_0}{J_{m+1}} (y_{m+1} + 2y_m) \right]$$

erforderlich sind. Außerdem sind die Resultate für die w_m angegeben.

Nun folgt:

$$\sum_0^{21} w_m = 2(0,33 + 2,29 + 2,51 + \dots + 8,59) + 8,67 = 97,369$$

$$\sum_0^{21} w_m y_m = 2(0,33 \cdot 0,40 + 2,29 \cdot 1,35 + \dots + 8,59 \cdot 5,35) + 8,67 \cdot 5,40 = 448,55$$

und man erhält nach Einsetzen dieser Werthe in I:

$$\mathfrak{N} = 465,80 \quad \mathfrak{N}' = 47,41$$

$$\frac{1}{\mathfrak{N}} = 0,00215 \quad \frac{\mathfrak{N}'}{\mathfrak{N}} = 0,10,$$

mithin die Gleichung der Influenzcurve für H

II. $H = 0,00215 M_w + 0,10 P \frac{b}{2l}$, wo $P = 1$ tons

und M_w das Moment für einen einfachen Balken AB (Fig. 8) bedeutet, in dessen Knotenpunkten verticale Kräfte w_1, w_2, \dots angreifen.

Um die Momente M_w schnell zu berechnen, ermittle man zunächst die Vertical-Kräfte für den durch die w -Kräfte belasteten Balken. Man findet

für Feld 10 $\mathfrak{B}_{10} = \frac{1}{2} w_{10} = 4,335,$
 „ „ 9 $\mathfrak{B}_9 = \mathfrak{B}_{10} + w_9 = 4,335 + 8,59 = 12,925$
 „ „ 8 $\mathfrak{B}_8 = \mathfrak{B}_9 + w_8 = 12,925 + 7,365 = 20,575$ u. s. w.
 $\mathfrak{B} = 27,185, \mathfrak{B}_6 = 32,575, \mathfrak{B}_5 = 36,705, \mathfrak{B}_4 = 40,285,$
 $\mathfrak{B}_3 = 43,215, \mathfrak{B}_2 = 45,725, \mathfrak{B}_1 = 48,015.$

Nun erhält man die Momente

$$M_{w1} = \mathfrak{B}_1 \lambda = 48,015 \cdot 3 = 144,045;$$

$$M_{w2} = M_{w1} + \mathfrak{B}_2 \lambda = 144,045 + 45,725 \cdot 3 = 281,220;$$

$$M_{w3} = M_{w2} + \mathfrak{B}_3 \lambda = 281,220 + 43,215 \cdot 3 = 410,865 \text{ u. s. w.}$$

$$M_{w4} = 531,720; \quad M_{w5} = 641,835; \quad M_{w6} = 739,560;$$

$$M_{w7} = 821,115; \quad M_{w8} = 882,840; \quad M_{w9} = 921,3615;$$

$$M_{w10} = 934,3620.$$

Aus diesen Momenten ergeben sich nach Formel II die den Knotenpunkten 0, 1, 2, 3 . . . entsprechenden Ordinaten H_0, H_1, H_2, \dots der Influenzcurve für H . Man hat der

Reihe nach $\frac{b}{2l} = \frac{3}{20}, \frac{19}{20}, \frac{18}{20}, \dots$ zu setzen und erhält:

H_0	$+ 0,10 \frac{3}{20} = 0,10$ tons	
$H_1 = 0,00215 \cdot 144,045$	$+ 0,10 \frac{19}{20} = 0,40$ tons	
$H_2 = 0,00215 \cdot 281,220$	$+ 0,10 \frac{18}{20} = 0,69$ tons	
$H_3 = 0,00215 \cdot 410,865$	$+ 0,10 \frac{17}{20} = 0,97$ tons u. s. w.	
$H_4 = 1,22$ tons	$H_{10} = 2,06$ tons	$H_{16} = 1,16$ tons
$H_5 = 1,45$ „	$H_{11} = 2,03$ „	$H_{17} = 0,90$ „
$H_6 = 1,66$ „	$H_{12} = 1,94$ „	$H_{18} = 0,61$ „
$H_7 = 1,83$ „	$H_{13} = 1,80$ „	$H_{19} = 0,31$ „
$H_8 = 1,96$ „	$H_{14} = 1,62$ „	$H_{20} = 0.$
$H_9 = 2,04$ „	$H_{15} = 1,40$ „	

Ist die totale Belastung für das Meter des Versteifungsbalkens = 2 tons, also für jeden Knotenpunkt = $2 \cdot 3 = 6$ tons*) so erhält man bei totaler Belastung des Balkens den Horizontalschub:

$$H = 3,0 \cdot H_0 + 6,0 [H_1 + H_2 + H_3 + \dots + H_{19}] = 156,6 \text{ tons.}$$

*) Knotenpunkt 0 wird dann mit 3 tons belastet.

§. 6. Einfluss einer Aenderung der Temperatur.

Bei einer gewissen Temperatur sei das unbelastet und gewichtslos gedachte System spannungslos. Diese Temperatur werde um t_1^0 für den Bogen und um t_2^0 für den

Balken vergrößert. Die relative Verkürzung $\frac{H \sec \varphi_m}{E' F' m}$

des durch den Druck $H \sec \varphi_m$ beanspruchten m ten Bogenliedes wird um εt_1 verkleinert, hingegen die relative Dehnung $\frac{Z}{EF}$ des Balkens um εt_2 vergrößert.

Deshalb geht die in § 2 abgeleitete Gleichung I mit $M' = 0$ und $P = 0$ über in:

$$\sum_1^n s_m \sec^2 \varphi_m \left(\frac{H}{E' F' m} - \varepsilon t_1 \cos \varphi \right) + \frac{H}{E} \int_0^{2l} \frac{y^2 dx}{J}$$

$$+ \int_0^{2l} \left(\frac{H}{EF} + \varepsilon t_2 \right) dx = 0$$

und liefert den Horizontalschub

$$H_t = \frac{\sum_1^n s_m \sec \varphi_m - 2l \cdot \frac{t_2}{t_1}}{\int y^2 dx \frac{J_0}{J} + \frac{J_0}{F_0} \int dx \frac{F_0}{F} + \frac{J_0}{F_0} s_0} \varepsilon t_1 E J_0,$$

d. i. $H_t = \frac{\sum_1^n s_m \sec \varphi_m - 2l \frac{t_2}{t_1}}{\mathfrak{N}} \varepsilon t_1 \frac{E J_0}{\lambda},$

wo εE für Schmiedeeisen = 24, bezogen auf Kilogramme, Centimeter und Celsiusgrade als Einheiten. \mathfrak{N} ergibt sich aus Formel 17 oder 20.

Dieser Horizontalschub kann ganz beträchtlich werden, sobald t_1 und t_2 sehr von einander abweichen. Derartige Temperaturunterschiede sind bekanntlich vielfach beobachtet worden; es ist nur schwierig, die Werthe t_1 und t_2 richtig abzuschätzen, aus welchem Grunde bei der statischen Berechnung der meisten Constructionen auf eine Annahme verschieden großer Temperaturen für die verschiedenen Constructionstheile verzichtet wird. Nimmt man die mobile Belastung statisch unbestimmter Systeme nicht zu klein und gestattet nicht zu hohe Inanspruchnahmen, so ist ein derartiges Vorgehen allenfalls gerechtfertigt. Ist aber die Temperaturänderung t für sämtliche Theile des Trägers dieselbe, so muß, da ein festes Lager und ein Gleitlager angeordnet sind, $H_t = 0$ werden. Der Träger ist bestrebt, eine seiner früheren Form ähnliche anzunehmen, und zwar vollzieht sich diese Formänderung, ohne daß Spannungen entstehen. (Daß die Formel für H_t mit $t_1 = t_2$ nicht den Werth $H_t = 0$ liefert, erklärt sich aus der Vernachlässigung der Längenänderung der Verticalen.)

§. 7. Ermittlung der größten Momente M_0 und M_u .

Die Momente M_0 und M_u , aus welchen sich nach den Formeln 5 in § 1 die specifischen Spannungen k_0 und k_u berechnen lassen, sollen mit Hilfe von Influenzlinien bestimmt werden. Dabei wird als bekannt vorausgesetzt, wie man mit Hilfe einer Influenzlinie den Maximalwerth von M findet, ferner wie die Influenzlinie für das Moment M' eines einfachen Balkens construirt wird.

Liegt eine Einzellast $P = 1$ rechts oder links von dem Querschnitte C , so ist das Angriffsmoment für den Kernpunkt u dieses Querschnittes nach Gl. 5 (vergl. Fig. 14):

$$M_u = M' + \frac{Pb}{2l} \operatorname{tg} \alpha \cdot \eta_u - Hy_u,$$

wo η_u der Abstand des Punktes u von der Horizontalkraft $H' = \frac{Pb}{2l} \operatorname{tg} \alpha$. Liegt u unter dieser Horizontalkraft, so setzen wir η_u positiv. Wir schreiben:

$$M_u = \left(\frac{M'}{y_u} + \frac{Pb}{2l} \operatorname{tg} \alpha \cdot \frac{\eta_u}{y_u} - H \right) y_u$$

und construiren die Influenzfläche für $\frac{M_u}{y_u}$.

Dazu wird nach §. 2 oder §. 3 die Influenzfläche $A'' A' S' B'$ für den Horizontalschub H gezeichnet, $A'' A''' = 1 \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot \frac{\eta_u}{y_u}$ gemacht, wo 1 die Kräfteinheit, und $A''' B'$ gezogen. Dreieck $A''' A'' B'$ ist die Influenzfläche für

$$\frac{Pb}{2l} \operatorname{tg} \alpha \cdot \frac{\eta_u}{y_u} = 1 \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot \frac{\eta_u}{y_u} \cdot \frac{b}{2l}.$$

denn unter der Last P mißt man die Ordinate

$$\frac{NN'}{y_u} = 1 \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot \frac{\eta_u}{y_u} \cdot \frac{b}{2l}.$$

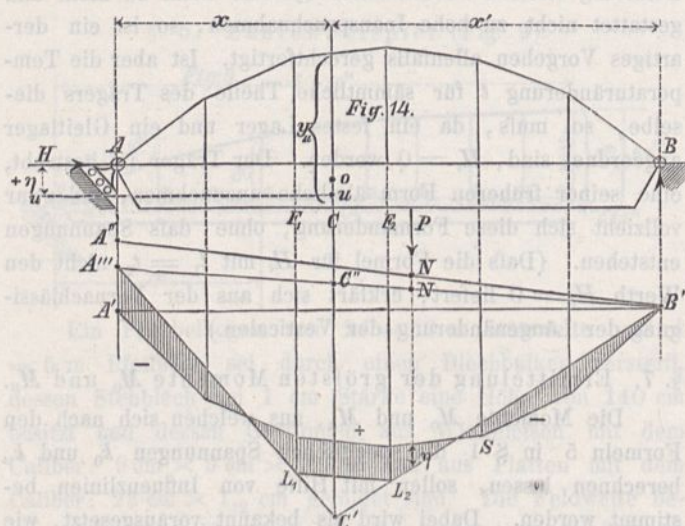
Um die Influenzfläche für das einfache Moment $\frac{M'}{y_u}$ zu erhalten, wird vertical unter dem fraglichen Querschnitte C die Ordinate $\overline{C'' C'} = 1 \cdot \frac{x x'}{2l y_u}$ aufgetragen und C' mit A''' und B' verbunden. Dann werden durch die dem Querschnitte C benachbarten Knotenpunkte F_1 und F_2 Verticalen gezogen, welche die Geraden $A''' C'$ und $B' C'$ in L_1 und L_2 schneiden. Das Trapez $A''' L_1 L_2 B'$ ist die gesuchte Influenzfläche für $\frac{M'}{y_u}$.

Addirt man nun die Influenzflächen

$$A''' A'' B' \text{ entsprechend dem Ausdrucke } \frac{Pb \eta_u}{2l y_u} \operatorname{tg} \alpha$$

$$\text{und } A''' L_1 L_2 B' \text{ " " " " } \frac{M'}{y_u}$$

und subtrahirt hiervon die Influenzfläche für H , so erhält man in der in Figur 14 schraffirten Fläche die Influenz-

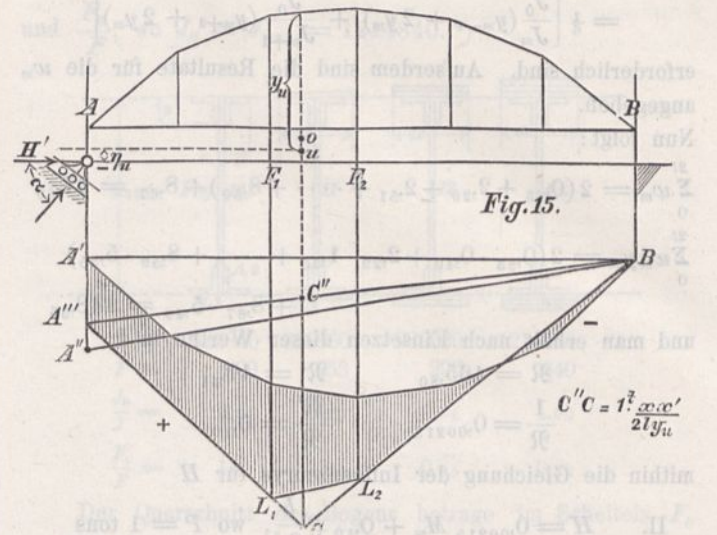


fläche für $\frac{M_u}{y_u}$. Die Last P in Figur 14 erzeugt also für den Querschnitt C das Moment

$$M_u = P \cdot \eta \cdot y_u.$$

In Figur 15 ist die Influenzfläche für den Werth $\frac{M_u}{y_u}$ des

Querschnittes C unter der Voraussetzung dargestellt, daß der Kernpunkt u über der horizontalen Stützreaction H'



liegt, daß also η_u negativ ist, ferner daß die Influenzfläche für den Horizontalschub die Gestalt Fig. 7^b annimmt.

Die Momente M_0 werden ganz analog ermittelt.

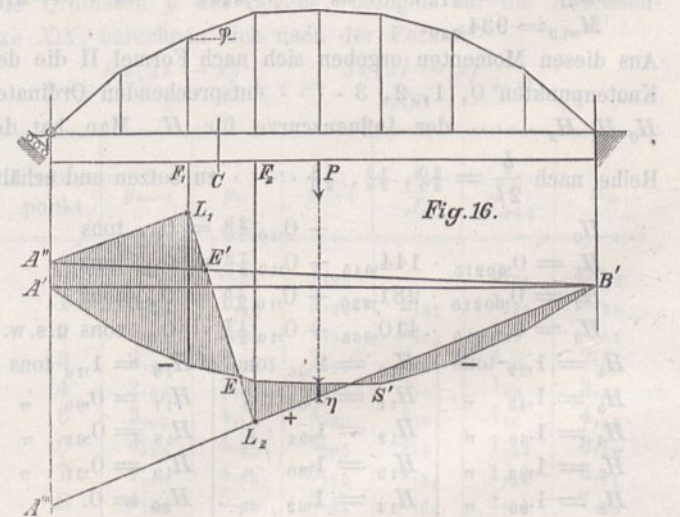
§. 8. Ermittlung der größten Verticalkräfte.

Nach Gleichung 6 in § 1 ist die Verticalkraft für den Querschnitt C (Fig. 16)

$$\mathfrak{B} = \mathfrak{B}' - H \operatorname{tg} \varphi$$

und zwar ist für alle Querschnitte des Feldes $F_1 F_2$ sowohl \mathfrak{B}' als auch φ constant, so daß sich auch \mathfrak{B} innerhalb eines Feldes constant erweist. Dabei ist natürlich vorausgesetzt, daß sämtliche Lasten in den Knotenpunkten angreifen.

Wir construiren die Influenzfläche für den Ausdruck $\mathfrak{B} \operatorname{cotg} \varphi$, indem wir die Influenzfläche $A'' A' S' B'$ für den Horizontalschub zeichnen, $A'' A''' = 1 \cdot \operatorname{cotg} \varphi$ machen (unter 1 die Kräfteinheit verstanden), A''' mit B' verbind-



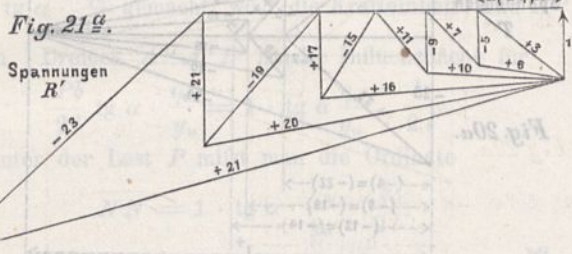
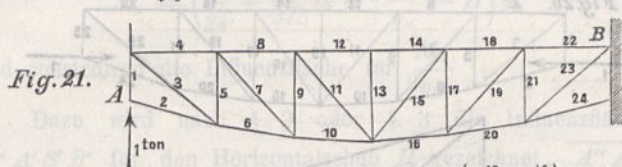
den und $A''' L_1 \parallel A''' B'$ ziehen. L_1 liegt vertical unter Knotenpunkt F_1 und L_2 unter F_2 . Nach Ziehen der Geraden $L_1 L_2$ erhält man in der Fläche $B' A'' L_1 L_2 B'$ die Influenzfläche für $\mathfrak{B}' \operatorname{cotg} \varphi$. Der Theil $B' E' L_2$ ist positiv, der Theil $A'' L_1 E'$ ist negativ. Subtrahirt man von der „Influenzfläche $\mathfrak{B}' \operatorname{cotg} \varphi$ “ die „Influenzfläche H “, so erhält man die Influenzfläche $\mathfrak{B} \operatorname{cotg} \varphi$. Dieselbe ist in Figur 16 schraffirt worden; die Vorzeichen wurden neben-

wo

$$\mathfrak{N}' = - \operatorname{tg} \alpha \sum_0^{2l} T' T s \frac{f_0}{f}$$

$$\mathfrak{N} = \frac{f_0}{F_0} s_0 + \sum_0^{2l} T^2 s \frac{f_0}{f}$$

f_0 eine beliebige Querschnittsfläche.**)



Denken wir jetzt den Balken bei B fest eingespannt (Fig. 21) und am linken Auflager durch die verticale, aufwärts wirkende Kraft 1 belastet; dann wird sich für einen beliebigen Stab die Spannung R' ergeben. Wird der Balken bei A festgehalten und bei B durch die aufwärts wirkende Kraft 1 ergriffen, so wird eine bestimmte Spannung R'' entstehen. Sowohl R' als R'' lassen sich leicht construiren.**)

Da nun die Last P am einfachen Balken die Reactionen $A = \frac{Pb}{2l}$ und $B = \frac{Pa}{2l}$ hervorruft, so wird sich für einen Stab links von P die Spannung

$$R = \frac{Pb}{2l} R'$$

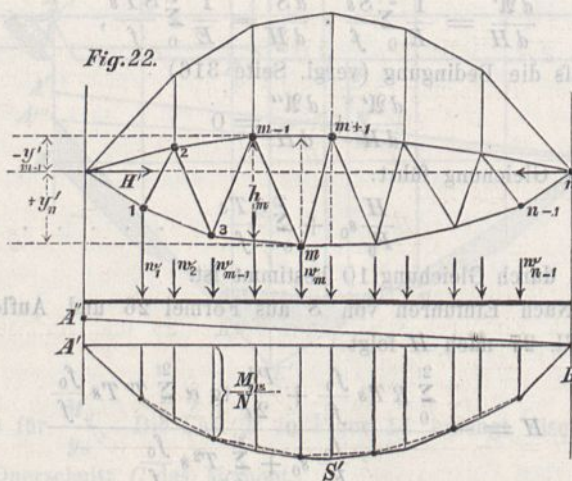
ergeben und für einen Stab rechts von P die Spannung

$$R = \frac{Pa}{2l} R''$$

Man wird also erhalten:

$$30) \quad H = - P \frac{b}{2l} \sum R' T s \frac{f_0}{f} + \frac{a}{2l} \sum R'' T s \frac{f_0}{f} + P \frac{b}{2l} \frac{\mathfrak{N}'}{\mathfrak{N}}$$

Mittelst dieser Gleichung läßt sich die Influenzcurve für den



*) f_0 wird zweckmäßig gleich dem mittleren Querschnitte der oberen Gurtung gesetzt. Wir wollen dies für die Folge thun.

**) Der Kräfteplan Fig. 21^a ist in kleinerem Maafsstabe aufgetragen wie der Plan 19^a.

Horizontalschub eines Versteifungsfachwerks bei beliebiger Form der Gurte finden.

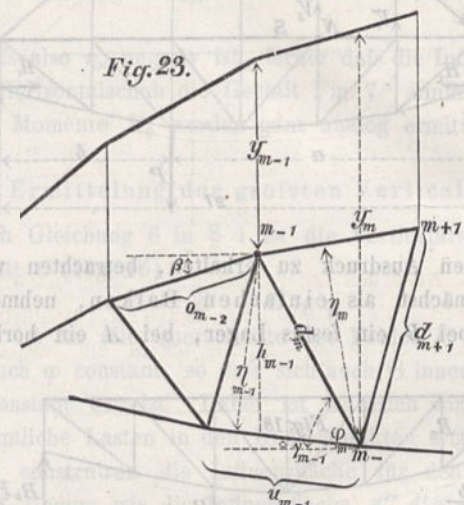
Wir wollen nun versuchen, die Gleichung der Influenzcurve für H auf die Form (vergl. Formel 18)

$$H = \frac{\sum M'_m w_m}{\mathfrak{N}} + \frac{Pb}{2l} \frac{\mathfrak{N}'}{\mathfrak{N}}$$

zu bringen, weil wir dann im Stande sind, einen Theil der Influenzfläche (nämlich den Theil $A'S'B'$ Fig. 8 u. 22) als Momentenfläche eines einfachen, durch gewisse Kräfte $w_1, w_2 \dots w_m \dots$ belasteten Balkens darzustellen. Dabei empfiehlt es sich, die Untersuchung für das Netzwerk (Fig. 22) und für das Fachwerk mit Verticalen (Fig. 17) gesondert durchzuführen.

a. Das Netzwerk.

Sämmtliche Gitterstäbe sind geneigt; das System ist durch Aneinanderreihung von Dreiecken entstanden. Wir bezeichnen (vergl. Fig. 22 und 23) mit:



M'_{m-1}, M'_m, M'_{m+1} die den Knotenpunkten $(m-1), m, (m+1)$ entsprechenden einfachen Momente,

h_{m-1}, h_m, h_{m+1} die verticalen Abstände der Knotenpunkte von den gegenüberliegenden Gurten,

y_{m-1}, y_m, y_{m+1} die verticalen Abstände der Knotenpunkte von dem Bogen,

$-y'_{m-1}, +y'_m, -y'_{m+1}$ desgl. von der Horizontalkraft

$$H = \frac{Pb}{2l} \operatorname{tg} \alpha, \text{ (die Werthe } y' \text{ sind } +, \text{ wenn die}$$

fraglichen Knotenpunkte unterhalb der Horizontalkraft liegen),

o_m, u_{m-1}, d_m die Längen der Stäbe,

$\beta_m, \gamma_{m-1}, \varphi_m$ die Neigungswinkel der Stäbe,

f_m, f_{m-1}, Ω_m die Querschnitte der Stäbe o_m, u_{m-1}, d_m .

Ferner nehmen wir an, daß für jeden Stab die bei dem Belastungszustande Fig. 19 entstehende Spannung T berechnet sei, ingleichen das Product $T s \frac{f_0}{f} \sec \psi$, wo allgemein s

= Stablänge und ψ = Neigungswinkel des Stabes gegen die Horizontale bedeutet. So ist also z. B. für den Obergurtstab, gegenüber dem Knotenpunkte $m, s = o_m$ und $\psi = \beta_m$.

Das Product $T s \frac{f_0}{f} \sec \psi$ bezeichnen wir kurz

mit o'_m für den Stab von der Länge o_m ,

„ u'_{m-1} für den Stab von der Länge u_{m-1} ,

„ d'_m für den Stab von der Länge d_m .

Es ergeben sich nun die Spannungen R des einfachen Trägers nach folgenden bekannten Formeln aus den Momenten M'_m :

$$R = - \frac{M'_m}{h_m} \sec \beta_m \text{ für den Stab } o_m$$

$$R = - \frac{M'_{m-1}}{h_{m-1}} \sec \gamma_{m-1} \text{ für den Stab } u_{m-1}$$

$$R = + \left(\frac{M'_{m-2}}{h_{m-2}} - \frac{M'_{m-1}}{h_{m-1}} \right) \sec \varphi_{m-1} \text{ für den Stab } d_{m-1}$$

$$R = + \left(\frac{M'_m}{h_m} - \frac{M'_{m-1}}{h_{m-1}} \right) \sec \varphi_m \text{ für den Stab } d_m$$

$$R = + \left(\frac{M'_m}{h_m} - \frac{M'_{m+1}}{h_{m+1}} \right) \sec \varphi_{m+1} \text{ für den Stab } d_{m+1}.$$

Deshalb wird

$$\sum_0^{2l} R T s \frac{f_0}{f} = \dots + \left(\frac{M'_{m-2}}{h_{m-2}} - \frac{M'_{m-1}}{h_{m-1}} \right) d'_{m-1} + \frac{M'_{m-1}}{h_{m-1}} u'_{m-1}$$

$$= \dots + \left(\frac{M'_m}{h_m} - \frac{M'_{m-1}}{h_{m-1}} \right) d'_m - \frac{M'_m}{h_m} o'_m$$

$$+ \left(\frac{M'_m}{h_m} - \frac{M'_{m+1}}{h_{m+1}} \right) d'_{m+1} + \frac{M'_{m+1}}{h_{m+1}} u'_{m+1}$$

$$+ \dots + \frac{M'_{m-1}}{h_{m-1}} (u'_{m-1} - d'_{m-1} - d'_m)$$

$$+ \frac{M'_m}{h_m} (-o'_m + d'_m + d'_{m+1}) + \dots$$

und man erhält daher:

$$31) \quad - \sum_0^{2l} R T s \frac{f_0}{f} = \sum_0^{2l} M'_m w_m, \text{ wo}$$

$$31^a) \quad \begin{cases} w_m = \frac{o'_m - d'_m - d'_{m+1}}{h_m} \text{ für Knotenpunkt } m \text{ des} \\ \text{Untergurtes,} \\ w_{m-1} = \frac{-u'_{m-1} + d'_{m-1} + d'_m}{h_{m-1}} \text{ für Knotenpunkt} \\ (m-1) \text{ des Obergurtes.} \end{cases}$$

Um die Spannungen T durch Rechnung zu bestimmen, erwäge man, daß sich aus dem Momente M_m für den Knotenpunkt des Untergurtes ganz allgemein die Spannung im gegenüberliegenden Gurtstücke gleich $-\frac{M_m}{h_m} \sec \beta_m$ ergibt. Der von H abhängige Theil des Momentes ist $-Hy_m$, also wird der von H abhängige Theil der Spannung gleich $+\frac{y_m}{h_m} \sec \beta \cdot H$. Setzt man $H=1$, so ergibt sich hieraus die Spannung T für die obere Gurtung. Analog berechnet man T für die untere Gurtung. Für die Spannung in der links steigenden Diagonale d_m gilt allgemein der Ausdruck

$$\left(\frac{M_m}{h_m} - \frac{M_{m-1}}{h_{m-1}} + H \right) \sec \varphi_m.$$

Zu diesem liefert H den Beitrag:

$$\left(-\frac{Hy_m}{h_m} + \frac{Hy_{m-1}}{h_{m-1}} + H \right) \sec \varphi_m.$$

Setzt man hier $H=1$ ein, so findet man die Spannung T für die Diagonale d_m .

Auf diese Weise gelangt man zu folgenden, übersichtlich zusammengestellten Resultaten:

$$T = + \frac{y_m}{h_m} \sec \beta_m \text{ für den Stab } o_m$$

$$T = - \frac{y_{m-1}}{h_{m-1}} \sec \gamma_{m-1} \text{ für den Stab } u_{m-1}$$

$$T = - \left(\frac{y_m}{h_m} - \frac{y_{m-1}}{h_{m-1}} \right) \sec \varphi_m + \sec \varphi_m \text{ für d. Stab } d_m$$

$$T = - \left(\frac{y_m}{h_m} - \frac{y_{m+1}}{h_{m+1}} \right) \sec \varphi_m + \sec \varphi_m \text{ für d. Stab } d_{m+1}.$$

} 32^a)

u. s. w.

Ferner findet man mit Hilfe dieser Werthe:

$$\sum_0^{2l} T^2 s \frac{f_0}{f} = \sum_0^{2l} y_m w_m + \sum_0^{2l} d'_m \dots \dots \dots 33)$$

wobei die Werthe w nach den Gl. 31^a zu berechnen sind.

In derselben Weise, wie die Spannungen T , findet man auch die T' . Es ist

$$T' = - \frac{y'_m}{h_m} \sec \beta_m \text{ für den Stab } o_m$$

$$T' = + \frac{y'_{m-1}}{h_{m-1}} \sec \gamma_{m-1} \text{ für den Stab } u_{m-1}$$

$$T' = + \left(\frac{y'_m}{h_m} - \frac{y'_{m-1}}{h_{m-1}} \right) \sec \varphi_m - \sec \varphi_m \text{ für den Stab } d_m$$

} 32^b)

u. s. w.

Weiter folgt dann:

$$- \sum_0^{2l} T' T s \frac{f_0}{f} = \sum_0^{2l} y'_m w_m + \sum_0^{2l} d'_m \dots \dots \dots 34)$$

Man beachte, daß bei der Trägergestalt in Fig. 22 die den oberen Knotenpunkten entsprechenden y' negativ anzuführen sind, und daß sich auch Trägerformen denken lassen, bei denen selbst den unteren Knotenpunkten negative y' entsprechen können.

Nach Einsetzen der durch die Formeln 31, 33 und 34 gegebenen Summenausdrücke in Gl. 28 nimmt diese die gewünschte Form an:

$$H = \sum_0^{2l} \frac{M'_m w_m}{\mathfrak{N}} + \frac{Pb}{2l} \frac{\mathfrak{N}'}{\mathfrak{N}} \dots \dots \dots 35)$$

worein zu setzen:

$$36) \quad \begin{cases} \mathfrak{N} = \frac{f_0}{F_0} s_0 + \sum_0^{2l} y_m w_m + \sum_0^{2l} d'_m \\ \mathfrak{N}' = \text{tg } \alpha \left(\sum_0^{2l} y'_m w_m + \sum_0^{2l} d'_m \right) \end{cases}$$

$$37) \quad \begin{cases} w_m = (o'_m - d'_m - d'_{m+1}) \frac{1}{h_m} \\ u_{m-1} = (-u'_{m-1} + d'_{m-1} + d'_m) \frac{1}{h_{m-1}} \end{cases}$$

$$38)^*) \quad \begin{cases} o'_m = + \frac{y_m}{h_m} \sec^2 \beta_m \frac{f_0}{f_m} o_m \\ -u'_{m-1} = + \frac{y_{m-1}}{h_{m-1}} \sec^2 \gamma_{m-1} \frac{f_0}{f_{m+1}} u_{m-1} \\ d'_m = \left(\frac{y_{m-1}}{h_{m-1}} - \frac{y_m}{h_m} + 1 \right) \sec^2 \varphi_m \frac{f_0}{\Omega_m} d_m \\ d'_{m-1} = \left(\frac{y_{m-1}}{h_{m-1}} - \frac{y_{m-2}}{h_{m-2}} + 1 \right) \sec^2 \varphi_{m-1} \frac{f_0}{\Omega_{m-1}} d_{m-1} \end{cases}$$

Die weitere Behandlung der Gleichung 35 ist genau dieselbe wie die von Gleichung 18 in §. 3. Zu erwähnen bleibt nur, daß die Momentencurve M_w des in den Knotenpunkten mit den Kräften $w_1 w_2 \dots w_{m-1} w_m \dots$ belastet gedachten einfachen Balkens einer kleinen Abänderung unterliegt, sobald die Lasten P nur in dem Knotenpunkte der einen Gurtung angreifen. Sind z. B. nur die unteren Knotenpunkte Angriffspunkte der Lasten P , so ist die Momentencurve M_w durch das einbeschriebene Polygon (in der Figur punktirt) zu ersetzen, und zwar müssen die Eckpunkte dieses Polygons unter denjenigen Knotenpunkten liegen, welche Lastangriffspunkte sind. Man hat hiernach im vorliegenden Falle nur nöthig, die Momente M_w für die unteren Knotenpunkte zu berechnen.

*) Diese Formeln ergeben sich unmittelbar aus der Definition der Größen o', u', d' und aus den für die Spannungen T entwickelten Werthen.

Analog verfährt man, wenn nur die oberen Knotenpunkte Lastangriffspunkte sind.

Die hier vorgetragene scharfe Bestimmung der Influenzcurven für H läßt bei Anwendung auf bestimmte Fälle schnell erkennen, daß der Einfluß der Deformationsarbeit der Diagonalen auf die Resultate der Gleichung $\sigma = \frac{d\mathfrak{N}}{dH} + \frac{d\mathfrak{N}'}{dH}$ ein relativ nur geringer ist, und daß es sich als zulässig erweist, die von den Querschnitten Ω abhängigen Glieder des Endresultates zu vernachlässigen.

Man erwäge ja, daß die hier vorgetragene Theorie an die Bedingung gelenkartiger Knotenpunkte geknüpft ist, und daß absolut leicht drehbare Gelenke nicht existieren. Dadurch verliert diese Theorie sehr an praktischem Werth; sie hat nur den Zweck, die numerische Feststellung der Größe der erwähnten Vernachlässigung zu ermöglichen.

Aus diesem Grunde empfehlen wir für die praktische Berechnung der Versteifungsträger das Streichen der Glieder d' , ferner aus ganz analogen Gründen die Annahme constanter Gurtquerschnitte und zwar des Querschnittes

f_0 für die obere } Gurtung.
 f_u für die untere }

Dann folgt sehr einfach für einen Knotenpunkt m der unteren und einen Knotenpunkt $m - 1$ der oberen Gurtung:

$$\left. \begin{aligned} w_m &= \frac{y_m \sec^2 \beta_m^2 o_m}{h_m^2} = \frac{y_m o_m}{\eta_m^2} \\ w_{m-1} &= \frac{y_{m-1} \sec^2 \gamma_{m-1}^2 u_{m-1} f_0}{h_{m-1}^2} = \frac{y_{m-1} u_{m-1} f_0}{\eta_{m-1}^2} \end{aligned} \right\} 39)$$

wo η_m das Loth von m auf o_m
 η_{m-1} das Loth von $m-1$ auf u_{m-1} } bedeutet.

Weiter folgt

$$\left. \begin{aligned} \mathfrak{N} &= \frac{f_0}{F_0} s_0 + \sum_0^{2l} y_m w_m \\ \mathfrak{N}' &= \text{tg } \alpha \cdot \sum_0^{2l} y'_m w_m \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots 40$$

wo wie bei Parabelbögen und flachen Kreisbögen

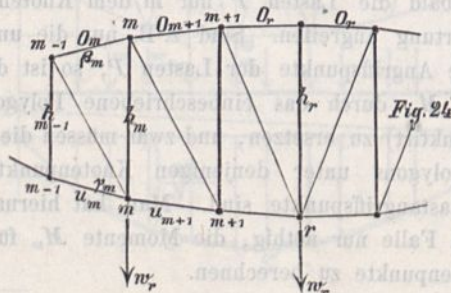
$$s_0 = 2l \left(1 + \frac{4}{3} \frac{h^2}{l^2} \right)$$

gesetzt werden darf.

Es führt dieses vereinfachte Verfahren schnell zum Ziele und sichert stets brauchbare Resultate.

b) Das Fachwerk mit Verticalen.

Bezeichnet man mit y_{mu} und y_{mo} die verticalen Abstände des unteren bez. oberen Knotenpunktes m vom Bogen und mit w_{mu} und w_{mo} die diesen Knotenpunkten entspre-



chenden Werthe w , so findet man mit den aus Fig. 24 ersichtlichen Bezeichnungen:

$$41) \left\{ \begin{aligned} w_{mu} &= \frac{y_{mu}}{h_m^2} \sec^2 \beta_m o_m \frac{f_0}{f_m} \\ w_{mo} &= \frac{y_{mo}}{h_m^2} \sec^2 \gamma_{m+1} u_{m+1} \frac{f_0}{f'_{m+1}} \end{aligned} \right.$$

Es ist dabei der Obergurtquerschnitt $= f$ und der Untergurtquerschnitt $= f'$ gesetzt. Man nehme wieder f und f' constant an, verstehe unter f_0 den Querschnitt der oberen, unter f_u den der unteren Gurtung und setze

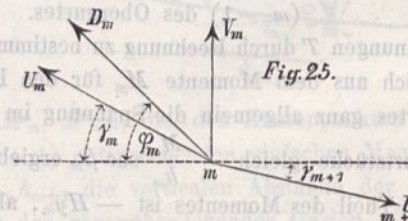
$$42) \left\{ \begin{aligned} w_{mu} &= \frac{y_{mu}}{h_m^2} \sec^2 \beta_m o_m \\ w_{mo} &= \frac{y_{mo}}{h_m^2} \sec^2 \gamma_{m+1} u_{m+1} \frac{f_0}{f_u} \end{aligned} \right.$$

Für die mittelsten Knotenpunkte r des symmetrischen Systems (Fig. 24) erhält man dann

$$43) \quad w_{ru} = \frac{2 y_{ru}}{h_r^2} \sec^2 \beta_r o_r; \quad w_{ro} = 0.$$

Die Ausdrücke \mathfrak{N} und \mathfrak{N}' werden nach den Formeln 40 berechnet, s_0 hat denselben Werth wie beim Netzwerk.

Bei Aufstellung der Formeln 41 bis 43 wurde auf die Formänderungen der Gitterstäbe nicht Rücksicht genommen. Wird diese Vernachlässigung nicht gestattet, so bedient man sich am zweckmäßigsten der Gleichungen 19 und 30. Will man den bei schärferer Berechnung des Netzwerks gewählten Weg einschlagen, so muß man zunächst die Spannungen in den Verticalen ganz allgemein als Function der Angriffsmomente M_{m-1}, M_m, \dots darstellen. Greifen die Lasten P nur in den Knotenpunkten der oberen Gurtung an, so lauten die Bedingungen für das Gleichgewicht am unteren Knotenpunkte m (Fig. 25):



$$\begin{aligned} V_m &= U_{m+1} \sin \gamma_{m+1} - U_m \sin \gamma_m - D_m \sin \varphi_m, \\ D_m \cos \varphi_m &= U_{m+1} \cos \gamma_{m+1} - U_m \cos \gamma_m, \end{aligned}$$

und hieraus ergibt sich

$$V_m = - \frac{U_{m+1} \sin (\varphi_m - \gamma_{m+1})}{\cos \varphi_m} + \frac{U_m \sin (\varphi_m - \gamma_m)}{\cos \varphi_m}$$

Da nun $U_{m+1} = + \frac{M_m}{h_m} \sec \gamma_{m+1}$ und $U_m = + \frac{M_{m-1}}{h_{m-1}} \sec \gamma_m$

ist, wo M_m und M_{m-1} die Angriffsmomente bezogen auf die oberen Knotenpunkte m und $(m - 1)$ bedeuten, so folgt, wenn man zur Abkürzung setzt:

$$\left. \begin{aligned} C_m &= \frac{\sin (\varphi_m - \gamma_m) \sec \gamma_m}{\cos \varphi_m} \\ C'_m &= \frac{\sin (\varphi_m - \gamma_{m+1}) \sec \gamma_{m+1}}{\cos \varphi_m} \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots 44)$$

die für jeden Belastungszustand gültige Formel:

$$V_m = \frac{M_{m-1}}{h_{m-1}} C_m - \frac{M_m}{h_m} C'_m \dots \dots \dots 45)$$

Diese Formel gilt auch dann, wenn nicht nur verticale, sondern auch horizontale Kräfte auf das Fachwerk wirken; es folgt also für die m te Verticale:

gezogenen Verticalen, und setzt $\overline{P'P} = \xi$, so folgt für die links steigende Diagonale

$$T = + \frac{\xi}{e}$$

Einer rechts steigenden Diagonale wird wieder $T = - \frac{\xi}{e}$ entsprechen.

ξ ist negativ zu setzen, sobald P' oberhalb P liegt.

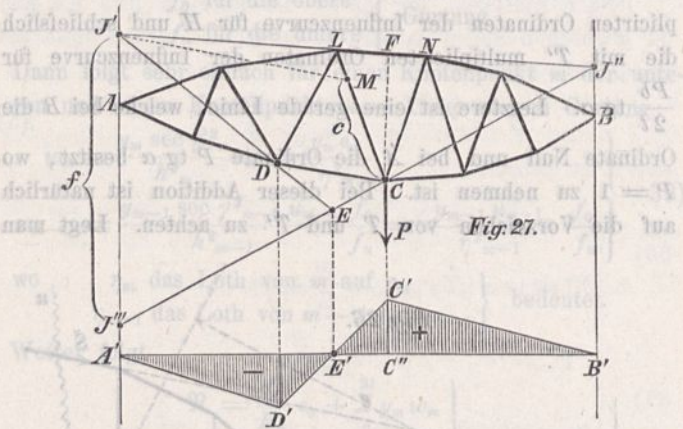
Man kann, wenn die Aufsuchung des Punktes P' un bequem wird, die Werthe T und T' mit Hilfe der früher gegebenen Formeln oder durch Construction, Fig. 19^a, ermitteln.

Ferner kann man, statt die Influenzfläche für die Stabspannung S zu construiren, die von

$$\frac{S}{T} = \frac{R}{T} + H + \frac{T' Pb}{T 2l} \operatorname{tg} \alpha$$

aufsuchen, weil man dann mit der einmal gezeichneten „Curve H “ auskommt. Dieses zweite Verfahren wird nur in den Fällen unpraktisch, in denen die Werthe T sehr klein sind.

Es bleibt jetzt nur noch zu zeigen, wie man die Influenzcurve für die Spannung R in dem Gitterstabe eines



einfachen Balkens, beispielsweise in der Diagonale CL des Systemes in Fig. 27, möglichst schnell construirt.

Zunächst nehmen wir an, daß die Lasten P in den Knotenpunkten der unteren Gurtung angreifen.

Als bekannt setzen wir voraus, daß die Influenzlinie für die Spannung im Stabe CL aus drei Geraden $A'D'$, $D'C'$ und $C'B'$ besteht, und daß man den neutralen Punkt E' findet, indem man den Gurtstab LN mit den Auflagerverticalen in J' und J'' zum Schnitt bringt und die Geraden $J'D$ und $J''C$ zieht.*) Dieselben schneiden sich in der Belastungsscheide E .

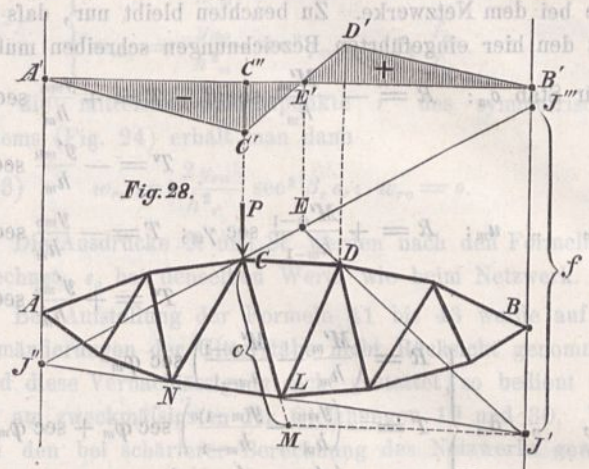
Die Influenzcurve ist offenbar bestimmt, sobald die Ordinate $C'C''$ bekannt ist, sobald also der Einfluß einer bei C liegenden Last $P=1$ auf die Spannung im Stabe CL gegeben ist. Diesen Einfluß festzustellen, bringen wir die Gerade $J''E$ mit der Verticalen durch A in J''' zum Schnitte, messen $J'J''' = f$ und wählen den Kräftemaßstab $P=f$. Dann stellt offenbar die verticale Strecke CF diejenige Reaction dar, welche durch die Last P am linken Auflager hervorgebracht wird. Den negativen Werth dieser Reaction zerlegen wir nach den Richtungen $J'C$ und $J'F$ und erhalten in FJ' die Spannung in dem Gurtstabe LN . Die Hilfskraft $J'C$ (in Figur 27 nicht ausgezogen) wird nach den Richtungen DC und LC zerlegt, indem

*) Vergl. Culmann, Graphische Statik.

$J'M \parallel DC$ gezogen wird. $J'M$ ist die Spannung im Stabe DC , ferner MC die durch P in der Diagonale LC verursachte Spannung, so daß also $C''C' = MC$ zu machen wäre. Bezeichnet man die Strecke MC mit e und ersetzt den Kräftemaßstab $P=f$ durch einen beliebigen anderen, so folgt

$$\overline{C''C'} = P \cdot \frac{C}{f} = 1 \cdot \frac{e}{f}$$

Greifen die Lasten P in den Knotenpunkten der oberen Gurtung an, so gelangt man durch eine Reihe ähnlicher



Schlüsse zu der in Figur 28 dargestellten Influenzcurve.*)

Es wurde hier wieder $J'M \parallel DC$ gezogen, ferner

$$-\overline{C''C'} = P \cdot \frac{C}{f} = 1 \cdot \frac{e}{f}$$

gemacht. In ähnlicher Weise läßt sich auch der Fall der

Bei rechts steigenden Diagonalen untersuche man das Spiegelbild.

Theil II.

Die Verbindung von Kette, Balken und Bogen.

I. Abschnitt.

Der vollwandige Versteifungsbalken.

§. 11. Momente und Verticalkräfte.

Im Punkte A (Fig. 29) greife sowohl der Kämpferdruck K als auch die Kette an. A liege unterhalb der Balkenaxe XX , im Abstände e von der XX .

Der Horizontalschub des Bogens sei H' , der Horizontalzug der Kette sei H'' . Dann wird das Glied $D'E'$ des Bogens durch den Druck

$$S' = H' \sec \varphi'$$

und das Glied $D''E''$ der Kette durch den Zug

$$S'' = H'' \sec \varphi''$$

beansprucht, unter φ' und φ'' beziehungsweise die Neigungswinkel der Glieder $D'E'$ und $D''E''$ verstanden.

Irgend eine Last P in den Abständen a und b von den Auflagerverticalen A und B erzeugt die verticalen Stützenreactionen

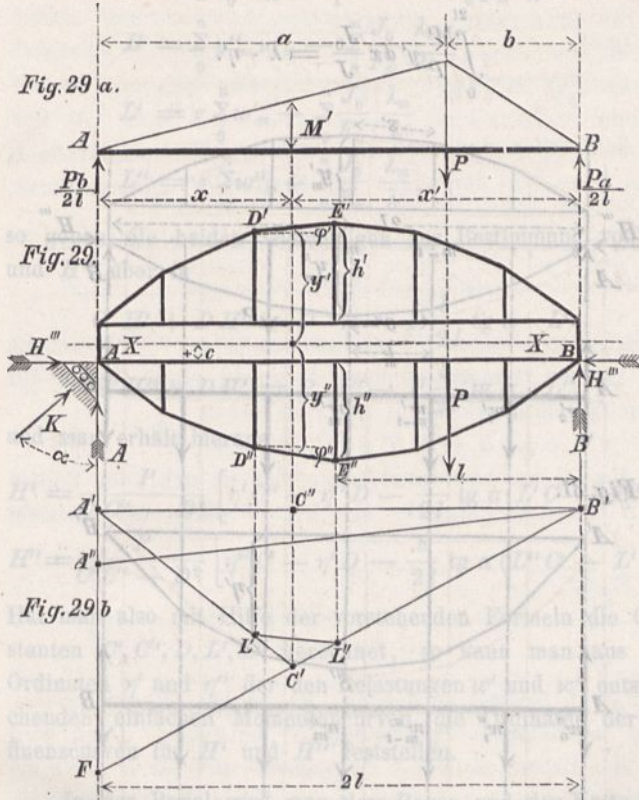
$$A = \frac{Pb}{2l}, \quad B = \frac{Pa}{2l}$$

und die horizontale Reaction

$$H''' = \frac{Pb}{2l} \operatorname{tg} \alpha.$$

*) Man hat übrigens nur nöthig, die Kraft P in Figur 27 von unten nach oben wirkend anzunehmen und dann die Figur umzukehren.

Bezeichnet man mit y' und y'' die verticalen Abstände des Schwerpunktes C eines Balkenquerschnitts von dem



Bogen bez. der Kette, so folgt das Angriffsmoment M für diesen Balkenquerschnitt

$$M = \frac{Pb}{2l}x - H'''c - H'y' - H''y'', \text{ sobald } x < a$$

und $M = \frac{Pa}{2l}x' - H'''c - H'y' - H''y'', \text{ sobald } x' < b.$

Das Angriffsmoment M' für einen einfachen (bei B mit einem festen und bei A mit einem horizontalen Gleitlager versehenen) Balken wird (Fig. 29a)

$$M' = \frac{Pb}{2l}x \text{ für } x < a$$

und $M' = \frac{Pa}{2l}x' \text{ für } x' < b,$

weshalb man allgemein schreiben kann

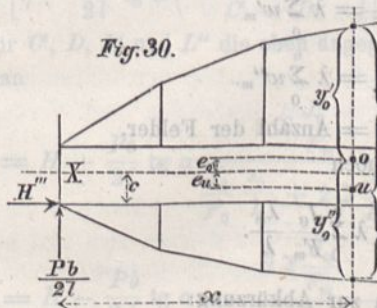
$$M = M' - \frac{Pb}{2l}c \operatorname{tg} \alpha - H'y' - H''y''.$$

Differentiirt man diesen Ausdruck nach x , so erhält man die dem Balkenquerschnitte bei C entsprechende Verticalkraft

$$\mathfrak{B} = \mathfrak{B}' - H' \operatorname{tg} \varphi' - H'' \operatorname{tg} \varphi'',$$

wo $\mathfrak{B}' = \frac{Pb}{2l}$ für $x < a$

und $\mathfrak{B}' = -\frac{Pa}{2l}$ für $x' < b.$



Die Angriffsmomente M_o und M_u für die Kernpunkte o und u des Querschnitts bei C sind (Fig. 30)

$$M_o = M' - \frac{Pb}{2l}(c + e_o) \operatorname{tg} \alpha - H'y'_o - H''y''_o.$$

$$M_u = M' - \frac{Pb}{2l}(c - e_u) \operatorname{tg} \alpha - H'y''_u - H''y''_u.$$

Aus M_o und M_u lassen sich in bekannter Weise die Spannungen in den äußersten Fasern des Balkens berechnen.

Die größten Momente M_o und M_u werden am zweckmäßigsten mittelst Influenzlinien bestimmt. Handelt es sich z. B. um die Influenzlinie für M_o , so construirt man zunächst die Influenzlinie $A'L'L''B'$ (Figur 29b) für das einfache Moment M' ; dieselbe wird durch Auftragen von $C''C' = 1 \cdot \frac{xx'}{2l}$ (oder von $A'F = 1 \cdot \frac{x}{2l}$) erhalten, unter 1 die Krafteinheit verstanden. Hiervon subtrahirt man die Influenzlinie $B'A''$ für $\frac{Pb}{2l}(c + e_o) \operatorname{tg} \alpha$, wobei $A'A'' = 1(c + e_o) \operatorname{tg} \alpha$ zu machen ist. Schliesslich bringt man noch die mit y'_o resp. y''_o multiplicirten Ordinaten der Influenzlinien für H' und H'' in Abzug.*)

Ganz analog verfährt man bei Construction der Influenzlinien für die Ausdrücke M_u und \mathfrak{B} , so dass nur noch die Aufgabe zu lösen bleibt, die Ermittlung der Influenzlinien für H' und H'' zu zeigen.

§. 12. Berechnung von H' und H'' .

Die Berechnung von H' und H'' soll mit Hilfe des Principis der kleinsten Deformationsarbeit erfolgen. Die partiell nach H' und H'' gebildeten Differentialquotienten der Deformationsarbeit \mathfrak{A} werden gleich Null gesetzt.

- Bedeutet s' die Länge eines Gliedes des Bogens,
- s'' die Länge eines Gliedes der Kette,
- F' den Querschnitt eines Gliedes des Bogens,
- F'' den Querschnitt eines Gliedes der Kette,
- F'_0 den Querschnitt des Bogens im Scheitel,
- F''_0 den Querschnitt der Kette im Scheitel,

so erhält man (mit $E =$ Elasticitätsmodul, welcher für Bogen, Kette und Balken derselbe sein möge) die Deformationsarbeit für Bogen und Kette

$$\mathfrak{A}_1 = \sum_0^{2l} \frac{(H' \sec \varphi')^2 s'}{2EF'} + \sum_0^{2l} \frac{(H'' \sec \varphi'')^2 s''}{2EF''}$$

$$= \frac{H'^2}{2EF'_0} \sum_0^{2l} s' \sec^2 \varphi' \frac{F'_0}{F'} + \frac{H''^2}{2EF''_0} \sum_0^{2l} s'' \sec^2 \varphi'' \frac{F''_0}{F''}.$$

Zur Abkürzung wird gesetzt:

$$s'_0 = \sum_0^{2l} s' \sec^2 \varphi' \frac{F'_0}{F'} \text{ und } s''_0 = \sum_0^{2l} s'' \sec^2 \varphi'' \frac{F''_0}{F''} \dots I$$

Dann folgt

$$\mathfrak{A}_1 = \frac{1}{2E} \left\{ H'^2 s'_0 + H''^2 s''_0 \right\}.$$

Der Balken wird durch die Momente M und durch den Zug

*) Noch zweckmäßiger ist es, die Influenzlinie für den Ausdruck $\frac{M_o}{y'_o} = \frac{M'}{y'_o} - \frac{Pb}{2ly'_o}(c + e_o) \operatorname{tg} \alpha - H' - H'' \frac{y''_o}{y'_o}$ oder für den Ausdruck $\frac{M_o}{y''_o} = \frac{M'}{y''_o} - \frac{Pb}{2ly''_o}(c + e_o) \operatorname{tg} \alpha - H' \frac{y'_o}{y''_o} - H''$ zu construiren, weil man dann mit einer Curve H' beziehungsweise einer Curve H'' auskommt. Ist $H' = H''$ (vergl. §. 2), so zeichne man die Influenzcurve für: $\frac{M_o}{y'_o + y''_o} = \frac{M'}{y'_o + y''_o} - (H' + H'')$. Dieser Fall liegt vor, sobald $\alpha = 0$ ist und die Form des Bogens mit der der Kette übereinstimmt.

$$Z = H' - H'' - \frac{Pb}{2l} \operatorname{tg} \alpha$$

beansprucht. Daher ist die Deformationsarbeit für den Balken

$$\mathfrak{A}_2 = \int_0^{2l} \frac{M^2 dx}{2EJ} + \int_0^{2l} \frac{Z^2 dx}{2EF},$$

wo J das Trägheitsmoment und F den Inhalt des Balkenquerschnittes bezeichnet.

Bedingung ist nun:

Es muß $\mathfrak{A}_1 + \mathfrak{A}_2$ ein Minimum werden, d. h. es muß sein

$$\begin{aligned} \frac{\partial \mathfrak{A}_1}{\partial H'} + \frac{\partial \mathfrak{A}_2}{\partial H'} &= 0 \\ \frac{\partial \mathfrak{A}_1}{\partial H''} + \frac{\partial \mathfrak{A}_2}{\partial H''} &= 0. \end{aligned}$$

Man erhält die Gleichungen

$$\begin{aligned} \frac{H'}{F'_0} s'_0 + \int \frac{M dx}{J} \cdot \frac{\partial M}{\partial H'} + \int \frac{Z dx}{F} \cdot \frac{\partial Z}{\partial H'} &= 0 \\ \frac{H''}{F''_0} s''_0 + \int \frac{M dx}{J} \cdot \frac{\partial M}{\partial H''} + \int \frac{Z dx}{F} \cdot \frac{\partial Z}{\partial H''} &= 0, \end{aligned}$$

worein zu setzen ist

$$\begin{aligned} M &= M' - \frac{Pb}{2l} c \operatorname{tg} \alpha - H' y' - H'' y'' \\ \frac{\partial M}{\partial H'} &= -y'; \quad \frac{\partial M}{\partial H''} = -y''; \\ \frac{\partial Z}{\partial H'} &= +1; \quad \frac{\partial Z}{\partial H''} = -1. \end{aligned}$$

Versteht man unter J_0 das Trägheitsmoment eines beliebigen Querschnitts (z. B. des Maximalquerschnitts), so findet man nach Ordnen der Gleichungen:

$$\begin{aligned} H' \left\{ \frac{J_0}{F'_0} s'_0 + \int y'^2 dx \frac{J_0}{J} + \int dx \frac{J_0}{F} \right\} + H'' \left\{ \int y' y'' dx \frac{J_0}{J} - \int dx \frac{J_0}{F} \right\} \\ = P \int \frac{M'}{P} y' dx \frac{J_0}{J} - \frac{Pb}{2l} \operatorname{tg} \alpha \left\{ c \int y' dx \frac{J_0}{J} - \int dx \frac{J_0}{F} \right\} \\ H'' \left\{ \frac{J_0}{F''_0} s''_0 + \int y''^2 dx \frac{J_0}{J} + \int dx \frac{J_0}{F} \right\} + H' \left\{ \int y' y'' dx \frac{J_0}{J} - \int dx \frac{J_0}{F} \right\} \\ = P \int \frac{M'}{P} y'' dx \frac{J_0}{J} - \frac{Pb}{2l} \operatorname{tg} \alpha \left\{ c \int y'' dx \frac{J_0}{J} + \int dx \frac{J_0}{F} \right\}. \end{aligned}$$

Vor Auflösung dieser beiden Gleichungen mögen die in denselben vorkommenden Integrale ermittelt werden. Dazu empfehlen sich die Annahmen:

- 1) Die Lasten P greifen nur in den Knotenpunkten 1, 2 (m - 1) m . . . an.
- 2) Der Querschnitt des Balkens sei innerhalb eines Balkenfeldes constant, und zwar bedeute J_m das Trägheitsmoment und F_m den Inhalt des Querschnittes für das Feld λ_m (Fig. 31).

Bezeichnet dann λ die mittlere oder auch eine beliebig zu wählende Feldweite und y'_m bezieh. y''_m den dem Knotenpunkte m entsprechenden Werth y' bezieh. y'' , so geht aus den früheren Entwicklungen unmittelbar Folgendes hervor:

Denkt man in den Knotenpunkten 0, 1, 2 m . . . des einfachen Balkens AB verticale Lasten $w'_0, w'_1, \dots, w'_m, \dots$ wirken, welche durch die Formel

$$\begin{aligned} w'_m &= y'_{m-1} \frac{\lambda_m}{\lambda} \cdot \frac{J_0}{J_m} + 2 y'_m \left(\frac{\lambda_m J_0}{\lambda J_m} + \frac{\lambda_{m+1} J_0}{\lambda J_{m+1}} \right) \\ &\quad + y'_{m+1} \frac{\lambda_{m+1}}{\lambda} \cdot \frac{J_0}{J_{m+1}} \end{aligned}$$

gegeben sind, und construirt für diese Belastung die

Momentencurve $A'S'B'$, so ist deren unter der Last P gemessene Ordinate η' an die Relation gebunden

$$\int_0^{2l} \frac{M'}{P} y' dx \frac{J_0}{J} = \lambda \cdot \eta'.$$

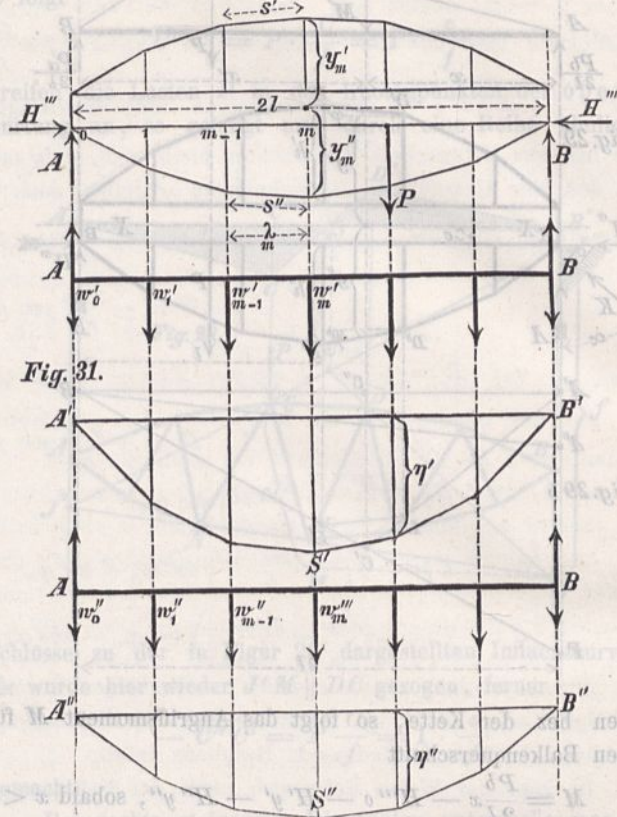


Fig. 31.

Werden die Kräfte w'_m durch Kräfte

$$\begin{aligned} w''_m &= y''_{m-1} \frac{\lambda_m J_0}{\lambda J_m} + 2 y''_m \left(\frac{\lambda_m J_0}{\lambda J_m} + \frac{\lambda_{m+1} J_0}{\lambda J_{m+1}} \right) \\ &\quad + y''_{m+1} \frac{\lambda_{m+1} J_0}{\lambda J_{m+1}} \end{aligned}$$

ersetzt, so folgt für die Ordinate η'' der Momentencurve:

$$\int_0^{2l} \frac{M''}{P} y'' dx \frac{J_0}{J} = \lambda \cdot \eta''.$$

Ferner kann man aus den Werthen w_m und w'_m noch folgende Integrale berechnen:

$$\int_0^{2l} y'^2 dx \frac{J_0}{J} = \lambda \sum_0^n y'_m w'_m \quad n = \text{Zahl der Felder}$$

$$\int_0^{2l} y''^2 dx \frac{J_0}{J} = \lambda \sum_0^n y''_m w''_m$$

$$\int_0^{2l} y' y'' dx \frac{J_0}{J} = \lambda \sum_0^n y'_m w''_m \quad \text{oder} = \lambda \sum_0^n y''_m w'_m$$

$$\int_0^{2l} y' dx \frac{J_0}{J} = \lambda \sum_0^n w'_m$$

$$\int_0^{2l} y'' dx \frac{J_0}{J} = \lambda \sum_0^n w''_m$$

$n = \text{Anzahl der Felder.}$

Schließlich ist noch

$$\int_0^{2l} \frac{dx}{F} J_0 = \lambda \sum_0^n \frac{J_0}{F_m} \frac{\lambda_m}{\lambda}.$$

Setzt man dann zur Abkürzung:

$$C = \frac{J_0}{F'_0} \frac{s'_0}{\lambda} + \sum_0^n y'_m w'_m + \sum_0^n \frac{J_0}{F_m} \frac{\lambda_m}{\lambda}$$

$$C'' = \frac{J_0}{F''_0} \frac{s''_0}{\lambda} + \sum_1^n y''_m w''_m + \sum_0^n \frac{J_0}{F'_m} \frac{\lambda_m}{\lambda}$$

$$D = \sum_0^n y''_m w''_m - \sum_0^n \frac{J_0}{F'_m} \frac{\lambda_m}{\lambda}$$

$$L' = c \sum_0^n w'_m - \sum_0^n \frac{J_0}{F'_m} \frac{\lambda_m}{\lambda}$$

$$L'' = c \sum_0^n w''_m + \sum_0^n \frac{J_0}{F'_m} \frac{\lambda_m}{\lambda}$$

so gehen die beiden Gleichungen zur Bestimmung von H' und H'' über in

$$C' H' + D H'' = P \cdot \eta' - P \frac{b}{2l} \operatorname{tg} \alpha \cdot L'$$

$$C'' H'' + D H' = P \cdot \eta'' - P \frac{b}{2l} \operatorname{tg} \alpha \cdot L''$$

und man erhält hieraus

$$H' = \frac{P}{C' C'' - D^2} \left[\eta' C'' - \eta'' D - \frac{b}{2l} \operatorname{tg} \alpha (L' C'' - L'' D) \right]$$

$$H'' = \frac{P}{C' C'' - D^2} \left[\eta'' C' - \eta' D - \frac{b}{2l} \operatorname{tg} \alpha (L'' C' - L' D) \right]$$

Hat man also mit Hilfe der vorstehenden Formeln die Constanten C', C'', D, L', L'' berechnet, so kann man aus den Ordinaten η' und η'' der den Belastungen w' und w'' entsprechenden einfachen Momentencurven die Ordinaten der Influenzcurven für H' und H'' feststellen.

In der Regel wird man dem Bogen und der Kette dieselbe Form geben, also $y' = y''$ wählen, und erhält dann

$w' = w''$, ferner $\eta' = \eta''$. Setzt man, mit $\frac{\lambda_m}{\lambda} = 1$

$$y'_m = y''_m = y_m$$

$$w'_m = w''_m = w_m = y_{m-1} \frac{J_0}{J_m} + 2 y_m \left(\frac{J_0}{J_m} + \frac{J_0}{J_{m+1}} \right) + y_{m+1} \frac{J_0}{J_m}$$

$$\eta' = \eta'' = \eta$$

und nimmt an, daß Bogen und Kette dieselben Querschnitte erhalten (was auch zulässig ist, da H' und H'' nur wenig von einander abweichen), so folgt auch

$$\frac{J_0}{F'_0} \frac{s'_0}{\lambda} = \frac{J_0}{F''_0} \frac{s''_0}{\lambda} = \frac{J_0}{F_0} \frac{s_0}{\lambda}$$

wobei man stets s_0 nach der Formel berechnen darf

$$s_0 = 2l \left(1 + \frac{4}{3} \frac{h^2}{l^2} \right)$$

h = Pfeil des Bogens = Pfeil der Kette.

Es ergibt sich nun $C'' = C'$ und man erhält

$$\frac{H'}{P} = \left[\eta - \frac{b}{2l} \operatorname{tg} \alpha \left(\frac{L' C' - L'' D}{C' - D} \right) \right] \frac{1}{C' + D}$$

$$\frac{H''}{P} = \left[\eta - \frac{b}{2l} \operatorname{tg} \alpha \left(\frac{L'' C' - L' D}{C' - D} \right) \right] \frac{1}{C' + D}$$

Setzt man für C', D, L' und L'' die oben angegebenen Werthe, so erhält man

$$H' = H + \frac{Pb}{2l} \operatorname{tg} \alpha \frac{2 \sum \frac{J_0}{F'_m}}{\frac{J_0}{F_0} \frac{s_0}{\lambda} + 2 \sum \frac{J_0}{F'_m}}$$

$$H'' = H - \frac{Pb}{2l} \operatorname{tg} \alpha \frac{2 \sum \frac{J_0}{F'_m}}{\frac{J_0}{F_0} \frac{s_0}{\lambda} + 2 \sum \frac{J_0}{F'_m}}$$

wo

$$H = \frac{P \eta - P \frac{b}{2l} \operatorname{tg} \alpha \sum w_m}{\frac{J_0}{F_0} \frac{s_0}{\lambda} + 2 \sum \frac{J_0}{F'_m}}$$

Ist $\alpha = 0$, so folgt $H' = H'' = H$.

Sämmtliche für H' und H'' abgeleiteten Formeln bleiben auch dann gültig, wenn der Angriffspunkt A des Kämpferdruckes nicht (wie in Fig. 29 angenommen wurde) mit dem Angriffspunkte der Kette zusammenfällt. Greift die Kraft $H''' = \frac{Pb}{2l} \operatorname{tg} \alpha$ oberhalb der Balkenaxe XX an, so ist $+e$ durch $-e$ zu ersetzen.

§. 13. Einfluss einer Aenderung der Temperatur.

Durch eine Erhöhung derjenigen Temperatur, bei welcher das gewichtslos und unbelastet gedachte System spannungslos ist, werden gewisse Kräfte H' und H'' bedingt. Beträgt die Temperaturerhöhung für den Bogen t' , für die Kette t'' und für den Balken t , so wird die relative Verkürzung $\frac{H'}{EF'_0}$ *) des Bogens um $\epsilon t'$ vermindert, dagegen

die relative Dehnung $\frac{H''}{EF''_0}$ der Kette und diejenige $\frac{Z}{EF}$ des Balkens um $\epsilon t''$ resp. ϵt vergrößert. Dabei bedeutet ϵ die dem Temperaturunterschiede 1° entsprechende relative Längenänderung (Ausdehnungscoefficient). Die auf Seite 343 zur Berechnung von H' und H'' abgeleiteten Elasticitätsgleichungen gehen dadurch über in

$$\left(\frac{H'}{EF'_0} - \epsilon t' \right) s'_0 + \int_0^{2l} \frac{M dx}{EJ} \frac{\delta M}{\delta H'} + \int_0^{2l} \left(\frac{Z}{EF} + \epsilon t \right) dx \frac{\delta Z}{\delta H} = 0$$

$$\left(\frac{H''}{EF''_0} + \epsilon t'' \right) s''_0 + \int_0^{2l} \frac{M dx}{EJ} \frac{\delta M}{\delta H''} + \int_0^{2l} \left(\frac{Z}{EF} + \epsilon t \right) dx \frac{\delta Z}{\delta H''} = 0,$$

worein $M = -H' y' - H'' y''$ und

$$Z = H' - H''$$

zu setzen sind, da das System unbelastet gedacht werden soll. Man erhält

$$H' \left\{ \frac{J_0}{F'_0} s'_0 + \int_0^{2l} y'^2 dx \frac{J_0}{J} + \int_0^{2l} dx \frac{J_0}{F} \right\} + H'' \left\{ \int_0^{2l} y' y'' dx \frac{J_0}{F} - \int_0^{2l} dx \frac{J_0}{F} \right\} = \epsilon E t' J_0 s'_0 - \epsilon E t J_0 2l$$

$$H'' \left\{ \frac{J_0}{F''_0} s''_0 + \int_0^{2l} y''^2 dx \frac{J_0}{J} + \int_0^{2l} dx \frac{J_0}{F} \right\} + H' \left\{ \int_0^{2l} y' y'' dx \frac{J_0}{F} - \int_0^{2l} dx \frac{J_0}{F} \right\} = -\epsilon E t'' J_0 s''_0 + \epsilon E t J_0 2l$$

oder mit Berücksichtigung der in §. 2 gegebenen Auswerthung der Integrale und mit den dort eingeführten Abkürzungen

$$H' C' + H'' D = \epsilon E J_0 (t' s'_0 - t 2l) \frac{1}{\lambda},$$

$$H'' C'' + H' D = -\epsilon E J_0 (t'' s''_0 + t 2l) \frac{1}{\lambda}.$$

*) Es ist $\frac{H'}{EF'_0}$ die relative Verkürzung des Bogens im Scheitel. Wählt man den Querschnitt F'_m des m ten Bogengliedes = $F'_0 \sec \varphi'_m$, so entspricht diesem Gliede die relative Verkürzung $\frac{H' \sec \varphi'_m}{EF'_0 \sec \varphi'_m} = \frac{H'}{EF'_0}$. Dieser Fall sei bei Berechnung der Horizontalschube in Folge von Temperaturveränderung vorausgesetzt. Die entwickelten Formeln sind aber auch für andere Fälle genügend genau.

Hieraus folgt

$$H' = + \frac{\varepsilon Et J_0}{\lambda} \frac{\left(s'_0 \frac{t'}{t} - 2l\right) C'' + \left(s''_0 \frac{t''}{t} - 2l\right) D}{C' C'' - D^2}$$

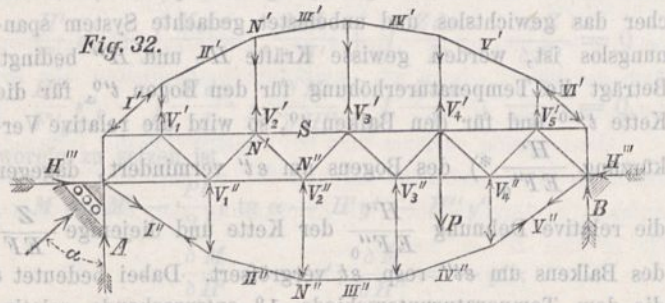
$$H'' = - \frac{\varepsilon Et J_0}{\lambda} \frac{\left(s'_0 \frac{t''}{t} - 2l\right) C' + \left(s''_0 \frac{t'}{t} - 2l\right) D}{C' C'' - D^2}$$

es wird also durch eine Erhöhung der Temperatur der Horizontalschub des Bogens vergrößert und der Horizontalzug der Kette verkleinert. Vergl. §. 6.

II. Abschnitt.

Der fachwerkartige Versteifungsbalken.

§. 14. Bestimmung der Stabspannungen.

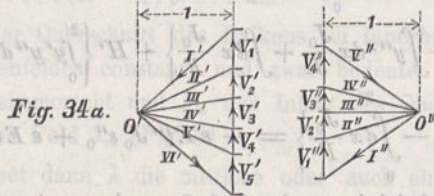
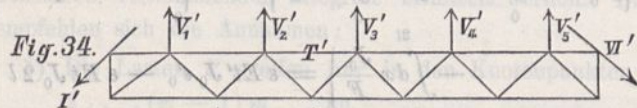


Wir schlagen denselben Weg ein wie bei Berechnung des fachwerkartigen Versteifungsbalkens des labilen Bogens, denken nämlich zunächst Bogen und Kette beseitigt und ersetzen das schräge Gleitlager durch ein horizontales. Es



entsteht der einfache Balken Fig. 33, für welchen sich die durch die Belastung P erzeugten Stabspannungen R in bekannter Weise ermitteln lassen.

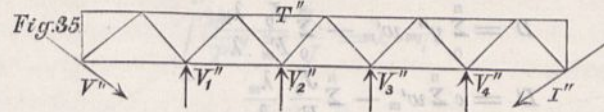
Zweitens bestimmen wir diejenigen Spannungen T' H', welche im Versteifungsfachwerke entstehen, sobald (Fig. 34)



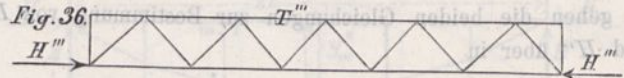
an demselben die in den Verticalen N' N'' thätigen Zugkräfte V' und die in den untersten Bogengliedern wirkenden Drücke I' und VI' angreifen. Bestimmt man hierbei die Kräfte V', I' und VI' unter der Annahme H' = 1, so erhält man die Stabspannungen T'. Man wird (Fig. 34 a) ein Strahlenbüschel zeichnen, dessen Strahlen parallel den Bogengliedern I', II' ... VI' sind, und im Abstände H' = 1 vom Punkte O' eine Verticale eintragen, auf welcher dann das Strahlenbüschel die Kräfte V' abschneidet.

Drittens werden analog diejenigen Spannungen T'' dargestellt, welche, unter der Voraussetzung H'' = 1, durch

diejenigen Kräfte I'', V'', V'' verursacht werden, welche die Kette auf den Balken äußert (Fig. 35).*)



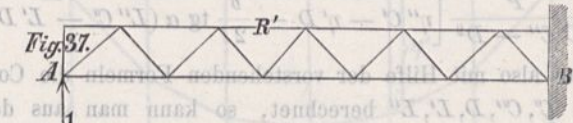
Schließlich sind noch die durch zwei Horizontalkräfte 1, deren Lage mit derjenigen der Kräfte H'' übereinstimmt,



erzeugten Spannungen F'' aufzusuchen (Fig. 36), **) wonach man für die Gesamtspannung S irgend eines Stabes des Versteifungsfachwerkes den Ausdruck erhält

$$S = R + T' H' + T'' H'' + T''' H'''$$

Um R zu bestimmen, empfiehlt es sich, den Balken bei B befestigt (Fig. 37) und bei A durch die verticale



Reaction 1 belastet zu denken. Es werden dadurch gewisse, leicht bestimmbare Spannungen R' entstehen. Dann wird man den Balken als bei A eingespannt und bei B durch die verticale Reaction 1 belastet ansehen und die Stabspannungen R'' aufsuchen. Nun entsteht bei der Belastung Fig. 33 links die Reaction $\frac{Pb}{2l}$ und rechts die Reaction $\frac{Pa}{2l}$, so daß man für einen Stab

$$\text{links von } P \text{ erhält: } R = \frac{Pb}{2l} \cdot R'$$

$$\text{rechts „ „ „ } R = \frac{Pa}{2l} \cdot R''$$

Die größten Spannungen S werden zweckmäßig mittelst Influenzlinien in der Weise erhalten, daß man die Influenzlinie für den Ausdruck

$$\frac{S}{T'} = \frac{R}{T''} + H' + H'' \frac{T'''}{T''} + H''' \frac{T''''}{T''}$$

construiert. Man hat dann die Influenzcurve für H' nur einmal zu zeichnen, dagegen die Ordinaten der Curve H'' mit dem jedesmaligen Coefficienten $\frac{T'''}{T''}$ zu multipliciren.

Ebenso kann man den Ausdruck

$$\frac{S}{T''} = \frac{R}{T'''} + H' \frac{T''''}{T'''} + H'' + H''' \frac{T'''''}{T''''}$$

darstellen. Nur wenn T' oder T'' sehr klein oder = Null werden, ist man genöthigt, die Influenzlinie für den Ausdruck $S = R + H' T' + H'' T'' + H''' T'''$ zu zeichnen.

Eine einfache Construction der Influenzcurven für die Spannungen R in den Diagonalen und Verticalen ist in Theil I mitgetheilt. Die Influenzcurve für $H''' = \frac{Pb}{2l}$ ist eine Gerade, welche bei B die Ordinate 0 und bei A die Ordinate $P = 1$ besitzt, so daß es sich also nur noch um die Bestimmung von H' und H'' handelt.

*) Im Kräfteplan ist V'' mit V'' verwechselt, desgl. V'' mit I' u. s. w.

**) Die Gurtungen des Balkens brauchen nicht parallel zu sein.

Hinzugefügt werde noch, daß speciell die Gurtspannungen am schnellsten aus den für die einzelnen Knotenpunkte berechneten Angriffsmomenten gefunden werden und daß man die Influenzflächen für diese Momente in derselben Weise findet, wie die Influenzflächen für die Momente M_0 und M_u , deren Darstellung in §. 11 kurz erläutert wurde.

§. 15. Ermittlung von H' und H'' .

Wir bestimmen die beiden Unbekannten H' und H'' aus den Bedingungen

$$\frac{\partial \mathfrak{A}}{\partial H'} = 0 \quad \text{und} \quad \frac{\partial \mathfrak{A}}{\partial H''} = 0,$$

wo \mathfrak{A} die Deformationsarbeit bedeutet. Für Bogen und Kette erhält man die Deformationsarbeit (vergl. §. 12)

$$\mathfrak{A}_1 = \frac{H'^2}{2EF_0'} s'_0 + \frac{H''^2}{2EF_0''} s''_0, \quad \text{II}$$

wo s'_0 und s''_0 nach den Gleichungen I in § 12 zu berechnen sind. Dem Versteifungsbalken entspricht

$$\mathfrak{A}_2 = \Sigma \frac{S^2 s}{2Ef},$$

s = Stablänge,
 f = Stabquerschnitt.

Das Zeichen Σ bezieht sich auf sämtliche Stäbe des Balkens.

Führt man nun den Ausdruck

$$\mathfrak{A} = \frac{H'^2}{2EF_0'} s'_0 + \frac{H''^2}{2EF_0''} s''_0 + \Sigma \frac{S^2 s}{2Ef}$$

in die Bedingungen II ein, so erhält man

$$\frac{H'}{F_0'} s'_0 + \Sigma \frac{Ss}{f} \frac{\partial S}{\partial H'} = 0$$

$$\frac{H''}{F_0''} s''_0 + \Sigma \frac{Ss}{f} \frac{\partial S}{\partial H''} = 0$$

und gelangt nach Einsetzen der Werthe (vergl. §. 14):

$$S = R + H' T' + H'' T''$$

$$\frac{\partial S}{\partial H'} = T', \quad \frac{\partial S}{\partial H''} = T''$$

zu den Bedingungsgleichungen

$$\frac{H' f_0}{F_0'} s'_0 + H' \Sigma T'^2 \frac{s}{f} f_0 + H'' \Sigma T' T'' \frac{s}{f} f_0$$

$$+ H'' \Sigma T' T'' \frac{s}{f} f_0 = - \Sigma R T' \frac{s}{f} f_0$$

$$\frac{H'' f_0}{F_0''} s''_0 + H' \Sigma T' T'' \frac{s}{f} f_0 + H'' \Sigma T''^2 \frac{s}{f} f_0$$

$$+ H'' \Sigma T' T'' \frac{s}{f} f_0 = - \Sigma R T'' \frac{s}{f} f_0.$$

Dabei bedeutet f_0 einen beliebig anzunehmenden Querschnittsinhalt.

Setzt man zur Abkürzung $s \frac{f_0}{f} = \sigma$,

so erhält man für H' und H'' die Werthe

$$H' = - \frac{(\Sigma R T' \sigma + H'' \Sigma T' T'' \sigma) \alpha'' - (\Sigma R T'' \sigma + H'' \Sigma T' T'' \sigma) \beta}{\alpha' \alpha'' - \beta^2}$$

$$H'' = - \frac{(\Sigma R T'' \sigma + H'' \Sigma T' T'' \sigma) \alpha' - (\Sigma R T' \sigma + H'' \Sigma T' T'' \sigma) \beta}{\alpha' \alpha'' - \beta^2}$$

Ueber die Nutzbarmachung der Pegel-Beobachtungen.

Die Sicherstellung des Erfolges aller Landesmeliorations-Anlagen, sowie die gute Lösung fast aller wasserbaulichen Aufgaben überhaupt, hängt wesentlich von der richtigen Verwendung der Resultate ausgedehnter Beobachtungen der-

wo:

$$\alpha' = \Sigma T'^2 \sigma + \frac{s'_0}{F_0'} f_0$$

$$\alpha'' = \Sigma T''^2 \sigma + \frac{s''_0}{F_0''} f_0$$

$$\beta = \Sigma T' T''$$

$$H''' = \frac{Pb}{2l} \text{tg } \alpha.$$

Ferner ist, entsprechend einer concentrirten Last P (vergl. §. 14),

$$\Sigma R T' \sigma = \frac{Pb}{2l} \Sigma R' T' \sigma + \frac{Pa}{2l} \Sigma R'' T' \sigma$$

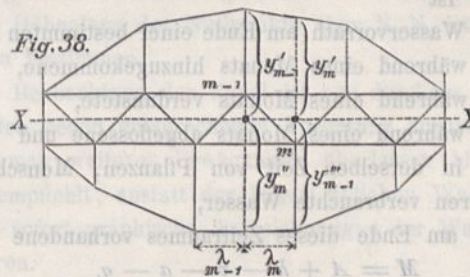
$$\Sigma R T'' \sigma = \frac{Pb}{2l} \Sigma R' T'' \sigma + \frac{Pa}{2l} \Sigma R'' T'' \sigma,$$

wobei sich Σ auf alle Stäbe links von P und Σ auf alle Stäbe rechts von P bezieht.

Hiernach ist es leicht möglich, für jede Lage von P die Werthe von H' und H'' zu bestimmen und die Influenzlinien für H' und H'' zu zeichnen.

Vereinfachung. Man wird sich wohl meistens für einen Versteifungsbalken mit parallelen Gurtungen entscheiden, und darf dann bei der Berechnung von H' und H'' den Balken stets als vollwandigen (nach §. 2) behandeln. Man nehme dabei den Querschnitt constant an, setze also $\frac{J_0}{J_m} = 1$.

Ist der Träger ein Netzwerk, so ist zu beachten, daß bei Berechnung der Werthe w'_0, w'_1, \dots, w'_m und $w''_0, w''_1, \dots, w''_m$ unter y'_m und y''_m die aus Figur 38 ersichtlichen Ordinaten einzuführen sind. Ferner wird man, wenn



die Lasten P nur in den Knotenpunkten der einen, beispielsweise der unteren Gurtung angreifen, die Momentencurven η' und η'' durch die eingeschriebenen Polygone zu ersetzen haben, so zwar, daß die Ecken dieser Polygone unter den belasteten Knotenpunkten liegen.

Ganz besonders wird die Auffassung des Fachwerkbalkens als vollwandiger Balken bei Berechnung der in der Regel nur geringen, durch Temperaturänderungen bedingten Kräfte H' und H'' zulässig sein.

Berlin im October 1882.

Heinrich Müller-Breslau.

jenigen meteorologischen Erscheinungen ab, welche sich auf die Niederschlagsverhältnisse der betreffenden Gegend beziehen.

Während in neuerer Zeit den Beobachtungen über die Größe des Niederschlages, der Verdunstung, des Verbrauchs

von Wasser im Haushalte der Natur für Pflanzen, Menschen und Thiere eine immer grössere Aufmerksamkeit zugewandt wird, wurden bislang die Ermittlungen über diejenigen Wassermengen in hohem Grade vernachlässigt, welche Ströme, Flüsse und Bäche zu verschiedenen Zeiten abführen, und welche in Seen, Teichen und im Untergrunde vorhanden sind.

Bei den grösseren Strömen und Flüssen sind allerdings vielfach Wasserstands-Beobachtungen und Wassermessungen mit Sorgfalt zur Ausführung gebracht worden, desto mehr aber macht sich das vollständige Fehlen derselben bei den kleineren Flüssen und Bächen geltend, da gerade diese immerhin als Grundlage für landwirthschaftliche Meliorationen, sei es für Entwässerungen, sei es für Bewässerungen, zu dienen haben.

Bereits in seinem Berichte an den Herrn Minister für die landwirthschaftlichen Angelegenheiten über die Abwässerungsverhältnisse in dem Herzogthum Arenberg-Meppen und den Grafschaften Bentheim und Lingen vom Jahre 1868 (Osnabrück, Kisling 1869) Seite 104 u. fgd. hat der Unterzeichnete unter Bezugnahme auf die Untersuchungen des Dr. Prestel zu Emden in dessen Werke „die Regenverhältnisse des Königreichs Hannover“ hervorgehoben, dafs, wenn man von der Niederschlagsmenge eines Jahres abzieht, was abgeflossen, verdunstet und im Haushalte der Natur verbraucht ist, der gesammte Vorrath von Wasser übrig bleibt, welcher beim Anfange eines neuen Jahres in Seen, Flüssen, Bächen, Gräben und im Erdreich vorhanden ist.

Um nun den Wasservorrath am Ende jedes folgenden Monats, also seine periodische Veränderung im Laufe des Jahres zu bestimmen, sind die Zu- und Abgänge genau zu ermitteln. Ist

A der Wasservorrath am Ende einer bestimmten Periode,
 h das während eines Monats hinzugekommene,
 v das während eines Monats verdunstete,
 a das während eines Monats abgeflossene und
 q das in derselben Zeit von Pflanzen, Menschen und Thieren verbrauchte Wasser,

so ist die am Ende dieses Zeitraumes vorhandene Wassermenge

$$M = A + h - v - a - q.$$

Setzt man $A - (a + q) = m$
 und $h - v = \delta$,
 so wird $M = m + \delta$.

Nimmt man hierin für a und q Mittelwerthe aus vielfachen Beobachtungen, also diese Gröfsen und somit auch m constant, so kann man für jeden Monat den Werth $M = m + \delta$ und daraus einen jährlichen Durchschnitt $m + \delta'$ berechnen.

Vergleicht man damit die Wassermenge jedes Monats, so erhält man eine Uebersicht über die Zu- und Abnahme des Wasservorraths im Laufe des Jahres.

Die Mengen des Niederschlages h , des verdunsteten Wassers v und des abgeflossenen Wassers a sind aber stets veränderlich. Wenn sie regelmäfsig durch Beobachtungen bestimmt werden, so hat durch Vergleichung dieser neu gewonnenen Resultate mit den oben berechneten Mittelwerthen eine für landwirthschaftliche Meliorationen, Flußregulirungen etc. höchst wichtige Aufgabe ihre Lösung gefunden. Es ist

dann bestimmt, wie viel die zu jeder Zeit vorhandene Wassermenge vom Mittel abweicht.

Die im obigen ausgesprochene Idee hat u. a. Gestalt gewonnen in der aufserordentlich verdienstvollen Arbeit des Bauraths K. Michaelis zu Münster: Regenfall und Wasserablauf in dem Westfälischen Becken (Zeitschrift für Bauwesen, Jahrg. 1883 Seite 58 u. f.). Man erkennt daraus, welch' wichtige Resultate für die Hydrotechnik aus einer rationellen Vergleichung meteorologischer Beobachtungen mit Pegelbeobachtungen und Wassermessungen gewonnen werden können.

Hieraus dürfte folgen, dafs der Anstellung von Pegelbeobachtungen auch an kleineren Wasserläufen eine grössere Ausdehnung gegeben und mehr Sorgfalt zugewandt werden muß, als es bisher geschehen ist, um so mehr, als sich dort besonders die Wasserverhältnisse in Folge von Markentheilungen, Abholzungen, Moorentwässerungen etc. in kurzer Zeit wesentlich zu ändern pflegen.

Nach des Unterzeichneten Ansicht sind diese Pegelbeobachtungen vom Staate anzuordnen sowie von den staatlichen Behörden zu controliren und entsprechend zusammenzustellen, denn es genügt nicht, dafs die Pegeltabellen lediglich gesammelt und den Acten einverleibt werden, sondern es sind daraus fortlaufend die Werthe zu ermitteln und in geeigneter Weise zu veröffentlichen, welche für die Lösung der Fragen des praktischen Lebens von Bedeutung sind. Diese Veröffentlichungen müssen jedoch, falls sie wirklich Nutzen schaffen sollen, leichter zugänglich gemacht werden, als es bisher bezüglich der meteorologischen Beobachtungen der Fall gewesen ist. Als geeignetes Organ dafür möchte das Centralblatt der Bauverwaltung anzusehen und diesem der Vorzug vor den Amtsblättern der Provinz zu geben sein.

Da selbstverständlich die einzelnen täglichen Wasserstände eines Wasserlaufes, abgesehen von einigen absoluten Maximal- oder Minimalwerthen, an und für sich ohne Bedeutung für die Wasserwirthschaft des betreffenden Gebietes sind, es vielmehr darauf ankommt, die wahrscheinlichsten Werthe oder Mittelwerthe für gewisse längere oder kürzere Perioden zu finden und den weiteren Untersuchungen zum Grunde zu legen, so fragt es sich, welche derartigen Mittelwerthe von Wichtigkeit für die Lösung wasserbaulicher Aufgaben sein werden.

Mit der Beantwortung dieser Frage soll hier im Folgenden zugleich versucht werden, den Begriff der verschiedenen Wasserstands-Bezeichnungen festzusetzen, da betreffs dieser häufig noch manche Unsicherheiten sich bemerklich machen, für die in der Hydrotechnik so häufig vorkommenden Namen der verschiedenen Wasserstände ganz bestimmte conventionelle Zeichen zu schaffen.

Die Pegel an den Wasserläufen, welche nicht der Ebbe und Fluth unterworfen sind, werden gewöhnlich einmal täglich, seltener zweimal täglich beobachtet. Die Resultate werden meistens in den für alle Tage eines Monats bestimmten Wasserstands-Tabellen verzeichnet und daraus

1) der mittlere Wasserstand jedes Monats berechnet (Monatsstand m. s.).

Aus den Monatsmitteln eines Jahres wird dann

2) der mittlere Wasserstand des Jahres berechnet (Jahresstand j. s.).

Aufserdem ist jedoch

2^a) der Sommerstand (s. s.) eines Jahres von Bedeutung, als welcher das Mittel der Monatsstände für die 6 Vegetations-Monate April bis incl. September oder eventuell Mai bis incl. October anzusehen ist.

Dieser Wasserstand bildet die Grenzlinie zwischen dem begrüntem Ufer und dem unbewachsenen sandigen oder schlammigen Flußbett.

2^b) Der Winterstand (w. s.) ist das Mittel der Monatsstände in den Wintermonaten October bis incl. März, eventuell November bis incl. April.

Da jeder Wasserlauf gewöhnlich in einem bestimmten Monate des Jahres resp. des oben bezeichneten Sommer- oder Winter-Halbjahres stets am höchsten und in einem anderen bestimmten Monate am niedrigsten zu stehen pflegt, so ist auch

- 3^a) der niedrigste Monatsstand im Sommer (n. s. s.),
 - 3^b) der höchste Monatsstand im Sommer (h. s. s.), sowie
 - 3^c) der niedrigste Monatsstand im Winter (n. w. s.),
 - 3^d) der höchste Monatsstand im Winter (h. w. s.)
- aus 1 zu ermitteln.

Außerdem sind noch von Bedeutung

- 4^a) der niedrigste Wasserstand eines Jahres (n. w.),
- 4^b) der höchste Wasserstand eines Jahres (h. w.).

Werden dann später die gemäß 1 bis 4 für jedes Jahr ermittelten Wasserstände für eine Reihe von Jahren zusammengestellt, so erhält man aus 1:

I. den mittleren Monatsstand (M. M. S.) für einen jeden Monat, aus 2:

II. den arithmetisch mittleren Jahres-Wasserstand (M. J. S.) eines Wasserlaufes, welchen letzterer täglich einnehmen würde, wenn kein Steigen und Fallen bestände, und ebenso

II^a. den mittleren Sommerwasserstand (M. S. S.) in den Vegetations-Monaten, welcher dann als Scheidelinie zwischen dem Staatseigenthum des öffentlichen Flusses und dem Privateigenthum an dessen Ufern anzusehen sein würde,

II^b. den mittleren Winterwasserstand (M. W. S.).

In gleicher Weise würde man dann aus 3^a und 3^b erhalten:

III^a. den mittleren niedrigsten Monatsstand im Sommer (N. S. S.),

III^b. den mittleren höchsten Monatsstand im Sommer (H. S. S.),

III^c. den mittleren niedrigsten Monatsstand im Winter (N. W. S.),

III^d. den mittleren höchsten Monatsstand im Winter (H. W. S.).

Die Differenz zwischen den mittleren, niedrigsten und höchsten Monatsständen giebt dann das mittlere jährliche resp. halbjährliche Schwanken des Wasserlaufes an.

Aus 4^a und 4^b ergibt sich ferner

IV^a. der gewöhnliche Niedrigwasserstand (G. N. W.) und

IV^b. der gewöhnliche Hochwasserstand (G. H. W.), welcher durchschnittlich in der in Betracht gezogenen Reihe von Jahren stattgefunden hat.

Diese Werthe sind eventuell zu ersetzen durch

IV^c. den absolut niedrigsten Wasserstand (N. N. W.),

IV^d. den absolut höchsten Wasserstand (H. H. W.), welcher seit Menschengedenken beobachtet worden ist, und ist bei denselben dann Tag und Jahr anzugeben, an welchem jene Wasserstände eingetreten sind.

Berechnet man endlich aus dem sub II bezeichneten mittleren Jahreswasserstande (M. J. S.) und den sub III^a und III^d angegebenen mittleren, niedrigsten und höchsten Monatsständen abermals das Mittel, so erhält man

V^a. das Mittel der Wasserstände aller Tage, an welchen der Wasserlauf unter dem mittleren Wasserstande steht, welches man als mittleres Sommerwasser (M. S. W.) und

V^b. das Mittel der Wasserstände aller Tage, an welchen der Wasserlauf über dem mittleren Wasserstande steht, welches man als mittleres Winterwasser (M. W. W.) wird bezeichnen können.

Verbindet man in ähnlicher Weise die unter II^a und II^b angegebenen Wasserstände, jeden mit den unter III^a und III^d bezeichneten Wasserständen, so erhält man

VI^a. den mittleren niedrigen Sommerwasserstand (N. S. W.) und

VI^b. den mittleren hohen Sommerwasserstand (H. S. W.), sowie

VI^c. den mittleren niedrigen Winterwasserstand (N. W. W.) und

VI^d. den mittleren hohen Winterwasserstand (H. W. W.).

Alle hier bezeichneten Mittelwerthe finden die mannigfaltigste Anwendung bei der Bearbeitung wasserbaulicher Aufgaben (cfr. Franzius u. Sonne, Wasserbau, 1. Auflage, Seite 222), und es ist daher erforderlich, das Material zu deren Berechnung in übersichtlicher Weise in jedem Jahre zu sammeln, resp. fortlaufende Zusammenstellungen desselben für eine Reihe von Jahren anzufertigen und zu veröffentlichen.

Es wird nun Bedacht darauf zu nehmen sein, an allen beständig fließenden (öffentlichen) Wasserzügen mindestens einen Pegel und Beobachtungsstationen zu errichten.

Die Höhenlage der Nullpunkte über N. N. ist bei allen Pegeln zu bestimmen.

Die Beobachtung der Pegel ist nur durchaus zuverlässigen Leuten gegen entsprechende Vergütung anzuvertrauen.

Es mag weiteren Erwägungen überlassen bleiben, ob es sich empfiehlt, anstatt der bisher üblichen Wasserstandstabellen sofort graphische Aufzeichnungen der Wasserstände einzuführen.

Diese Wasserstands-Verzeichnisse wurden nun bis zur Zeit von den Pegelbeobachtern vierteljährlich an die Bauinspektionen eingesandt, welche dann, wenigstens in der Provinz Hannover, alljährlich eine Zusammenstellung der Monatsstände und den daraus berechneten Jahresstand den Königlichen Landdrosteien mitzuthemen hatten.

Es unterliegt wohl keinem Zweifel, daß diese Mittheilungen so lange ohne Werth sind, als sie, wie es zu geschehen pflegt, ohne Weiteres in den Acten begraben werden. Statt dessen dürfte es sich empfehlen, jährlich seitens der Local-Baubehörden aus den monatlichen Wasserstands-Verzeichnissen der täglichen Beobachtungen die folgenden, den obigen Erörterungen gemäß zu ermittelnden Werthe an die Provinzial-Regierungen mitzuthemen:

- ad 2 den Jahresstand (j. s.),
- ad 2^a den Sommerstand (s. s.) oder die Vegetationsgrenze,
- ad 2^b den Winterstand (w. s.),
- ad 3^a den niedrigsten Monatsstand im Sommer (n. s. s.),
- ad 3^b den höchsten Monatsstand im Sommer (h. s. s.),
- ad 3^c den niedrigsten Monatsstand im Winter (n. w. s.),

- ad 3^d den höchsten Monatsstand im Winter (h. w. s.),
- ad 4^a den niedrigsten Wasserstand des Jahres (n. w.),
- ad 4^b den höchsten Wasserstand des Jahres (h. w.).

Aus diesen andauernd zu sammelnden Elementen eines jeden Jahres lassen sich die unter I bis VI oben angegebene

nen Mittelwerthe leicht berechnen, und auch dann von jedem nutzbar machen, wenn ihm nicht die amtlichen Verzeichnisse zur Verfügung stehen, vorausgesetzt freilich, daß die besprochenen Auszüge derselben in geeigneter Weise veröffentlicht wurden. L. Oppermann.

Schloß Friedewald.

(Mit der Ansicht des Schlosses auf Blatt 51 im Atlas.)

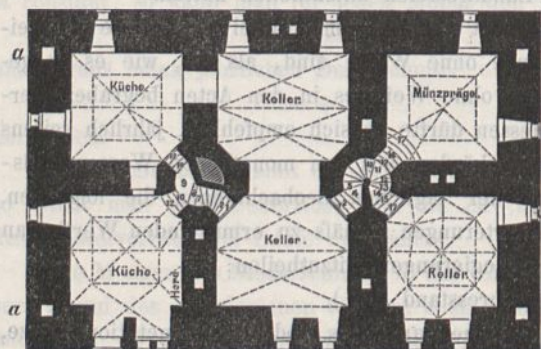
Die Schloßruine Friedewald liegt, von den wenigen Häusern des armen Dörfleins umgeben, abseits vom Wege 3 km südlich von Daaden, welches, Sitz der Bürgermeisterei, durch eine Bahnlinie mit dem 9 km entfernten Betzdorf verbunden werden soll. Das auf Blatt 51 dargestellte Hauptschloß liegt inmitten einer älteren Anlage, deren Mauern und Thürme von Süden aus, wo das Nassauische Gebiet nahe ist, sich ungemein malerisch ausnehmen.

Es war einst ein bedeutender Complex, Besitzthum der in Freusburg residirenden, seit 1378 unter trierscher Lehnshoheit stehenden Grafen von Sayn. Graf Gottfried († 1327) erhielt von Kaiser Ludwig in Ansehung seiner Dienste durch eine aus Hachenburg datirte Urkunde die Erlaubniß, Friedewald als Stadt mit Mauern, Wall und Graben zu befestigen. Aus dieser Zeit rührt wahrscheinlich die Anlage der, das Hauptschloß umgebenden Bauten her, welche Gottfrieds Bruder und Nachfolger Johann II vollendet haben mag. Die Umfassungsmauer bildet ein ungefähres Rechteck, das seine Längenausdehnung von Osten nach Westen, seine Eingangsseite im Osten hat. An den vier Ecken stehen Thürme, von denen der nordöstliche außen viereckig, die anderen rund sind. Eine zum Theil noch erkennbare Querscheidemauer theilte das Ganze in zwei Hälften, von denen die östliche die größere ist. Innerhalb derselben ist ein Flügel an die Innenseite der südlichen Umfassungsmauer gelehnt, welcher Einiges aus jener ältesten Zeit bewahrt, aber auch bauliche Veränderungen späterer Zeiten zeigt. Ein ihm entsprechender Nordflügel ist fast ganz verschwunden, während ein Ostflügel wohl der ursprünglichen Mauer vorgeschoben und etwas nach Norden gerückt ist, so daß der Nordostthurm in das Innere der Anlage gezogen wurde. Die westliche, rückwärts gelegene Hälfte der Burganlage, jetzt von dem Hauptschloß eingenommen, war vielleicht die Stelle der ältesten Burg, des Bergfriedes u. s. w. Im Jahre 1378

mufs die Burg wohl vollendet gewesen sein, denn damals übertrug Johann III dem Erzbischof von Trier, Cuno von Falkenstein, die Lehnsherrlichkeit über den ganzen Freusburger Besitz, nachdem er ihm bereits durch Vertrag zehn Jahre vorher die Schutzherrschaft aufgetragen hatte. Nach mancherlei hieraus sich ergebenden Verwickelungen und Streitigkeiten, sowie Erbtheilungen, kam 1573 die Herrschaft in die Hände Heinrichs IV. Dieser, ein ungemein energischer Mann, wie er auch die von seinem Vorgänger begonnene Reformation in seinem Lande zum Abschluss brachte, liefs in den Jahren 1580—82 den Prachtbau des hier veröffentlichten Schlosses aufführen.

Das Schloß ist aus Bruchsteinen gebaut, doch wurde Sandstein für die Gliederungen im Innern, Basaltlava für die Rippen der Kellergewölbe (deren eine die Jahreszahl 1580 trägt), und die Verblendung der Fronten genommen. Mit bewundernswürdiger Feinheit und technischer Meisterschaft sind die Profile in dieses so schwer zu bearbeitende Material geschnitten. Der Rustika-Unterbau ist kräftig bossirt, die Halbkugelverzierungen sind unregelmäßig angebracht. Reizvoll sind die Wandpilaster des Hauptgeschosses entworfen und ihre toscanischen Capitäle durch eine Reihe Schilfblätter in eigenartiger Umbildung antiker Formen bereichert. Auf dem Relief der Vorderfront links ist Simson mit den Thorsäulen von Gaza, auf dem Medaillon zur Linken der Sayn'sche Löwe, umgeben von den Wappenzeichen von Homburg, Mainzberg und den andere durch Heirath zugebrachten Herrschaften dargestellt. Einfach und symmetrisch ist der hiernächst skizzirte Grundriß. Die seitlichen Räume waren durch eine Balkendecke in zwei Stockwerke getheilt, der Mittelraum, durch beide Stockwerke durchgehend, ist nicht als bloßer Verbindungsgang, sondern saalartig in schönen Verhältnissen ausgebildet. Die Fensterwand ist unten und oben durch je drei Stichbogenblenden

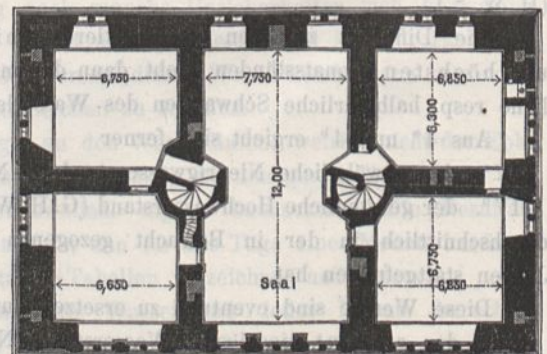
Kellergeschofs.



Die im Kellergrundriß mit a bezeichneten Mauercanäle haben als Abortsenken gedient.

gegliedert. Diese ruhen, dem Aeußeren entsprechend, unten auf Wandsäulen mit Schilfblattcapitälen, oben auf jonisirenden Säulen. Die seitlichen Zimmer haben je eine Stich-

Erdgeschofs.



bogenblende an der Fensterseite, welche (da statt der Anwendung der Mittelaxe hier eine Zweitheilung durch Fenster angeordnet ist) in der Mitte durch Wandsäulen

gleicher Profilierung, wie die übrigen getheilt sind. Der Conflict zwischen Stützencapital und Bogenscheitel wird durch Kämpfer vermittelt.

Das Eckzimmer im Erdgeschloß nach hinten auf der linken Seite war die Herrschaftsküche, das des Kellergeschosses nach hinten rechts die Münze, mit einem zur Aufstellung der Präge um 3 m gegen die übrigen Keller Räume vertieften Fußboden.

Unter den Thüren im Innern sind besonders die beiden von dem Mittelraume nach den östlichen Zimmern führenden reich gegliedert, trefflich in den Verhältnissen und von classischer Feinheit in der Ausführung. Die eine, mit rechteckiger Oeffnung, von zwei Pilastern eingefast, um welche sich das Gebälk verkröpft, hat auf dorischen Mutulen triglyphirte Consolen und darüber einen Stichbogen — eine mißverständliche Combination verschiedener antiker Formen; aber dies Mißverstehen giebt eine reizende Wirkung. Die hier dargestellte gegenüberliegende Thür hat im Gegensatz eine Rundbogenöffnung und über dem correct dorischen Fries eine cassetirte Kranzplatte und Giebelkrönung.

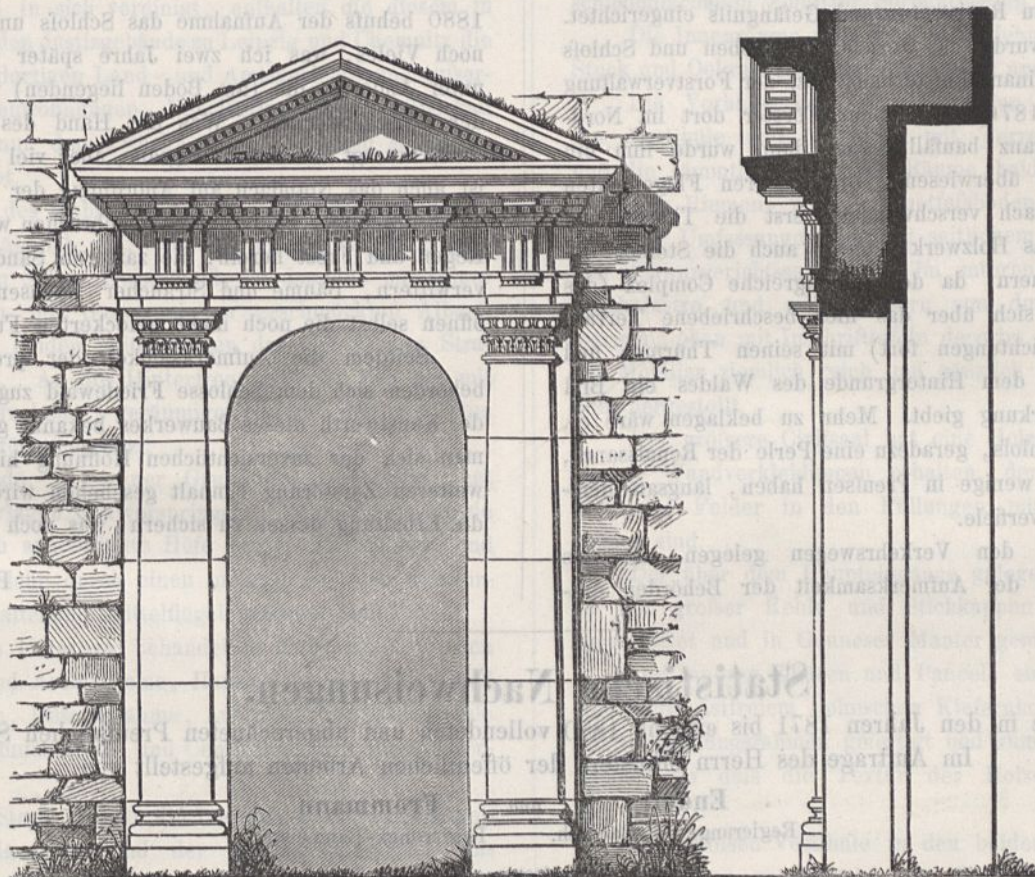
Aehnlich geschmackvoll waren die Kamine, von welchen zwei im ersten Stock noch wohl erhalten sind. Auf den einfassenden Säulen ruhen doppelt geschwungene Consolen, darüber der Rauchmantel, als Gebälk ausgebildet, mit breitem Fries und Zahnschnitten unter der Kranzplatte. Auf dem Fries des einen ist an der Vorderfläche das Sayn'sche Wappen eingemeißelt, an den Ecken stehende Genien, an den Seitenflächen schreitende Greife, auf dem des andern an der Vorderfläche die Jahreszahl 1582 zwischen Genien, an den Seiten je zwei eine Tafel mit dem Jesuszeichen haltende Knaben.

Die vordere und die beiden kurzen Seiten des Schlosses waren mit Gräben umgeben, welche durch eine noch vorhandene Wasserleitung unter Wasser zu setzen waren. Eine durch eine Treppe zugängliche Zugbrücke, welche noch zu Anfang unseres Jahrhunderts bestand, führte nach der im Hauptgeschloß befindlichen Eingangsthür (in der Vorderfront des Saales, linke Oeffnung). Die Schiefslöcher in den Treppenthürmen sind alle nach dieser Thür zur Vertheidigung gerichtet.

Heinrich IV schloß im Jahre 1600 mit Kur-Trier, als seinem Lehnsherrn, einen Vertrag, wonach, im Falle seines

Hinscheidens ohne männliche Leibserben, sein Besitz, ausgenommen Friedewald, dem Erzbisthum zu eigen werden sollte. Er starb 1606 kinderlos, nachdem er ein Jahr zuvor dem Gemahl seiner Nichte, Grafen Wilhelm zu Sayn-Wittgenstein, die Regentschaft übertragen hatte. Es entstanden, da sich verschiedene, vorher geschlossene Abmachungen kreuzten, Erbschaftsstreitigkeiten. Zur Vertheidigung gegen Kur-Trier unternahm Graf Wilhelm 1609 in Friedewald Verstärkungsbauten. Ein Vertrag mit den Unterthanen des Amtes Friedewald aus dieser Zeit hat hierauf Bezug. Wahrscheinlich wurden damals die Veränderungen am Südflügel der Umfassungsbauten vorgenommen, und der Ostflügel gebaut.

Allein Graf Wilhelm und sein Nachfolger Ernst konnten sich nicht gegen Kur-Trier halten, welches seine Ansprüche durch Proceßentscheidung und dann 1637 durch die Eroberung der Festung Freusburg aus den Händen der herbeigerufenen Schweden erzwang. Während nun drei Viertel des Besitzes trierisch und wieder katholisch wurde, blieb Daaden mit Friedewald, seit 1633 der Hoheit Kur-Triers entzogen, say-



nisch und protestantisch. Das Schloß wurde damals von Ernst's durch Hochherzigkeit und Energie ausgezeichneten Wittve Louise Juliana bewohnt. Nach dem Testament ihres Gemahls war es „zum Wittwensitz un bequem und zur Nothdurft übel versehen, so daß sie es allmählig von ihren Renten und Gefällen repariren und bessern lassen“ mußte. Ihre Töchter erkannten schließ lich die Lehnshoheit Kur-Triers an und erhielten von demselben 1652 den ganzen Besitz. Bei einer vorgenommenen Erbtheilung fiel der jüngeren Freusburg mit Daaden und Friedewald zu, woraus die Grafschaft Sayn-Altenkirchen gebildet wurde, welche durch Heirath 1661 an die Herzöge von Sachsen-Eisenach kam. 1741 starb die Linie aus und der Besitz vererbte sich an Brandenburg-Anspach. In diesem Jahre verfaßte ein Amtsactuar einen Bericht über einige Denkmäler in der Grafschaft Sayn. Danach war das Hauptschloß „in unvollkommenem Stande und unbewohnt. Auf beiden Seiten führen steinerne Treppen hinauf, auf der einen Seite des Daches soll ein Fischbehälter gestanden haben. Neben dem Hauptschloß sind von beiden Seiten der Länge und von einer Seite der Breite nach Stuben, deren einer Flügel nach

Daaden zu von den Beamten bewohnt, der andere von Jemand ex gratia Serenissimi.“ Die Flügelbauten waren also damals in gutem Zustande, es muß sogar um diese Zeit eine theilweise Herstellung stattgefunden haben, wie der Zwiebelhelm auf dem Südostthurm bezeugt. Wann dann und warum das Dach des Hauptschlusses beseitigt wurde, ist nicht ersichtlich, nur ein gewaltsames Abreißen kann hier stattgefunden haben.

Friedewald wurde, als Sayn-Altenkirchen nach mannigfachem Besitzwechsel 1815 an den preussischen Staat kam, Sitz eines Kreisgerichtes, das in den Flügelbauten seine Räume hatte. Das Hauptschloß bekam ein häßliches Walm-dach und wurde zu Registratur und Gefängniß eingerichtet. Im Jahre 1865 wurde das Gericht aufgehoben und Schloß Friedewald dem Finanzministerium, bez. der Forstverwaltung übergeben. Bis 1876 wohnte der Förster dort im Nordflügel, welcher ganz baufällig war, dann wurde ihm ein anderes Forsthaus überwiesen. Die äußeren Flügelbauten sind nach und nach verschwunden; erst die Thüren und Fenster, dann das Holzwerk, zuletzt auch die Steine. Es ist dies zu bedauern, da der umfangreiche Complex (das Mauerwerk setzt sich über das hier beschriebene Terrain nach mehreren Richtungen fort) mit seinen Thürmen und Mauern und mit dem Hintergrunde des Waldes ein Bild von reizvoller Wirkung giebt. Mehr zu beklagen wäre es, wenn das Hauptschloß, geradezu eine Perle der Renaissance, wie wir nur sehr wenige in Preußen haben, langsam demselben Schicksal verfiel.

Weitab von den Verkehrswegen gelegen, ist das Schloß lange Zeit der Aufmerksamkeit der Behörden ent-

gangen, ohne Schutz und Sicherheit geblieben, und seine Quadern sind weit werthvoller, als die Steine der Flügelbauten. Die Eingangsthür zwar ist zugeschlossen und der Schlüssel befindet sich im Verwahrsam des Försters. Aber dieser wohnt über eine Viertelstunde weit entfernt, und hat nicht Zeit noch Beruf zu besonderer Beaufsichtigung. Einwohner und Fremde pflegen daher auch nicht von diesem Schlüssel Gebrauch zum Eintritt zu machen. Wie ein Blick auf die hier dargestellte Front zeigt, sind bereits trotz der festen Fügung sämtliche Reliefs auf der rechten Seite herausgerissen, ebenso viele Quadern, im Innern besonders einige der schönsten Kamine. Als Herr Architekt Albrecht 1880 behufs der Aufnahme das Schloß untersuchte, sah er noch Vieles, was ich zwei Jahre später nicht mehr fand, unter Anderem die (am Boden liegenden) verzierten Balken der Zwischendecken. Was die Hand des Menschen nicht thut, besorgt die Natur langsam, aber viel gründlicher. 1876 ist auch das Nothdach auf Anordnung der Regierung wegen gefahrdrohender Baufälligkeit abgebrochen worden. So dringt Regen und Frost herein, die zarteren Sandsteingliederungen verwittern, Bäume und Sträucher wachsen im Innern und öffnen selbst die noch nicht gelockerten Fugen.

Seitdem die Aufmerksamkeit der preussischen Staatsbehörden sich dem Schlosse Friedewald zugewendet hat und der Kunstwerth dieses Bauwerkes bekannt geworden ist, darf man sich der zuversichtlichen Hoffnung hingeben, daß der weiteren Zerstörung Einhalt geschehen wird, um wenigstens die Erhaltung dessen zu sichern, was noch nicht verloren ist.

Paul Lehfeld.

Statistische Nachweisungen,

betreffend die in den Jahren 1871 bis einschl. 1880 vollendeten und abgerechneten Preussischen Staatsbauten.

Im Auftrage des Herrn Ministers der öffentlichen Arbeiten aufgestellt von

Endell und **Frommann**

Regierungs- u. Baurath. Regierungs-Baumeister.

(Fortsetzung.)

IV. Gymnasien, Realschulen etc.

Nachstehende Tabellen IV—IV^d enthalten statistische Angaben über diejenigen Neubauten, welche in den Jahren 1871 bis einschließlic 1880 für Zwecke des höheren Schulunterrichtes ausgeführt worden sind; demgemäß haben hier Gymnasien, Progymnasien, Realschulen und eine höhere Töcherschule, sowie die zu Lehranstalten dieser Art gehörigen Wohn- und Nebengebäude Berücksichtigung gefunden.

Die Tabelle IV umfaßt im Ganzen 42 verschiedene Gebäude; es sind darin unter A, B und C die Klassengebäude in einzelne Gruppen geordnet, unter D die Wohngebäude behandelt, während unter E die Gesamtkosten der aus mehreren Gebäuden bestehenden Bauanlagen sowie die statistischen Angaben über die Nebengebäude und sonstigen Nebenanlagen zusammengefaßt wurden. Zum Schlufs ist noch unter Nr. 42 das Abortsgebäude des Friedrich-Wilhelms-Gymnasiums in Berlin besonders aufgeführt.

Die Hauptgebäude sind der besseren Uebersicht halber, wie schon erwähnt, in die mit A, B und C bezeichneten Gruppen gesondert, und zwar gehören zu

Gruppe A: 16 Schulgebäude, welche nur Klassen enthalten. Von denselben sind Nr. 1—4 und Nr. 11 zur Erweiterung bestehender Anstalten errichtet, während die übrigen sämtliche Klassen in sich vereinigen, die zu der betreffenden Anstalt gehören.

„ B: 8 Schulgebäude, welche neben den Klassen auch die Wohnung des Directors enthalten.

„ C: 7 Gebäude, welche behufs Befriedigung des bei einzelnen bestehenden Anstalten hervorgetretenen größeren Raumbedürfnisses errichtet worden sind. Von denselben enthalten Nr. 25—28 neben wenigen Klassen noch eine Aula bezw. Turnhalle, während Nr. 29—31 vorwiegend Wohnzwecken dienen, jedoch auch einzelne Schulräume, Aula u. dergl. in sich aufnehmen.

Von den unter D aufgeführten 10 Wohngebäuden für Lehrer bezw. Directoren umfaßt nur Nr. 41 ausser den Wohnräumen auch einzelne Klassen.