

Amtliche Bekanntmachungen.

Circular-Verfügung d. d. Berlin, den 20. April 1880, betreffend die Bekanntmachung der allgemeinen Bestimmungen für diejenigen, welche die Bauführer- resp. Baumeister-Prüfung in den Fächern des Hochbauwesens und des Bauingenieurwesens bestanden haben, vom 13. April 1880.

Nachdem die allgemeinen Bestimmungen im Anhang zu den Vorschriften vom 3. September 1868, über die Ausbildung und Prüfung Derjenigen, welche sich dem Baufache im Staatsdienste widmen, einer Revision unterzogen und im Anschluß an die Prüfungs-Vorschriften vom 27. Juni 1876 neu redigirt worden sind, lasse ich der Königlichen Regierung die bezügliche Bekanntmachung vom 13. d. M. mit der Veranlassung zugehen, dieselbe durch Abdruck in Ihrem Amtsblatt unverzüglich zur öffentlichen Kenntniß zu bringen.

Der Minister der öffentlichen Arbeiten.

gez. Maybach.

An sämtliche Königliche Regierungen und Landdrosteien.

Die allgemeinen Bestimmungen, welche als Anhang zu den Vorschriften vom 3. September 1868, über die Ausbildung und Prüfung Derjenigen, welche sich dem Baufache im Staatsdienste widmen, erlassen und veröffentlicht sind, werden im Anschluß an die Vorschriften vom 27. Juni 1876 durch die nachstehenden allgemeinen Bestimmungen ersetzt.

Allgemeine Bestimmungen für Diejenigen, welche die Bauführer- resp. Baumeister-Prüfung in den Fächern des Hochbauwesens und des Bauingenieurwesens bestanden haben.

§. 1.

Nach bestandener Bauführer-Prüfung wird der Candidat auf Grund des Prüfungs-Zeugnisses von dem Minister der öffentlichen Arbeiten zum Bauführer ernannt. Der Antrag auf diese Ernennung ist unter Vorlegung des Prüfungs-Zeugnisses von derjenigen Königlichen technischen Prüfungs-Commission zu stellen, vor welcher die Prüfung abgelegt worden ist.

Der Bauführer ist verpflichtet, eine Nachweisung seiner Beschäftigung nach anliegendem Schema am Schlusse jedes

Jahres bei dem Minister der öffentlichen Arbeiten einzureichen, und hat, falls er dieser Verpflichtung nicht nachgekommen, die Zurückweisung von der Baumeister-Prüfung für den Staatsdienst zu gewärtigen.

§. 2.

Der Bauführer wird bei derjenigen Königlichen Regierung, Landdrostei oder Königlichen Eisenbahn-Direction, in deren Bezirk er zuerst in Beschäftigung treten will — im Falle der Beschäftigung in Berlin bei der Königlichen Ministerial-Bau-Commission bezw. Königlichen Eisenbahn-Direction — vereidigt, sofern er nicht bereits als Feldmesser den Dienst geleistet hat.

Nach erfolgter Vereidigung ist der Bauführer zur speciellen Leitung der Ausführung von Staatsbauten unter Oberleitung und technischer Verantwortlichkeit eines Regierungs-Baumeisters oder Baubeamten befugt. Seine Angaben in Bezug auf Maafs und Zahl haben hierbei öffentlichen Glauben.

§. 3.

Nach bestandener Baumeister-Prüfung wird der Bauführer auf Grund des von der Königlichen technischen Oberprüfungs-Commission vorzulegenden Prüfungs-Zeugnisses von dem Minister der öffentlichen Arbeiten zum Regierungs-Baumeister ernannt.

Derselbe ist verpflichtet:

- 1) eine Nachweisung seiner Beschäftigung nach anliegendem Schema am Schlusse jedes Jahres bei dem Minister der öffentlichen Arbeiten einzureichen,
- 2) sowohl von der Uebernahme einer dienstlichen Beschäftigung, als auch von seinem Austritt aus derselben Anzeige zu machen.

Er hat es sich selbst zuzuschreiben, wenn er in Folge Nichtbeachtung der vorstehenden Bestimmungen bei Besetzung von Staatsbaubeamten-Stellen unberücksichtigt bleibt.

Berlin, den 13. April 1880.

Der Minister der öffentlichen Arbeiten.

gez. Maybach.

A. Nachweisung der Beschäftigung des Bauführers N. N. im Laufe des Jahres 18..

Vornamen	Geburtsjahr	Geburtsort	Datum der Ernennung zum Bauführer	(Wenn derselbe Feldmesser) Datum des Feldmesser-Zeugnisses	Zeitiger Aufenthaltsort	Art der Beschäftigung und voraussichtliche Dauer der gegenwärt. Beschäftigung	Bemerkungen

B. Nachweisung der Beschäftigung des Regierungs-Baumeisters N. N. im Laufe des Jahres 18..

Vornamen	Geburtsjahr	Geburtsort	Datum der Ernennung zum Feldmesser und zum Bauführer	Datum der Ernennung zum Regierungs-Baumeister	Zeitiger Aufenthaltsort	Art der Beschäftigung und voraussichtliche Dauer der gegenwärtigen Thätigkeit	Bemerkungen

Circular-Verfügung d. d. Berlin, den 27. April 1880, die Führung des Amts-Charakters „Königlicher Kreis-Bauinspector“ betreffend.

Zur Behebung von Zweifeln bestimme ich, daß fortan auch die früheren, nicht erst zum 1. d. M. ernannten Bauinspectoren, soweit dieselben eine Kreis-Baubeamten-Stelle bekleiden, den Amts-Charakter „Königlicher Kreis-Bauinspector“ zu führen haben.

Der Minister der öffentlichen Arbeiten.

gez. Maybach.

An sämtliche Königliche Regierungen und Landdrosteien (excl. der Regierung zu Sigmaringen).

Circular-Verfügung d. d. Berlin, den 20. Juni 1880, die Einholung der ministeriellen Genehmigung und die Einreichung von Projecten und Anschlägen fiscalischer Neu- und Reparaturbauten zur Superrevision betreffend, nebst Allerhöchster Ordre vom 31. Mai 1880.

Des Kaisers und Königs Majestät haben auf meinen Antrag mittelst der in beglaubigter Abschrift beigefügten Allerhöchsten Ordre vom 31. v. M. in Abänderung der durch den diesseitigen Circular-Erlaß vom 16. Mai 1874 mitgetheilten Bestimmungen des Allerhöchsten Erlasses vom 20. April ejd. anzuordnen geruht, daß es der Einholung der ministeriellen Genehmigung und der Einreichung der Projecte und Anschläge zur Superrevision fortan der Regel nach nur für solche fiscalischen Neu- und Reparaturbauten bedürfen soll, deren Kosten die Summe von 30000 \mathcal{M} übersteigen. Abweichungen von dieser Regel sollen eintreten

- 1) bei solchen Wasserbauten, deren Bedeutung in technischer oder rechtlicher Beziehung eine besonders weitgreifende ist;
- 2) bei solchen Hoch- und Wasserbauten, bei denen nach dem Urtheile der technischen Mittelinstanzen besondere Schwierigkeiten vorliegen, oder bei denen es um die Anwendung bisher unerprobter Constructionen oder Materialien sich handelt, — desgleichen bei den Bauten von Kirchen und Kunstdenkmälern.

In den Fällen unter Nr. 1 soll eine Superrevision der Projecte unabhängig von der Kostenhöhe, in den Fällen unter Nr. 2 bei einem Kostenbetrage über 5000 \mathcal{M} , eine Superrevision der Anschläge in beiden Fällen nur bei einem Betrage über 10000 \mathcal{M} eintreten.

Bezüglich der Bauten, welche nicht ausschließlicly für Rechnung der Staatskasse ausgeführt werden, für welche vielmehr nur ein Beitrag aus Staatsfonds, sei es als Gnadengeschenk, sei es als Freibauholz etc. geleistet wird, soll es einer Superrevision der bezüglichen Anschläge und Bauentwürfe gleichfalls nur dann bedürfen, wenn ein zu befürwortendes Gnadengeschenk oder der Werth des vom Fiscus zu gewährenden Bauholzes etc. die Höhe von 30000 \mathcal{M} bezw. 5000 und 10000 \mathcal{M} übersteigt.

Nach der Allerhöchsten Bestimmung sollen diese Erleichterungen auch bei bereits ausgeführten bezw. veranschlagten Bauten eintreten, hinsichtlich deren die Superrevision nachträglich von der Königlichen Ober-Rechnungskammer verlangt wird oder der Antrag auf Superrevision Seitens der Provinzialbehörde versäumt ist.

Zur Erläuterung der vorstehenden Bestimmungen und zur Ausführung derselben wird Folgendes bemerkt resp. angeordnet:

Eine Veränderung der innerhalb der einzelnen Ressorts in Betreff der Bereitstellung der Mittel für Neu- und Reparaturbauten bestehenden Einrichtungen wird durch die getroffenen neuen Bestimmungen nicht herbeigeführt, und es bedarf somit zur Ausführung aller Bauten, für welche die Ueberweisung besonderer Mittel beantragt werden muß, nach wie vor der besonderen vorherigen Genehmigung der Centralstelle.

Auch kann innerhalb der einzelnen Ressorts noch weiter angeordnet werden, daß zur Ausführung bestimmter Neu- und Reparaturbauten selbst dann, wenn der Provinzialbehörde hiefür bereite Mittel zur Verfügung stehen, zunächst die höhere Genehmigung nachgesucht werde. Eine solche Genehmigung ist, wie ich hiermit für mein Ressort bestimme, überall einzuholen, wenn es sich um die Anlegung neuer oder die Erweiterung bestehender Beamten-Dienst-etablissemments handelt.

In den Vorschriften über die Einreichung von Verwendungsplänen bezüglich der zum regelmäßigen Betriebe und zur gewöhnlichen Unterhaltung der Hoch- und Wasserbauwerke etc. bestimmten Mittel, für welche es der Aufstellung besonderer Anschläge nicht bedarf, wird Nichts geändert. Solche Verwendungspläne sind, was mein Ressort anbetrifft, nach wie vor hierher zur Kenntnißnahme einzureichen.

Eine vollkommen genaue und erschöpfende Bezeichnung derjenigen Fälle, in denen nach den oben unter Nummer 1 und 2 getroffenen Ausnahmebestimmungen — abgesehen von den Bauten von Kirchen und Kunstdenkmälern — eine Superrevision der Projecte und Anschläge theils ganz unabhängig von der Kostenhöhe, theils bei einem hinter der regelmäßigen Grenze von über 30000 \mathcal{M} zurückbleibenden Betrage der Kosten eintreten soll, läßt sich nicht geben. Zur Erläuterung der Ausnahmebestimmung unter Nr. 1 wird auf den in einem besonderen Abdruck hier beigefügten Circular-Erlaß vom 5. November 1860 *) verwiesen und bemerkt, daß die getroffene Bestimmung alle solche Wasser-, Neu-, Um-, Ergänzungs- und Reparaturbauten im Auge hat, welche einen über den Umfang der Baustelle hinausragenden, weit greifenden Einfluß haben, oder durch welche öffentliche Rechtsverhältnisse bestimmt oder berührt werden. Zur Herbeiführung einer möglichst gleichmäßigen Anwendung der getroffenen Ausnahmebestimmungen, und damit die Centralstelle einen genauen Anhalt für die Beurtheilung der Nothwendigkeit der Superrevision der Projectarbeiten erhält, sind sowohl in den eben erwähnten wie in den unter Nummer 2 aufgeführten Fällen, in denen bei Hoch- und Wasserbauten nach dem Urtheile der technischen Mittelinstanzen besondere Schwierigkeiten vorliegen, die Gründe, aus welchen die Superrevision für nothwendig erachtet wird, in den Uebersendungsberichten näher darzulegen.

Dasselbe hat zu geschehen, wenn die bautechnischen Mitglieder der Provinzialbehörden von der Befugniß, die ihnen hiermit ausdrücklich beigelegt wird, Gebrauch machen wollen, die Superrevision auch in solchen Fällen, in denen es derselben bestimmungsmäßig nicht bedürfen würde, zu beantragen, sei es, weil sie auf dem betreffenden Gebiete

*) Enthalten im Jahrg. 1861 dies. Zeitschr. S. 2.

nicht genügende Erfahrungen besitzen, sei es, weil sie aus sonstigen Gründen die Projectarbeiten der Beurtheilung der höheren Instanz unterbreitet zu sehen wünschen.

Damit die Centralinstanz in der Lage bleibe, die erforderliche Controlle über die Art und Weise der Ausführung sämtlicher nicht ganz unbedeutenden Bauten auszuüben und erforderlichen Falls, wenn sich gegen die von den technischen Mittelinstanzen festgestellten Projectarbeiten Bedenken ergeben sollten, rechtzeitig einzuschreiten, sind derselben die Originale oder Copien der Projecte und der Erläuterungsberichte sowie eine titelweise Zusammenstellung der Kosten für Bauten von Kirchen und Kunstdenkmalern überhaupt, im Uebrigen für alle der Superrevision nicht unterliegenden Bauten, seien es Hoch- oder Wasser-, Neu-, Um-, Ergänzungs- oder Reparaturbauten, deren Kosten den Betrag von 5000 \mathcal{M} . übersteigen, vor der Ausführung zur Kenntnißnahme vorzulegen.

Im Verfolg der durch den Allerhöchsten Erlaß vom 31. v. M. getroffenen Bestimmungen ordne ich im Einverständnisse mit den Herren Ministern der Finanzen, des Innern, der Justiz, der geistlichen, Unterrichts- und Medicinal-Angelegenheiten und für Landwirthschaft, Domänen und Forsten für je ihre Ressorts noch das Folgende an:

1) Bei fiscalischen Bauten bedarf es fernerhin der Veranschlagung, Revision und Abnahme Seitens der Beamten der allgemeinen Bauverwaltung nur dann, wenn die Kosten der Bauausführung den Betrag von 500 \mathcal{M} . übersteigen.

Eben so tritt die Mitwirkung der Beamten der allgemeinen Bauverwaltung bei Bauten, deren Kosten nicht ausschließlich vom Staate getragen werden, fortan nur dann ein, wenn die Höhe des fiscalischen Beitrags oder der Werth der vom Staate zu liefernden Materialien über den Betrag von 500 \mathcal{M} . hinausgehen.

Was von der Veranschlagung, Revision und Abnahme der Bauten gilt, gilt in gleicher Weise von der Bescheinigung der Bauhandwerkerrechnungen etc.

Hinsichtlich solcher baulichen Aenderungen, die, wie z. B. der Abbruch und die Versetzung oder Umgestaltung einzelner Wände, die Veränderung bestehender Schornsteinanlagen, der Abbruch oder die Herstellung gewölbter Decken, die Construction des Gebäudes berühren, verbleibt es ohne Rücksicht auf deren Kostenbetrag bei der Mitwirkung der Baubeamten, sowohl, was die vorhergehende Feststellung wegen deren Zulässigkeit, als auch was ihre demnächstige Revision und Abnahme betrifft. Ebenso muß die Revision auch fernerhin überall eintreten, wo es um Vorkehrungen sich handelt, zu deren Beurtheilung es nach dem Ermessen der bauenden Behörde einer besonderen, nur dem Bauverständigen beiwohnenden Sachkenntniß bedarf. Desgleichen findet die zugelassene Erleichterung bei den Bescheinigungen von Bauhandwerkerrechnungen etc. auf diejenigen Fälle nicht Anwendung, in denen die bauende Behörde die angesetzten Preise übertrieben hoch findet oder Grund zu haben glaubt, ihrem Urtheile über deren Angemessenheit zu mißtrauen.

2) Bei der Verdingung von Lieferungen und Bauausführungen für fiscalische Rechnung bildet die Anwendung des öffentlichen unbeschränkten Ausgebots- (Submissions- oder Licitations-) Verfahrens nach wie vor die Regel.

Darüber, ob im gegebenen Falle von der Anwendung des beschränkten Ausgebotsverfahrens oder der freihändigen

Begebung ein besserer Erfolg zu erwarten und demgemäß von der Anwendung des unbeschränkten öffentlichen Ausgebotsverfahrens ausnahmsweise abzusehen sei, haben für die Folge die Baubeamten selbstständig und nach eigenem pflichtmäßigen Ermessen zu befinden, wenn der Werth der Lieferung oder der baulichen Ausführung innerhalb des Betrages von 1000 \mathcal{M} . bleibt.

Bei einem die Höhe von 1000 \mathcal{M} . übersteigenden Kostenbetrage ist zur Anwendung des beschränkten Ausgebotsverfahrens oder der freihändigen Begebung die Genehmigung der Königlichen Regierungen erforderlich.

Der Einreichung von Nachweisungen über die Seitens der letzteren ertheilten derartigen Ausnahmegenehmigungen an die Centralstelle bedarf es für die Folge nicht mehr.

3) Wie durch den Circular-Erlaß vom 7. August 1874 bereits für die dem Ressort des damaligen Ministeriums für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten angehörenden Bauausführungen in Abänderung der Bestimmung der Nummer 5 des Circular-Erlasses vom 30. November 1826, das Verfahren bei Justification der Kosten für Entreprisebauten und das Verfahren bei Zahlung der Baugelder betreffend, nachgelassen war, so sind die Königlichen Regierungen fortan bei sämtlichen Bauausführungen ermächtigt, die Anweisung von Abschlagszahlungen in den Fällen, in denen dies nach der in jedem einzelnen Falle besonders vorzunehmenden Prüfung der in Betracht kommenden Verhältnisse und Persönlichkeiten unbedenklich erscheint, den Localbaubeamten zu übertragen.

Die Anweisung der in ausreichender Höhe zu normierenden Schluszahlung bleibt in allen Fällen den Königlichen Regierungen vorbehalten, und es dürfen die von den Baubeamten der ihnen eventuell ertheilten Ermächtigung gemäß direct anzuweisenden Zwischenzahlungen nicht den vollen Werth der ausgeführten Arbeiten repräsentiren, es muß vielmehr ein Mehrwerth der letzteren im Betrage von mindestens 10 % unberichtigt bleiben.

Die Königlichen Regierungen haben in einem jeden Falle, in welchem den Baubeamten die Anweisung von Zwischenzahlungen überlassen wird, ihren Hauptkassen eine General-Ordre, bis zu welchem Gesamtbetrage sie den Anweisungen der Baubeamten Folge zu leisten haben, zu ertheilen und den letzteren aufzugeben, von den auf ihre Anweisung erfolgten Abschlagszahlungen ihnen jedesmal mit diesen gleichzeitig oder doch unmittelbar nachher unter Ueberreichung einer die Höhe der Abschlagszahlungen rechtfertigenden Berechnung kurze Anzeige zu machen.

4) Von den Localbaubeamten ist eine jede nicht hinlänglich vorbereitete und daher unnütze oder verfrühte Arbeit fern zu halten. Mit den technischen Vorbereitungen für die Ausführung von Bauten ist, sofern dieselben nicht von der Centralinstanz ausdrücklich angeordnet werden, erst dann vorzugehen, wenn die Nothwendigkeit der Ausführung als unzweifelhaft vorhanden anzuerkennen ist und die für die Aufstellung der Projectarbeiten erforderlichen Unterlagen nach allen Richtungen hin vollständig beschafft sind. Dabei ist der Umfang der technischen Vorarbeiten nicht über das Maaß des unbedingt Gebotenen hinaus auszudehnen, und es sind zunächst der Regel nach, und soweit nicht von der Centralstelle aus für die Specialfälle bestimmte anderweite Anordnungen getroffen werden, bis dahin, daß die Bauaus-

führung in bestimmte Aussicht genommen wird, oder da, wo dies für bestimmte Angelegenheiten, so für die Nachsuchung von fiscalischen Beihilfen für Bauausführungen überhaupt ausreichend erscheint, nur generelle Vorarbeiten bezw. Skizzen und Kostenüberschläge zu beschaffen.

Ebenso sind den Localbaubeamten Arbeiten, welche eine besondere technische Ausbildung und Kenntniß nicht voraussetzen und in ausreichender Weise von untergeordneten Organen erledigt werden können, nicht aufzugeben.

Wie für die Folge nach den hierüber ergehenden besonderen Weisungen die Aufträge der übrigen Provinzial- etc. Behörden, soweit nicht nach dem pflichtmäßigen Ermessen derselben Gefahr im Verzuge liegt, den Localbaubeamten nicht mehr direct, sondern nur durch die Vermittelung der Königlichen Regierungen werden zugestellt werden, so sind auch die den Localbaubeamten unmittelbar vorgesetzten Abtheilungen des Innern der Königlichen Regierungen von den Aufträgen, die den Localbaubeamten Seitens der übrigen Regierungsabtheilungen ertheilt werden sollen, durch Vorlegung der betreffenden Verfügungen zur Mitvollziehung fortgesetzt in Kenntniß zu halten.

Die Bestimmungen des Allerhöchsten Erlasses vom 31. v. M. sowie die im Anschlusse daran von mir im Einverständniß mit den übrigen Herren Ressortchefs getroffenen Anordnungen zielen darauf ab, die Berufsfreudigkeit der den bautechnischen Local- und Mittelinstanzen angehörenden Beamten zu erhöhen, ihre Thätigkeit zu beleben und anzuregen, den Geschäftsgang zu erleichtern und zu vereinfachen, eine schnelle und sachgemäße Erledigung der Baugeschäfte und eine prompte Befriedigung der Bauunternehmer und Lieferanten herbeizuführen, und die die materiellen Interessen wie das Ansehen der Staatsbauverwaltung schädigenden Verzögerungen der Bauausführungen unbeschadet der Tüchtigkeit und Gediegenheit derselben möglichst zu beseitigen.

Voraussetzung der Bestimmungen über die Beschränkung der Superrevision ist es, daß in gleicher Weise, wie dadurch die Ausführung zahlreicher Bauten erheblich gefördert und beschleunigt, so auch bei den technischen Mittelinstanzen, bei denen nicht selten die bisherige geringere Selbstständigkeit eine gewisse Gleichgültigkeit erzeugt und dahin geführt hat, die eigentliche — erste — Revision der Projecte und Anschläge der Superrevisions-Instanz zu überlassen, mit der wachsenden Verantwortlichkeit die Freude am Schaffen und die Sorgfalt bei der Prüfung der Projectarbeiten und bei der Ausführung der eigenen Arbeit erhöht werden wird. Eben so ist vorausgesetzt worden, daß die Localbaubeamten durch die Entlastung von vielen unerheblicheren Geschäften Zeit gewinnen werden, einmal ihre Kräfte in höherem Maasse wie bisher den wichtigeren Aufgaben ihres Berufes — der Aufstellung von Projectarbeiten und der Leitung oder selbstständigen Ausführung von Bauten — zuzuwenden und sodann auch sich stetig fortzubilden und sich durch Aneignung der Fortschritte der Technik für die an sie zu stellenden Anforderungen immer geschickter und geeigneter zu machen.

Ich vertraue, daß die bautechnischen Beamten der Mittel- und Unterinstanzen mit allen Kräften und mit voller Hingebung bemüht sein werden, diese Voraussetzungen wahr

zu machen, und daß ein Jeder an seiner Stelle sich bestreben werde, durch strenge Pflichterfüllung zur Hebung und Förderung des Ansehens der Staatsbauverwaltung beizutragen und berechtigten Klagen über dieselbe vorzubeugen.

Wie ich darauf rechne, daß die bautechnischen Beamten der Königlichen Regierungen und die Localbaubeamten das bei der Erweiterung ihrer Zuständigkeiten in sie gesetzte Vertrauen nach allen Richtungen hin rechtfertigen und daß sie insbesondere bei der Auf- und der Feststellung der Projecte sowie bei der Ausführung der Bauten nicht allein auf eine thunlichst vollständige und zweckentsprechende Erfüllung der ihnen vorliegenden speciellen Aufgaben Bedacht nehmen, sondern dabei auch das finanzielle Interesse stets wahren und im Auge behalten werden, so spreche ich auch die bestimmte Erwartung aus, daß durch die Anordnung, wonach die Aufträge der übrigen Ressorts den Localbaubeamten für die Folge der Regel nach nicht mehr direct, sondern durch die Vermittelung der Königlichen Regierungen zufertigt werden sollen, eine Verzögerung nicht herbeigeführt, vielmehr auch in dieser Beziehung für eine schleunige Erledigung der bautechnischen Angelegenheiten Sorge getragen werden wird.

Die Königlichen Regierungen haben eine thunlichst gleichmäßige Vertheilung der Geschäfte der Localbaubeamten — die Einleitungen zu einer allgemeinen Revision der Abgrenzungen der Baukreise und zu einer dabei durchzuführenden strengeren Scheidung derselben nach den Fächern des Hochbau- und des Ingenieurwesens sind bereits von mir getroffen — sowie eine angemessene Vertheilung der Dienstaufwandskosten-Entschädigungen fortgesetzt im Auge zu behalten, die Geschäftsführung der Baubeamten streng und sorgfältig nach allen Richtungen hin zu überwachen und auch darauf zu achten, daß die Baubeamten durch Nebenbeschäftigungen ihren eigentlichen Berufspflichten nicht entzogen werden, nicht minder, daß sie die zur Annahme mechanischer Arbeitshilfen und zur Entschädigung des sonstigen Dienstaufwandes bestimmten Mittel für diese Zwecke voll verwenden. Wenn auch nach der durch die jetzt getroffenen Bestimmungen eingeführten nicht unerheblichen Entlastung der Localbaubeamten anzunehmen ist, daß dieselben der Regel nach die sämtlichen in ihren Baukreisen vorkommenden Geschäfte allein und ohne besondere technische Arbeitshilfen zu bewältigen sehr wohl im Stande sein werden, so werden doch Fälle vorübergehender Arbeitshäufung, in denen die Ueberweisung von Arbeitshilfen unabweisbar wird, nie ganz ausbleiben. In Fällen dieser Art sind die Anträge auf Genehmigung zur Annahme solcher technischen Arbeitshilfen oder auf Ueberweisung derselben rechtzeitig und bevor eine Geschäftsstockung eintritt, bei mir unter eingehender Begründung zu stellen.

Seitens der Regierungen- und Bauräthe ist die gesammte Geschäftsführung der Localbaubeamten regelmäßigen Revisionen zu unterwerfen, über deren Ergebniß besondere Verhandlungen aufzunehmen und in Abschrift mir einzureichen sind. Ich behalte mir vor, ähnliche Revisionen durch Ministerial-Commissarien vornehmen zu lassen.

Außer den für die Königliche Regierung bestimmten vier Exemplaren dieser Verfügung sind für die bautechnischen Mitglieder Derselben und für die Localbaubeam-

ten noch besondere Exemplare derselben hier beigefügt worden.

Der Minister der öffentlichen Arbeiten.

gez. Maybach.

An die sämtlichen Königl. Regierungen und Landdrosteien, sowie an die Königl. Ministerial-Baucommission und das Königl. Polizeipräsidium hierselbst.

Abschrift.

Auf Ihren Bericht vom 21. Mai d. Js. will Ich genehmigen, daß in Betreff der Ausführung von Bauten für Rechnung der Staatskasse oder unter staatlicher Beihilfe, und der Superrevision der Projecte und Anschläge an die Stelle der durch meinen Erlaß vom 20. April 1874 getroffenen Anordnungen, die nachstehenden Bestimmungen treten: Der Einholung der ministeriellen Genehmigung und der Einreichung der Projecte und Anschläge zur Superrevision soll es für die Folge nur für solche fiscalischen Neu- und Reparaturbauten bedürfen, deren Kosten die Summe von 30000 \mathcal{M} . übersteigen. Abweichungen von dieser Regel sollen eintreten: 1) bei solchen Wasserbauten, deren Bedeutung in technischer oder rechtlicher Beziehung eine besonders weitgreifende ist, 2) bei solchen Hoch- und Wasserbauten, bei denen nach dem Urtheile der technischen Mittelinstanzen besondere Schwierigkeiten vorliegen oder bei denen es um die Anwendung bisher unerprobter Constructionen oder Materialien sich handelt, desgleichen bei den Bauten von Kirchen und Kunstdenkmälern. In den Fällen unter Nr. 1 hat eine Superrevision der Projecte unabhängig von der Kostenhöhe, in den Fällen unter Nr. 2 bei einem Kostenbetrage über 5000 \mathcal{M} . eine Superrevision der Anschläge in beiden Fällen nur bei einem Betrage über 10000 \mathcal{M} . einzutreten. In denjenigen Fällen, in denen Bauten nicht ausschließlich auf fiscalische Kosten ausgeführt werden, für dieselben jedoch ein Beitrag aus Staatsfonds, sei es als Gnadengeschenk, sei es als Freibauholz u. s. w. geleistet wird, hat eine Superrevision der bezüglichen Anschläge und Bauentwürfe nur dann zu erfolgen, wenn ein zu befürwortendes Gnadengeschenk oder der Werth des vom Fiscus zu gewährenden Bauholzes etc. die Höhe von 30000 \mathcal{M} ., beziehungsweise 5000 und 10000 \mathcal{M} . übersteigt. Die vorstehenden Bestimmungen finden auch auf bereits ausgeführte, beziehungsweise veranschlagte Bauten Anwendung, hinsichtlich deren die Superrevision nachträglich von der Ober-Rechnungskammer verlangt wird, oder der Antrag auf Superrevision Seitens der Provinzialbehörde versäumt ist.

Berlin, den 31. Mai 1880.

gez. Wilhelm.

ggez. Maybach.

An den Minister der öffentlichen Arbeiten.

Circular-Verfügung d. d. Berlin, den 24. Juni 1880, betreffend „Allgemeine Bestimmungen über Vergebung von Leistungen und Lieferungen im Bereiche des Ministeriums der öffentlichen Arbeiten“.

Bei der Ausschreibung und Vergebung von Leistungen und Lieferungen im Bereiche des mir unterstellten Ressorts ist bisher ohne genügende Gründe in mannichfacher Hinsicht abweichend verfahren worden. Um den hieraus hervorgegangenen Unzuträglichkeiten abzuhelpen und eine Ueberein-

stimmung in den wesentlichen Punkten herbeizuführen, habe ich in der beigefügten Anlage unter der Ueberschrift „Allgemeine Bestimmungen, betreffend die Vergebung von Leistungen und Lieferungen im Bereiche des Ministeriums der öffentlichen Arbeiten“ die Grundsätze zusammen stellen lassen, welche künftig mit Berücksichtigung der nachfolgenden Ausführungsvorschriften allseitig zum Anhalt zu nehmen sind.

1) In den Submissions-Bedingungen muß stets der Gegenstand der Ausschreibung möglichst bestimmt bezeichnet werden. Namentlich ist dafür Sorge zu tragen, daß etwaige Nebenleistungen, wie die Herstellung von Zufuhrwegen, Beschaffung von Wasser für Maurerarbeiten u. s. w., sich ihrem vollen Umfange nach klar übersehen lassen, und besondere Umstände, welche die Ausführung erschweren, ihrer Wirkung nach genügend beurtheilt werden können.

2) Die Kosten, welche durch die verwaltungsseitig vorzuhaltene Controlle der Ausführung der Arbeiten und Lieferungen erwachsen, dürfen in der Regel nicht dem Unternehmer zur Last gelegt werden.

Eingereichte Projecte sind dem Einsender auf Verlangen stets zurückzugeben.

3) Schwankungen der Transportpreise gereichen, ohne daß es einer desfallsigen Bestimmung bedürfte, zu Gunsten und zu Ungunsten desjenigen Contrahenten, welcher die Tragung der Transportkosten vertragsmäßig übernommen hat. Es würde nicht der Billigkeit entsprechen, den Unternehmer einerseits eine Steigerung der Transportkosten tragen zu lassen, andererseits aber ihm den mit einer Herabsetzung derselben verbundenen Nutzen vorzuenthalten.

4) Sofern nach Maafsgabe der Vorschriften unter Nr. IV der Anlage von dem Abschluß eines förmlichen Vertrages Abstand genommen wird, ist thunlichst in geeigneter Weise — z. B. durch gegenseitig anerkannte schriftliche Notizen — Vorsorge zu treffen, daß über den wesentlichen Inhalt des Uebereinkommens erforderlichen Falls Beweis geführt werden kann.

5) Es wird sich empfehlen, in den Vertragsbestimmungen der Regel nach die Anrufung der Entscheidung eines Schiedsgerichts über etwaige den Inhalt und die Ausführung des Vertrages betreffende Meinungsverschiedenheiten unter Hinweis auf die Vorschriften der Civilproceß-Ordnung vom 30. Januar 1877 §. 851 ff. ausdrücklich zur Pflicht zu machen. Ob und inwieweit die Bezeichnung der Schiedsrichter namentlich oder nach Berufskreisen in den Vertragsbestimmungen selbst erfolgen kann oder zweckmäßiger vorbehalten bleibt, ist nach den besonderen Verhältnissen des einzelnen Falles zu beurtheilen.

6) Nach Ablauf von zwei Jahren will ich einem Berichte darüber entgegensehen, wie die in der Anlage enthaltenen Allgemeinen Bestimmungen sich in der Praxis bewährt haben, ob bei Anwendung derselben in einzelnen Fällen Unzuträglichkeiten hervorgetreten sind und eventuell welche Aenderungen in Vorschlag zu bringen sein möchten.

Der Minister der öffentlichen Arbeiten.

gez. Maybach.

An die Königlichen Regierungen, Landdrosteien, die Königliche Ministerial-Bau-Commission, die Königlichen Oberbergämter u. die Königl. Eisenbahn-Directionen, sowie an die Herren Ober-Präsidenten zu Magdeburg, Coblenz und Breslau.

Anlage.

Allgemeine Bestimmungen, betreffend die Vergebung von Leistungen und Lieferungen im Bereiche des Ministeriums der öffentlichen Arbeiten.

I. Arten der Vergebung.

Die im Bereiche des Ministeriums der öffentlichen Arbeiten auszuführenden Leistungen und Lieferungen sind in der Regel öffentlich auszuschreiben.

Leistungen und Lieferungen, welche nur ein beschränkter Kreis von Unternehmern in geeigneter Weise ausführt, können mit Ausschluss der Öffentlichkeit zu engerer Bewerbung ausgeschrieben werden.

Unter Ausschluss jeder Ausschreibung kann die Vergebung an einen von der Behörde ausgewählten Unternehmer erfolgen:

- 1) bei Dringlichkeit des Bedarfs,
- 2) bei Gegenständen, deren überschläglicher Werth den Betrag von 500 *M.* nicht übersteigt,
- 3) bei Leistungen und Lieferungen, deren Ausführung besondere Kunstfertigkeit erfordert.

II. Verfahren bei Ausschreibungen.

Oeffentliche Ausschreibungen werden in zweckentsprechender Weise durch Zeitungen bekannt gemacht, wobei die bezüglich der Benutzung amtlicher Blätter ergangenen Vorschriften zu berücksichtigen sind.

Die Insertionskosten, welche durch kurze Fassung und practische Anordnung der Inserate in mäßigen Grenzen zu halten sind, werden von der ausschreibenden Behörde getragen.

Für die den Ausschreibungen zu Grunde liegenden Bedingungen und Zeichnungen sind, wenn dieselben den Bewerbern auf ihr besonderes Verlangen verabfolgt werden, die Selbstkosten zu entrichten.

Der in den Ausschreibungen anzuberaumende Termin ist unter Berücksichtigung der nach dem Gegenstande der Ausschreibung, der Art und dem Umfang der Lieferung, der Schwierigkeit des aufgestellten Projects u. s. w. sich verschiedenartig gestaltenden Verhältnisse so zu bemessen, daß den Unternehmern hinreichende Zeit zur Vorbereitung der Offerten bleibt. Hierbei ist unter Anderem besonders in Betracht zu ziehen, ob die zu liefernden Gegenstände allgemein marktgängig sind oder nicht, ob die Preise erfahrungsmäßig erheblichen Schwankungen innerhalb kurzer Frist unterworfen sind, sowie endlich, ob es nach der Natur der ausgeschriebenen Leistung etwa erforderlich ist, daß die Unternehmer sich an Ort und Stelle über den Zustand der Straßen und Zufuhrwege, die Bezugsquellen der Materialien, die Höhe der Arbeitslöhne, Beschaffung von Wasser und dergleichen nähere Kenntniß verschaffen, um auf Grund der angestellten Ermittlungen eine genaue Preiscalculation vornehmen zu können. In der Regel wird für kleinere Arbeiten und leicht zu beschaffende Lieferungen eine Frist von 14 Tagen ausreichend sein, während für größere Arbeiten 4 bis 6 Wochen erforderlich sein werden. In dem festgesetzten Termine, welcher in Gegenwart der erschienenen Bewerber abzuhalten ist, hat die Eröffnung der eingegangenen Offerten und die Aufnahme eines amtlichen Protocolls über das Ergebniss zu erfolgen. Nachgebote sind nicht zuzulassen.

In öffentlichen Ausschreibungen ist in der Regel die Auswahl unter den Submittenten auf die drei Mindestfordernden zu beschränken, sofern nicht bei Lieferungen nach Probe deren Offerten wegen Mangelhaftigkeit der eingereichten Proben außer Berücksichtigung gelassen werden müssen. In nicht öffentlichen Ausschreibungen hat bei im Uebrigen der Sache nach gleichen Offerten die Vergebung an den Mindestfordernden zu erfolgen. In allen Ausschreibungen ist die Befugniß vorzubehalten, sämtliche Gebote abzulehnen, falls keins derselben für annehmbar befunden wird.

Die Zuschlagsfristen sind in allen Fällen, namentlich aber dann möglichst kurz zu stellen, wenn die Lieferung von Materialien ausgeschrieben wird, deren Preise schwankenden Conjecturen unterworfen sind.

In der Regel wird für Objecte, rücksichtlich derer die Entschliefsung höherer Instanzen einzuholen oder ein umfangreicheres Offertenmaterial zu gewärtigen ist, ein vierwöchentlicher, für die übrigen Objecte ein vierzehntägiger Zeitraum genügen.

Offerenten, welche nicht den Zuschlag erhalten haben, ist hiervon nur dann Nachricht zu geben, wenn sie ihren desfallsigen Wunsch unter Beifügung des erforderlichen Frankaturbetrags zu erkennen gegeben haben.

III. Zuständigkeit der Behörden.

Soweit nicht in den maafsgebenden Competenz-Bestimmungen Beschlusfassung durch vorgesetzte Instanzen vorbehalten ist, entscheiden die Behörden selbstständig über die Art der Vergebung und bei Ausschreibungen über die Ertheilung des Zuschlages unter Beachtung der zu Nr. I und II aufgestellten Grundsätze. Zu Abweichungen von diesen Grundsätzen ist ministerielle Genehmigung einzuholen.

IV. Abschluß der Verträge.

Bei Gegenständen, deren Werth den Betrag von 500 *M.* nicht übersteigt, und bei Zug um Zug bewirkten Leistungen und Lieferungen kann, sofern dies nach den maafsgebenden Gesetzen unbeschadet der Rechtsgiltigkeit des Uebereinkommens zulässig ist, von dem Abschluß eines förmlichen Vertrages abgesehen werden.

Die Kosten des Vertragsabschlusses sind von jedem Theile zur Hälfte zu tragen; bezüglich der Stempelkosten ist nach Maafsgabe der gesetzlichen Bestimmungen zu verfahren.

Briefe, Depeschen und andere Mittheilungen, welche die Behörde im Interesse des Abschlusses und der Ausführung des Vertrages an den Unternehmer richtet, sind in der Regel zu frankiren.

V. Aufstellung der Vertragsbedingungen.

Sofern allgemeine Vertragsbedingungen aufgestellt sind, ist vor deren Anwendung auf den einzelnen Fall zu prüfen, ob sie sich für den speciellen Gegenstand in allen Punkten eignen, und sind nöthigenfalls die erforderlichen Umänderungen nicht zu verabsäumen. Insbesondere ist darauf zu halten, daß Vertragsverhältnisse, welche in kurzen schriftlichen Vereinbarungen geregelt werden können, nicht durch Anwendung umfangreicher, ihrem Hauptinhalte nach auf andere Verhältnisse berechneter Bedingungsformulare beschwert werden.

Die Behörde hat im Allgemeinen den Unternehmern nicht weitergehende Verbindlichkeiten aufzuerlegen, als Pri-

vatpersonen sich in den betreffenden Fällen auszubedingen pflegen, und hat bei Aufstellung der Verträge darauf zu halten, daß nicht nur die Pflichten, sondern auch die denselben entsprechenden Rechte der Unternehmer verzeichnet werden.

VI. Einzelne Festsetzungen in den Vertragsbedingungen.

1. Sicherheitsstellung.

Eine schon vor Abgabe der Offerte für das Bieten als solches zu stellende Sicherheit ist nicht zu verlangen, dagegen kann unter Umständen die Ertheilung des Zuschlages von ungesäumter Sicherheitsstellung abhängig gemacht werden. Die Sicherheit kann durch Bürgen oder durch Cautionen gestellt werden.

Die Caution ist nach Wahl des Unternehmers in baarem Gelde oder in guten Werthpapieren oder in sicheren Wechseln zu stellen. Die vom Deutschen Reiche, vom Preussischen Staate oder von einem Deutschen Bundesstaate ausgestellten oder garantirten Werthpapiere sind unbedingt zum vollen Coursverthe als Caution anzunehmen. Auch die übrigen bei der Deutschen Reichsbank beleihbaren Effecten sind zu dem daselbst beleihbaren Bruchtheile des Coursverthes als Caution zuzulassen, jedoch mit dem Vorbehalt, eine Ergänzung der Caution zu fordern, falls demnächst der Coursverth der Effecten unter jenen Bruchtheil sinken sollte.

Die Coupons der Werthpapiere können dem Unternehmer für den Zeitraum belassen werden, während dessen voraussichtlich die Leistung oder Lieferung noch in der Ausführung begriffen sein wird, dagegen sind die Talons, resp. diejenigen Zinsscheine, an deren Inhaber die neuen Zinsscheinserien ausgehändigt werden, den Effecten beizufügen.

Baar gestellte Cautionen werden nicht verzinst.

Wenn die Vertragssumme 500 \mathcal{M} nicht erreicht, oder die zu hinterlegende Caution den Betrag von 50 \mathcal{M} nicht erreichen würde, so kann auf Sicherheitsstellung verzichtet werden. Es ist zulässig, Cautionen bis zu 150 \mathcal{M} nicht sogleich, sondern erst bei einer Abschlagszahlung einzuziehen.

Die Höhe der Caution ist auf das zur Wahrung der Verwaltung vor Benachtheiligungen erforderliche Maafs zu beschränken und je nach der Natur der Leistung oder Lieferung, insbesondere nach der Art und Dauer der Garantie-Verpflichtung, verschieden zu normiren.

Die Rückgabe der Caution hat alsbald zu erfolgen, nachdem die Verpflichtungen, für welche die Bestellung stattgefunden hat, sämmtlich erfüllt sind.

2. Mehr- oder Minder-Aufträge.

Der Vorbehalt, daß die Behörde eine unbeschränkte Vermehrung oder Verminderung des Vertragsgegenstandes unter Beibehaltung der Einheitspreissätze vorschreiben kann, darf in den Bedingungen keine Aufnahme finden. Bei Vergabung des Bedarfs ist jedesmal zu prüfen, ob die Quantität des Gegenstandes nicht von vorn herein derart bestimmbar ist, daß die Vereinbarung von Mehr- und Minder-Leistungen und Lieferungen überhaupt nicht notwendig wird. Letztere ist namentlich bei solchen Materialien thunlichst ganz auszuschließen, deren Preis erheblichen Schwankungen unterworfen ist. Bei Ausschreibung von Lieferungen behufs Ausführung von baulichen Anlagen erscheint dieselbe nur insoweit zulässig, als es sich um die Lieferung des zur planmäßigen

Fertigstellung des Projects erforderlichen Materialien-Quantums handelt.

Sofern die Nothwendigkeit, Mehr- oder Minderlieferungen auszubedingen, vorliegt, darf der zu verabredende Satz bei sogenannten marktgängigen Materialien 5 Procent, bei den übrigen 10 Procent des festbedungenen Quantum in der Regel nicht übersteigen. Dabei ist der Unterstellung jeder Anhalt zu nehmen, daß die Verwaltung aus zwischenzeitlich etwa eintretenden Preisänderungen Vortheil auf Kosten des Unternehmers zu ziehen gedenke. Auch dürfen derartige Mehr- oder Minder-Aufträge nur innerhalb einer jedesmal zu vereinbarenden Frist ertheilt werden.

3. Zahlung.

Die Behörde hat die Zahlung als die ihr obliegende Gegenleistung thunlichst zu beschleunigen. In den Bedingungen sind, wenn dies irgend angängig ist, über die Termine der Abnahme und Abrechnung für Theil- wie für Gesamt-Leistungen und Lieferungen Bestimmungen zu treffen. Soweit hiernach Abschlagszahlungen zugesagt werden, haben dieselben sich auf die ganze Höhe des geleisteten oder gelieferten Quantum zu erstrecken, falls dessen Umfang und Güte sogleich unschwer festzustellen ist, andernfalls kann ein mäßiger Bruchtheil des Guthabens vorläufig zurückbehalten werden. Es erscheint nicht zulässig, lediglich behufs Verstärkung der Caution Abschlagszahlungen einzubehalten, sofern nicht bereits weitergehende durch die Caution nicht gedeckte Ansprüche gegen den Unternehmer entstanden sind.

4. Conventionalstrafen.

Conventionalstrafen sind in der Regel nur auszubedingen, wenn die Behörde ein erhebliches Interesse daran hat, daß der betreffende Unternehmer den Vertrag rechtzeitig erfüllt. Von der Vereinbarung solcher Strafen kann gänzlich, namentlich bei Verträgen über Gegenstände, abgesehen werden, welche in Fällen nicht contractgemäßer Lieferung sofort in der bedungenen Quantität und Qualität anderweit zu beschaffen sind.

Die Höhe der Conventionalstraf-Sätze ist stets in angemessenen Grenzen zu halten, dem obwaltenden Interesse entsprechend abzuwägen und den concreten Umständen anzupassen.

5. Meinungsverschiedenheiten.

Es ist zulässig, die Entscheidung über Meinungsverschiedenheiten, welche bezüglich der Vertragsausführung zwischen der Behörde und dem Unternehmer entstehen, anstatt den ordentlichen Proceßgerichten, einer unparteiischen schiedsrichterlichen Instanz zu überweisen.

Die eigene Entscheidung über derartige Meinungsverschiedenheiten kann insoweit vorbehalten werden, als dies für den schleunigen Fortgang des Unternehmens und bezw. die Sicherheit des Baues geboten erscheint. Dagegen ist das Recht des Unternehmers, bei Ausführung vorläufiger, nach seiner Meinung vertragswidriger Entscheidungen der Behörde seine Entschädigungsansprüche vor der schiedsrichterlichen Instanz oder, wenn eine solche nicht eingesetzt ist, vor den ordentlichen Proceßgerichten geltend zu machen, nicht auszuschließen.

Personal-Veränderungen bei den Baubeamten.

(Ende Juni 1880.)

Des Kaisers und Königs Majestät haben:

den Geheimen Ober-Bauräthen Schönfelder und Herrmann zu Berlin den Charakter als Ober-Bau-Director mit dem Range der Räthe I. Klasse,

sowie den Kreis-Bauinspectoren:

Fritze in Magdeburg,

Grofs in Magdeburg,

Arend in Stolp i/Pommern,

van den Bruck in Deutz,

Staudinger in Cosel,

Moritz in Wiesbaden,

Nönchen in Hadersleben,

Freund in Altona und

dem Bauinspecteur Steinbrück in Berlin

den Charakter als Baurath zu verleihen geruht.

Ernennungen etc.

Der Kreis-Bauinspecteur Schuke in Rathenow hat fortan den Amtsscharakter „Wasser-Bauinspecteur“ zu führen.

Der Regierungs-Baumeister Spillner ist zum Bauinspecteur und technischen Hilfsarbeiter bei der Regierung zu Aachen,

der Regierungs-Baumeister Launer zum Bauinspecteur und technischen Hilfsarbeiter bei der Regierung zu Cöslin,

der Regierungs-Baumeister Grafsmann zu Rawitsch zum Kreis-Bauinspecteur daselbst,

der Land-Bauconducteur Hotzen in Hannover zum Kreis-Bauinspecteur in Schleswig,

der Regierungs-Baumeister Fahl zu Danzig zum Meliorations-Bauinspecteur für die Provinz Westpreußen, und

der Regierungs-Baumeister Zirolecki zu Marggrabowa zum Kreis-Bauinspecteur daselbst ernannt worden.

Versetzungen.

Der Regierungs- und Baurath Dr. Krieg bei der Ministerial-Bau-Commission zu Berlin ist in gleicher Eigenschaft an die Regierung zu Liegnitz,

der Regierungs- und Baurath von Schumann in Liegnitz an die Regierung zu Cassel, und

der Regierungs- und Baurath Emmerich in Cassel an die Ministerial-Bau-Commission zu Berlin versetzt worden.

Ferner sind versetzt:

der Bauinspecteur Momm zu Cöslin als Kreis-Bauinspecteur nach Landeshut i/Schl.,

der Kreis-Bauinspecteur Herrmann von Schleswig nach Rüdeshheim,

der Kreis-Bauinspecteur, Baurath Cramer von Zellerfeld nach Stralsund,

der Kreis-Bauinspecteur Westphal von Greifswald nach Zellerfeld, und

der Kreis-Bauinspecteur Frölich von Grimmen nach Greifswald.

In den Ruhestand sind getreten, resp. werden treten:

der Ober-Bau- und Ministerial-Director Weishaupt in Berlin,

der Geheime Ober-Baurath Lüddecke in Berlin,

der Kreis-Bauinspecteur Legiehn in Landeshut, und

der Wasser-Bauinspecteur Schuster in Zehdenick.

Aus dem Staatsdienste, resp. aus der bisherigen Stellung, sind geschieden:

der bisher beurlaubte Kreis-Bauinspecteur Wolff zu Posen, in Folge seiner Wahl zum ständischen Wege-Baurath der Provinz Posen, und

der Garnison-Baumeister Nerenz in Liegnitz behufs Uebertritts zur Allgemeinen Bau-Verwaltung.

Gestorben sind:

der Kreis-Bauinspecteur Schnitzler zu Rüdeshheim, und

der Geh. Ober-Hofbaurath Strack in Berlin.

Bauwissenschaftliche Mittheilungen.

Original-Beiträge.

Das Reichsbank-Gebäude in Berlin.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 10 bis 16 im Atlas.)

Die von Friedrich dem Großen 1765 gegründete Preussische Hauptbank war in den Baulichkeiten des ehemaligen Jägerhofs — Ecke der Jäger- und Oberwallstraße — untergebracht worden und hatte im Laufe eines Jahrhunderts einen solchen Geschäftsumfang gewonnen, daß die daselbst disponiblen bereits vielfach durch An- und Umbauten erweiterten Räume in keiner Weise mehr für die Raumbedürfnisse des Geschäftsverkehrs ausreichten, vielmehr die schleunigste Ausführung eines vollständigen Neubaus der Preussischen Hauptbank sich unbedingt als notwendig erwies. Im Jahre

1868 wurde der Unterzeichnete mit der Aufstellung des Projectes zu diesem Neubau beauftragt, und zwar wurde demselben ein specielles Programm zu Grunde gelegt, welches durch wiederholte Commissionssitzungen festgestellt worden war, an welchen der Herr Präsident und die beteiligten Mitglieder des Hauptbank-Directoriums, ferner der technische Rath im Ministerium für Handel (welchem die Superrevision des Projectes zustand), der bautechnische Sachverständige der Hauptbank und der beauftragte Architekt Theil nahmen. Als Baustelle wurden die zwischen der Kur-

strafe und Oberwallstrafe, sowie zwischen der Jägerstrafe und den Gebäuden der Hausvoigtei belegenen Grundstücke zur Disposition gestellt, welche bei einer mittleren Breite von 105 m und einer mittleren Tiefe von 100 m eine Gesamt-Grundfläche von 105 Ar darboten, wovon 80 Ar für die neuen Gebäude und 25 Ar für Hof- und Gartenräume verwendet worden sind.

Ungefähr die Hälfte dieses Bauplatzes war in der Hauptfront an der Jägerstrafe bereits mit dem alten Hauptbank-Gebäude besetzt, und durfte der Geschäftsbetrieb der Bank weder durch den Neubau, noch durch den Abbruch des alten Bankgebäudes unterbrochen werden. Es mußte daher der Neubau in zwei Theilen ausgeführt und das alte Gebäude so lange erhalten werden, bis der Geschäftsverkehr aus dem alten Gebäude in den neu hergestellten Bautheilen, zunächst provisorisch, untergebracht werden konnte. Aus diesem Erforderniß ergaben sich sowohl für die Grundrissdispositionen wie für die Bauausführung besondere Schwierigkeiten, welche in letzterer Beziehung in der Weise überwunden wurden, daß die Räume für die Hauptkasse, die Tresore, die Hauptbuchhalterei und Registratur, sowie die Dienstwohnung Sr. Excellenz des Herrn Präsidenten im ersten Bauheil bis 1873 fertiggestellt, demnächst aber nach Abbruch des alten Gebäudes das Haupttreppenhaus, die zur Ergänzung der Kassenräume bestimmten Lichthöfe, sowie an der Jägerstraßenfront drei große Comtoirs und die für das Directorium bestimmten Räume bis Ende 1876 vollendet wurden. Während dieser letzten drei Jahre mußten daher für den Geschäftsbetrieb der Bank die durch den ersten Bauheil geschaffenen Räume genügen, für welche ein interimistischer Zugang in der Kurstraßenfront hergestellt wurde, auch mußten die zur Aufbewahrung von Acten bestimmten Räume im Dachgeschoß interimistisch für Büreauzwecke nutzbar gemacht werden.

Der Hauptverkehrseingang des Bankgebäudes liegt in der Front an der Jägerstrafe. An diesen und das Vestibül schliessen sich, und zwar in der Hauptaxe des Gebäudes liegend, im Erdgeschoß diejenigen Räumlichkeiten an, welche hauptsächlich für den Verkehr des Publikums bestimmt sind: das Treppenhaus und der Hauptkassenraum; ferner von dem Treppenraum ausgehend die durch zwei auf beiden Seiten desselben angeordnete große Lichthöfe durchweg hell erleuchteten und geräumigen Corridore, welche den Zugang nach dem Lombard- und Giro-Comtoir (links) und nach dem Comtoir für Aufbewahrung von Werthpapieren (rechts vom Haupteingang) vermitteln.

Die Lichthöfe sind mit doppelter Glasdecke versehen und im Erdgeschoß zu heizbaren Sälen eingerichtet, wovon der links als Büreau für die Kassenboten und der rechts vom Treppenraum belegene bei besonderen Gelegenheiten, wie Zeichnung von Staatsanleihen, Quartalswechsel etc., als Kassenraum benutzt wird. In dem Flügel an der Kurstrafe liegen die Zählkassen (für Papiergeld und Courant). An diese schließt sich der Vortresor, in welchem bei einer Grundfläche von ca. 230 qm fünfzehn Millionen Thaler in Silber unterzubringen sind; derselbe steht auch mit dem Hauptkassenraum durch eine feuer- und diebessichere Tresthür in directer Verbindung. Der Vortresor und die Zählkassen haben einen besonderen Zugang von der in der Kurstrafe belegenen Durchfahrt, in welche die Geldwagen

einfahren, um daselbst beladen resp. entladen zu werden. Der Haupttresor liegt im Kellergeschoß unter der Hauptkasse und dem Vortresor, mit einer Grundfläche von ca. 1000 qm; derselbe war ursprünglich in einer Größe von 1500 qm projectirt, konnte jedoch nach Einführung der Goldwährung auf die genannte bereits während der ersten Bauperiode im Bau vollendete Grundfläche reducirt werden. Der Haupttresor hat seinen Zugang nur durch den Vortresor, beide sind durch eine Treppe in Verbindung gebracht und mit zwei hydraulischen Hebevorrichtungen ausgestattet, auf welchen pro Stunde 3 Millionen Thaler in Silber gehoben werden können. Eine dritte hydraulische Hebevorrichtung ist in der Hauptkasse für die Beförderung der verschlossenen Depots angeordnet. Auch sind daselbst mehrere kleine hydraulische Motoren aufgestellt zum Betriebe von automatischen Goldwaagen, welche die falschen und die zu leichten Goldstücke von den richtigen aussortiren.

Im ersten Stockwerk liegt in der Hauptaxe über dem Vestibül der Sitzungssaal für das Reichsbank-Directorium, daran schliessen sich links bis zur Kurstraßenecke die Bibliothek, das Sprechzimmer und 6 Arbeitszimmer für die Directoren, rechts bis zur Oberwallstraßenecke die Creditcontrolle, das Discontocomtoir und die Discontokasse. Alle diese Räume stehen in directester Verbindung mit der Hauptkasse durch die beiden 4 m breiten Treppen in dem 7 Axen (von je 4,4 m Weite) langen und 5 Axen breiten Treppenraum. Der Durchschnitt *AB* auf Blatt 14/15 stellt diese Treppenanlage dar, wie sie ursprünglich projectirt war; bei der Ausführung ist dieselbe jedoch so abgeändert worden, wie sie in den Grundrissen und auf Blatt 16 erscheint, wonach die Treppe nicht von dem vorderen Corridor, sondern von der Hauptkasse aus nach dem ersten Stockwerk aufsteigt. Hierdurch wurde erreicht, daß die beiden Treppenläufe direct nach den Haupträumen der Bank hinaufführen und daß bei dem Wege von der Hauptkasse nach dem Directorium die ganze Breite des Treppenhauses nicht dreimal, sondern nur einmal zu passiren ist. Die Räume auf der hinteren Seite des Treppenhauses, von dem öffentlichen Verkehr abgelegen, werden als Geheime Registratur, Geheime Kanzlei und als Präsidialbüreau benutzt. Der ganze Flügel an der Kurstrafe wird ausschließlich von der Hauptbuchhalterei eingenommen. In der Wallstraßenfront schliessen sich an das Discontocomtoir das Geheime Archiv und der Sitzungssaal für den Centralausschuß und an diesen die Wohnung des Bankpräsidenten an. Dieselbe hat in der Wallstrafe einen besonderen Zugang und einen mit großem Oberlicht versehenen reich decorirten Treppenaufgang, welcher zugleich die Verbindung zwischen den verschiedenen Zimmern vermittelt und die Herstellung besonderer Corridore entbehrlich gemacht hat. Durch die im Erdgeschoß belegenen Räume steht die Wohnung mittelst einer großen Balkonanlage auch mit dem Garten in Verbindung.

Das Kellergeschoß enthält an den Straßenfronten Dienstwohnung für den Kastellan, für einige Kassenboten und für die Portiers. Der übrige Raum ist vom großen Tresor und von den Luft- und Wasserheizungsanlagen, Kohlenräumen etc. in Anspruch genommen.

Das Dachgeschoß wird größten Theils zur Aufbewahrung von reponirten Acten benutzt und ist für diesen Zweck auf eisernen Trägern überwölbt.

Die sämtlichen Diensträume des Gebäudes sind in allen Geschossen vollständig feuersicher hergestellt, die Decken massiv gewölbt, die Dächer in Eisen construiert und mit gewelltem Zink resp. mit Glas eingedeckt. Alle Räume, in denen sich Geld oder Werthsachen befinden, sind mit 1 Stein starken in Cementmörtel hergestellten Gewölben versehen, welche im Scheitel noch außerdem bis Fußbodenoberkante 25 cm hoch überschüttet sind, um sie gegen die Gefahren einer größeren Feuersbrunst resp. gegen starke Erschütterungen vollständig zu sichern.

Sämtliche Fenster im Keller und Erdgeschofs sind mit starken zum Theil verzierten Eisengittern und die Tresorfenster noch überdies mit feuersicheren eisernen Fensterladen versehen. Die sämtlichen Mauern der Tresorräume sind aus festen Steinen in Cement gemauert und durch 13 mm \times 65 mm starke in den Mauersteinverband einer jeden Schicht hochkantig eingelegte eiserne Schienen gegen Gewaltangriffe verstärkt. Eine besondere Sicherung des Fußbodens im Haupttresor, welcher aus Granitplatten hergestellt ist, gegen Angriffe durch Unterminiren erschien nicht erforderlich, weil der unterhalb der starken mit Cementzusatz hergestellten Fundamente etwa anzulegende Stollen unter dem Grundwasserspiegel liegen und ohne starke Wasserbewältigung nicht herzustellen sein würde.

Die Heizung des Gebäudes geschieht in den Büroräumen und in den Dienstwohnungen durch Warmwasserheizung, in den Corridoren, Treppenräumen und Lichthöfen dagegen durch Luftheizung. Außerdem sind noch zwei Luftheizungssysteme für die Ventilation der Hauptkasse und des darunter belegenen großen Tresors angelegt.

Der große auf verzierten eisernen Säulen gewölbte Raum der Hauptkasse ist in der Grundrißform so disponirt, daß in der Hauptaxe ein großer mit Oberlicht versehener Raum für das Publikum, und von diesem durch Zahlische getrennt, die einzelnen durch Glaswände abgegrenzten Abtheilungen für die besonderen Kassenräume, als Gold-, Courant-, Papiergeld-Umwechsellungskasse, Depositenkasse, Reichsbankkasse, Reichshauptkasse etc., hergestellt sind. Zwischen der Fensterwand und den Abtheilungen der Kassenbeamten ist ein durch Glaswände abgegrenzter Gang angeordnet, welcher die Verbindung der Beamten untereinander und mit dem Tresor, sowie die Circulation der Kassenboten vermittelt. Von dem Hauptrendanten der Bank ist diejenige Abtheilung des Kassenraumes in Anspruch genommen, welche in der Mitte der Rundung liegt und der gestellten Anforderung entspricht, daß der Hauptrendant über die Beamten und den gesammten Verkehr in der Kasse von seinem Platze aus vollständige Uebersicht haben soll.

Der große Treppenraum, als der Centralpunkt des gesammten Geschäftsverkehrs der Reichsbank, ist durch die gewählten Raumverhältnisse und reichen Decorationen als solcher entsprechend ausgestattet worden. Die Wände sind durchweg mit Stuckmarmor vom Hofstuckateur Detoma ausgeführt und mit den farbig eingelegten Wappen des Deutschen Reiches und der vier Deutschen Königreiche decorirt, die Treppengeländer mit Marmorgesimsen versehen und die Setz- und die Trittstufen aus rothem bairischen Granit, und zwar in dem mittleren Theil fein geschliffen, an den Seiten aber sauber polirt, hergestellt. Der Fußboden ist mit far-

bigen Marmorfliesen belegt und ebenso wie die erwähnten Granittreppen von der Firma M. L. Schleicher gefertigt.

In dem Sitzungssaal des Directoriums, ebenfalls reich decorirt, sind die Säulen und Pilaster aus Stuckmarmor, die Basen von Marmor, Decken und Wände mit reicher Malerei versehen. Der Sitzungssaal für den Centralausschuß der Bank, welcher zugleich als Festsaal benutzt wird, enthält 10 große vom Professor Gesellschapp gemalte Wandgemälde, welche allegorisch die Städte der Hauptbankfilialen darstellen; der anstossende zweite Festsaal ist mit einem größeren Deckengemälde von Professor Schütz geziert. Eine besondere Ausschmückung hat der Sitzungssaal für den Centralausschuß durch das von Bülow gemalte lebensgroße Portrait Sr. Majestät des Kaisers erhalten, welches bei Eröffnung des neuen Gebäudes durch Allerhöchste Gnade der Reichsbank als Geschenk überwiesen wurde; in vier großen Nischen der beiden Langwände sind zu weiterem Schmuck dieses Saales 4 Stück Broncestatuen von ca. 2 m Größe aufgestellt, welche den Krieg (von Siemering), den Frieden (von A. Wolff), die Arbeit (von Geiger), den Reichthum (von Begas) darstellen, und von denen die beiden erstgenannten neben dem Kaiserbilde, die letzteren an der gegenüberliegenden Wand Aufstellung fanden. Sämtliche vier Statuen wurden von dem Hofbildgießer Gladenbeck gegossen.

Bezüglich der zum Bau der Façaden verwendeten Materialien ist hervorzuheben, daß die Plinthe mit großen Werkstücken aus belgischem Kohlenkalkstein verkleidet ist, die sämtlichen Gesimse, Fenstereinfassungen, Verdachungen, Pilaster und Säulen aus Seeberger Sandstein construiert und die glatten Flächen aus Verblendsteinen der Friedenthalschen Thonwaarenfabrik zu Tschauchwitz hergestellt worden sind. Die Figurengruppe, welche den Mittelbau des Gebäudes krönt, eine Germania, umgeben von allegorischen Figuren des Handels, der Schifffahrt, der Industrie und des Ackerbaues, ist von Professor Franz aus schlesischem Sandstein gefertigt.

Der Bauausführung erwachsen außer den oben erwähnten, durch die Erhaltung des alten Gebäudes der Hauptbank bedingten räumlichen Schwierigkeiten noch weitere Hemmnisse einmal durch die Kriegsereignisse des Jahres 1870/71, indem die für den Transport der fehlenden Materialien zu benutzenden Eisenbahnen längere Zeit nicht zur Disposition stehen konnten, demnächst aber auch durch die in den Jahren 1871 und 72 ausgebrochenen allgemeinen Arbeiterstrikes, welche eine wesentliche Verzögerung im Fortgang des Baues und eine Steigerung der dazu erforderlichen Baukosten zur Folge hatten. Dennoch gelang es, den ersten Bauheil, welcher der speciellen Leitung des Königlichen Bauinspectors Haeger unterstellt gewesen, ohne Ueberschreitung der Anschlagskosten im Frühjahr 1873 der Benutzung vollständig zu übergeben.

Nach Abbruch des alten Bankgebäudes an der Jägerstraße konnte im Herbst 1873 der zweite Bauheil begonnen werden, dessen specielle Leitung dem Baumeister Hin übertragen wurde. Während der Ausführung dieses Bauheils wurden wesentliche Aenderungen des Programms nöthig in Folge der Umwandlung der Preussischen Hauptbank in die jetzige Reichsbank. Hierher gehören die Unterbringung des großen Comtoirs nebst Tresor für die Aufbewahrung von

Werthpapieren und ferner in Folge der bedeutenden Erweiterung des Giro-Verkehrs die Einrichtung eines besonderen Comtoirs für denselben. Außerlich fand diese Umwandlung Ausdruck durch Anordnung der obenerwähnten Figurengruppe und durch Anbringung der 24 Wappen der Deutschen Staaten in den Fensterbrüstungen der Hauptfaçade.

Da das Provisorium des ersten Bantheils für den immer gesteigerten Geschäftsverkehr sich als sehr unzulänglich erwies, so wurde die Forderung gestellt, den zweiten Bautheil, anstatt programmäßig in 4 Jahren, schon in 3 Jahren zu vollenden, und wurde durch günstige Umstände sowohl wie durch energische Leitung, welche seitens des Reichsbank-Directoriums stets die möglichste Unterstützung fand, nicht nur diese Anforderung erreicht, sondern es konnten die Büreaus im Erdgeschoß noch ein Jahr früher zur Benutzung übergeben werden.

Neben dieser schnelleren Fertigstellung wurde noch außerdem eine Kostenersparniß von über 300000 *M.* erzielt, welche wesentlich dadurch erreicht wurde, daß sämtliche Arbeiten nicht auf Grund des Jahre vorher aufgestellten Anschlags, sondern nach neu gefertigten, dem veränderten Programm genau entsprechenden Specialanschlägen zur Verdingung gebracht, und Abweichungen davon bei der Ausführung durchweg vermieden wurden.

Die Verdingung der Arbeiten geschah fast ausschließlich im Wege der beschränkten Submission, und wurden auf diese Weise für den Bau durchaus zuverlässige und leistungsfähige Unternehmer gewonnen. Die Maurerarbeiten lieferten Baumeister Lauenburg und Maurermeister Bergmann, die Zimmerarbeiten, worunter die bedeutenden Rüstungen zu erwähnen sind, die Zimmermeister Schultz, Hesse und Barraud hieselbst, die Sandsteinarbeiten Grothum in Halle. Die Eisenconstructions wurden von Rössemann u. Kühnemann, sowie von Borsig gefertigt und die Eisengufsarbeiten von der Factorei in Ilsenburg geliefert. Die Warmwasserheizung sowie die Gas- und Wasserleitungen führte Fabrikant D. Grove und die Beleuchtungsgegenstände, sowie die in echter Bronze hergestellte Haupteingangsthür die Actiengesellschaft für Bronzegufs (vormals Spinn) aus. Die Modelle und Stuckarbeiten wurden von Gebr. Dankberg, die Malerarbeiten von Bodenstein gefertigt und die Bautischler-

arbeiten sowie die Büreaumöbel zum größten Theil von Zieger und von Lübnitz & Rehse hergestellt.

Die Baukosten vertheilen sich auf die einzelnen Arbeiten und die beiden Bauperioden 1869 bis 1873 und 1873 bis 1876 in folgender Weise:

	Erste Zweite		Zusammen
	Bauperiode		
	<i>M.</i>	<i>M.</i>	<i>M.</i>
Erdarbeiten	10760	9560	20320
Maurerarbeiten	167886	221338	389224
Maurermaterialien	349315	361358	710673
Asphaltarbeiten	12305	6375	18680
Steinmetzarbeiten	227933	345410	573343
Zimmerarbeiten	143722	107711	251433
Stakerarbeiten	1820	1498	3318
Steinsetzearbeiten	17012	13694	30706
Brunnenarbeiten	781	—	781
Schmiedearbeiten	23191	18625	41816
Klempnerarbeiten	54974	65722	120696
Tischlerarbeiten	86094	43482	129576
Schlosserarbeiten	169967	129791	299758
Glaserarbeiten	24145	32963	57108
Malerarbeiten	65627	47819	113446
Stuck- u. Stuckmarmorarbeiten	45164	62051	107215
Ofensetzarbeiten	128191	66696	194887
Gufsarbeiten	18121	31729	49850
Gas- u. Wasserleitungsarbeiten	54908	34768	89676
Bauleitungskosten	54430	86866	141296
Insgemein	249432	128355	377787
Zusammen	1 905778	1 815811	3 721589

Werden von der sich hiernach herausstellenden Gesamtsumme von 3 721589 *M.* der Erlös aus dem Abbruch des alten Bankgebäudes sowie aus dem Verkauf der verbundenen Gerüste in Abzug gebracht, so ergeben sich die Gesamtbaukosten, worin zugleich die Bauleitungskosten für die Beschaffung der bedeutenden Ausstattungsgegenstände sämtlicher Räume mit eingeschlossen sind, zu rot. 3 684000 *M.*, d. i. pro qm bebauter Fläche durchschnittlich zu ca. 460 *M.*

Die Ausgaben für die Ausstattungsgegenstände selbst, wobei jedoch die Kosten für die erwähnten Bronze-Statuen im Centralausschuß-Saal nicht mitgerechnet sind, also für eiserne Schränke und Geldrepositorien, ferner für Schreibpulte, Zahlische, Stühle, Schränke, Actenrepositorien etc., welche theils von Eichenholz, theils von Kiefernholz gefertigt sind, stellen sich außerdem auf rot. 467000 *M.*

Berlin im Juni 1880.

F. Hitzig.

Geschäftsgebäude der Ober-Post-Direction und des Post-Amtes zu Stettin.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 50 bis 54 im Atlas.)

Das auf Blatt 50 bis 54 im Atlas dargestellte neue Postgebäude in Stettin ist in der Nähe des Personen-Bahnhofes der Berlin-Stettiner Eisenbahn auf einem Grundstück belegen, welches nördlich von der Grünen Schanzstraße, westlich und südlich von der neuangelegten Straße nach der Eisenbahn und östlich von einem unbebauten Platze begrenzt wird. Auf dem letzteren sowie einem großen Theil des Bauplatzes für das Postgebäude befand sich vor Ausführung des Baues eine Bastion, während der Rest des Grundstückes dem ehemaligen Festungshafen angehörte. Die Gefällverhältnisse des Bauplatzes lagen ziemlich ungünstig, da in der Grünen Schanzstraße und der südlich angrenzenden Straße das Gefälle 1 : 23 resp. 1 : 29 beträgt; in Folge dessen

waren auch für den Hof recht erhebliche Steigungen von in max. 1 : 50 nicht zu umgehen. Nur in der neuen Straße an der Westseite war das günstige Gefälle von 1 : 180 vorhanden.

Die Beschaffenheit des Baugrundes, auf welchem das neue Gebäude aufzuführen war, ist durch Bohrversuche sorgfältig ermittelt worden, und ergab sich, daß derselbe, von der Kellersohle des neuen Gebäudes an gerechnet, durchschnittlich bis auf 6 m Tiefe aus Aufschüttung, darunter aus einer 3 bis 4 m starken Torfschicht bestand; dann folgte eine Schlicklage und endlich der feste Sand, welcher sich somit durchschnittlich etwa 11 m unter Kellersohle findet.

Die Schicht der Aufschüttung besteht aus den verschiedensten Bodenarten, wie Schutt und Ziegelstücken, Lehm, Dung, blauer Thon, feiner Sand, sehr ungleich gelagert. Dazu kam, daß der Baugrund auf einer großen Fläche des Bauplatzes durch den hohen Wall der Bastion mehr oder weniger comprimirt war, während an anderen Stellen eine solche Zusammendrückung nicht stattgefunden hatte.

Unter diesen Verhältnissen war es schwer, die zweckmäßigste Fundirungsmethode zu bestimmen, besonders da dieselbe einerseits thunlichste Sicherheit gegen Versackungen gewähren, andererseits möglichst schnell zum Ziele führen sollte.

Nach eingehender Erwägung aller Verhältnisse entschied man sich für die Anwendung eines Pfahlrostes, welcher noch am besten den vorliegenden Bedingungen zu genügen versprach. Zunächst wurde diese Fundirungsart jedoch nur für das Hauptgebäude (bis zur Linie *ab* im Erdgeschofs-Grundriß reichend) in Aussicht genommen, während das nur aus Keller und Erdgeschofs bestehende Packetgebäude (von *ab* bis *cd* reichend) auf Beton gegründet werden sollte. Nach dem Ausheben der Baugrube zeigte der Untergrund sich jedoch so wenig zuverlässig, daß auch für diesen Gebäudetheil die Ausführung eines Pfahlrostes beschlossen wurde. Der einige Jahre später hergestellte Anbau (jenseits der Linie *cd*) ist dann, da die Bodenverhältnisse unter demselben die gleiche schlechte Beschaffenheit zeigten, in derselben Weise fundamentirt worden. Trotz der sehr umfangreichen Erdarbeiten, welche die ziemlich tiefe Lage des niedrigsten Wasserstandes bedingte, wurde doch die Herstellung des Pfahlrostes mit Hilfe von zwei Dampfkränen in verhältnißmäßig kurzer Zeit bewirkt, und gelang es insbesondere, den über 1000 Pfähle erfordernden Rost des Hauptgebäudes vom ersten Spatenstiche an in pp. 8 Monaten fertig zu stellen.

In Bezug auf die Anordnung der Grundrisse ist zunächst zu bemerken, daß ursprünglich nur das Hauptgebäude mit dem niedrigen Packetgebäude bis zur Linie *cd* ausgeführt und erst später der weiter dargestellte Gebäudetheil errichtet worden ist, wobei gleichzeitig das Packetgebäude um ein Stockwerk erhöht wurde. Diese schon nach sehr kurzer Zeit nothwendig gewordene Erweiterung des Gebäudes wurde dadurch bedingt, daß die Geschäftslocale der Telegraphie ebenfalls in demselben untergebracht werden sollten. Die ursprüngliche Anlage war in der Hauptsache so disponirt, daß im Erdgeschofs die Räume des Postamts mit gesonderten Abfertigungsstellen für den Brief- und Geldverkehr sowie für den Packetverkehr, im 1. Stockwerk die Geschäftslocale der Ober-Postdirection mit der Kasse ihren Platz fanden, während im 2. Stockwerk eine Wohnung für den Ober-Postdirector, den Postamts-Vorsteher und den Rendanten angeordnet, endlich im 3. Stockwerk wie im Keller je zwei Wohnungen für Unterbeamte vorgesehen waren. Die übrigen Räume des 3. Stocks dienen zur Aufbewahrung von reponirten Acten sowie von verschiedenen Utensilien. Im Kellergeschofs konnte außerdem neben den nöthigen Wirthschaftsräumen eine durch den Weihnachtsverkehr bedingte Reserve-Packkammer in geeigneter Weise eingerichtet werden.

Der Zugang zu dem Gebäude erfolgt, abgesehen von dem Eingange in der Umfassungsmauer, an der Südseite an vier Stellen, und zwar gelangt man durch die Durchfahrt

an der Grünen Schanze zu den Geschäftsräumen der Ober-Postdirection und der Ober-Postkasse sowie zu mehreren Dienstwohnungen, weiter findet sich an der Ecke der eben genannten und der neuen Strafe der Eingang zu den Abfertigungsstellen für den Brief- und Geldverkehr; endlich sind in der neuen Strafe bei *e*, *f* und *g* gesonderte Thüren zur Wohnung des Ober-Postdirectors, zur Abfertigungsstelle für den Packetverkehr und zur Depeschenannahme angeordnet. Im Uebrigen ist die Vertheilung und die Benutzung der einzelnen Räume aus den Grundrissen des Näheren ersichtlich.

Die Façaden sind sämmtlich in Rohziegelbau und zwar an den Vorderfronten unter Anwendung reicher Terracotten, an den Hinterfronten nur mit Hilfe des glatten Steins und weniger einfachen Formsteine hergestellt worden. Die Farbe der Blendsteine zeigt durchweg ein mattes Roth, doch haben die vorspringenden Pfeiler der Vorderfront zu ihrer Belegung Einfassungen aus eingelegten farbig glasirten Streifen erhalten. Der Sockel des Gebäudes bis Oberkante Kellergeschofs ist mit belgischem Kalkstein bekleidet. Die vorkommenden Säulen sind aus Gufseisen gefertigt worden.

Im Innern des Gebäudes haben außer dem durchweg überwölbten Kellergeschofs sämmtliche Vestibüle, Corridore und Treppenhäuser Gewölbe erhalten, während alle übrigen Räume mit Balkendecken versehen wurden. Die durch Oberlicht erhellten großen Publikumshallen haben je eine äußere und eine innere in Schmiedeeisen construirte Glasdecke erhalten. Das Dach des Hauptgebäudes ist mit starkem Zinkblech zwischen Leisten eingedeckt, während beim Packet-Gebäude ein Holzcementdach zur Ausführung gelangt ist.

Die Abführung des Wassers geschieht an der Vorder- und Hinterfront durch frei vorgelegte und an der ersteren entsprechend architektonisch ausgebildete Abfallröhren aus Zinkblech. Die nach dem Lichthof abfallenden Dachflächen werden durch 2 gufseiserne Abfallröhren von 15 cm Weite entwässert. Die Röhren an der Vorderfront führen das Wasser direct in die Strafenrinnsteine, die übrigen stehen mit dem Rohrnetz in Verbindung, welches das Hauswasser aus den Closets, Küchen etc. aufnimmt und es durch ein 21 cm weites Rohr direct in die Oder führt.

Die Treppen des Gebäudes sind mit Ausschluß der Verbindungstreppen zwischen Reserve-Packkammer und Packetraum, welche in Holz, und der Haupttreppe an der neuen Strafe, welche aus Schmiedeeisen mit Marmorbelag hergestellt ist, freitragend aus Granit gefertigt und mit Geländern von Schmiedeeisen versehen. Dasselbe Material ist auch für das reicher ausgestattete Geländer der Haupttreppe zur Verwendung gelangt.

Die Fußböden der sämmtlichen Räume für das Publikum, der Vorhallen, Vestibüle etc., nebst den Corridoren im Erdgeschofs und 1. Stockwerk haben einen Belag aus Mettlacher-Fliesen in verschiedener Musterung erhalten. Im Uebrigen sind gewöhnliche gehobelte Fußböden verwandt, an deren Stelle nur in den besseren Räumen der Dienstwohnung des Ober-Postdirectors Patent-Dielung resp. einfaches Parket getreten ist.

Die Fenster sind zum größten Theil als Doppelfenster hergestellt. Im Kellergeschofs und Erdgeschofs wurden zur Sicherung gegen Einbruch theils eiserne Gitter, theils Laden

von demselben Material je nach Bestimmung der Räume angebracht.

Die Ausstattung der Wände und Decken ist eine einfache, dem Zwecke des Gebäudes entsprechende. Nur die Publikums hallen und Vestibüle sind reicher decorirt worden.

Die Erwärmung sämtlicher Diensträume incl. der Reserve-Packkammer sowie der drei Dienstwohnungen im 2. Stockwerk erfolgt durch eine Warmwasserheizung, mit welcher eine auf Aspiration beruhende Ventilationseinrichtung verbunden ist. Dieselbe ist in der Art eingerichtet, daß die frische Luft mittelst eines Canals, welcher im Remisengebäude einen verticalen Einströmungsschacht erhalten hat, in das Gebäude eingeführt, durch kleinere Canäle und Röhren daselbst vertheilt wird und, die Oefen der Warmwasserheizung von unten nach oben durchströmend in die Zimmer tritt. Durch einen unter jedem Ofen angebrachten Drehschieber wird der Eintritt der Luft geregelt.

Die Abführung der schlechten Luft erfolgt durch Canäle, deren Oeffnungen den Einströmungsstellen der frischen Luft gegenüber, etwa 0,40 m über dem Fußboden liegen und die, in den Keller hinuntergeführt, dort in zwei horizontalen Canälen gesammelt in Aspirationsschächte münden, in welchen durch die großen vom Feuer der Kessel der Warmwasserheizung stark erhitzten Rauchröhren eine heftige Bewegung der Luft bewirkt wird. Da die Ventilation auch im Sommer wirksam sein sollte, so ist neben jedem Heizkessel eine kleine Sommerfeuerung angebracht.

Die vier Wohnungen der Unterbeamten werden durch gewöhnliche Kachelöfen erwärmt.

Seinem Zwecke entsprechend ist das Gebäude mit ausgedehnter Gasleitung versehen. Um ein möglichst gleichmäßiges Brennen der Flammen zu erzielen, wurde hinter dem Gasmesser ein Regulator eingeschaltet, welcher die Uebertragung des in der Straßenleitung oft wechselnden Druckes auf die Hausleitung verhindert. Die Beleuchtungskörper wurden je nach der Bestimmung der einzelnen Räume

mehr oder minder reich ausgestattet, besonders aber auf eine gute Beleuchtung der Publikums hallen, Vestibüle etc. Bedacht genommen. Auch die Versorgung des Gebäudes mit Wasser aus der städtischen Wasserleitung ist in auskömmlicher Weise zur Ausführung gelangt, außerdem aber durch Anlage eines Brunnens auf Beschaffung von gutem Trinkwasser hingewirkt worden.

Die Ausführung des Baues erfolgte in den Jahren 1872 bis 1875. Nachdem im März 1872 mit den Vorarbeiten begonnen war, wurde die Anlage bis zum 1. December 1874 soweit fertiggestellt, daß die Postbehörden einziehen und der Postverkehr von dem gedachten Tage an in dem neuen Gebäude vermittelt werden konnte. Die vollständige Beendigung des Baues in allen Theilen liefs sich jedoch erst im Sommer 1875 erreichen.

Die ersten Skizzen zu dem Gebäude wurden von dem Regierungs- und Baurath Schwatlo entworfen. Die Ausarbeitung des speciellen Projects erfolgte auf Grund derselben durch den Unterzeichneten, wobei die Grundrissdisposition des Packetgebäudes eine nicht unwesentliche Abänderung erlitt, auch die Façaden wie die Durchbildung des Innern erheblich verändert wurden. Die specielle Bauleitung erfolgte ebenfalls durch den Unterzeichneten, wobei derselbe in den ersten Jahren durch den Bauführer Frommann, später durch den Bauführer Pieper unterstützt wurde. Die Oberleitung lag in den Händen des Geh. Regierungsraths Homann.

Die Baukosten, abgesehen von dem später ausgeführten Erweiterungsbau auf 1 380 000 \mathcal{M} . veranschlagt, haben zur vollständigen anschlagmäßigen Fertigstellung des Gebäudes nebst Umwägungen und Nebenbaulichkeiten ausgereicht, und stellt sich das Quadratmeter bebaute Fläche auf die allerdings hohe Summe von pp. 600 \mathcal{M} ., welche jedoch theils durch die kostbare Fundirung, theils durch die während der Bauzeit sehr hohen Preise hinlänglich erklärt wird.

Berlin im Juni 1880.

F. Endell.

Ueber die Wasserstraßen Frankreichs, insbesondere über die Flüsse Seine, Loire, Saône und Rhône.

(Schluß. Mit Zeichnungen auf Blatt 55 bis 57 im Atlas.)

Aus dem Reisebericht von J. Schlichting, Professor an der Königl. technischen Hochschule Berlin.

c. Die Seine im Fluthgebiet. (Bl. 56).

Obwohl sich die Meeresfluth bis etwa 23 km oberhalb Rouen und zwar bis zur Stauanlage Martot, zeitweise sogar noch einige Kilometer weiter, stromaufwärts geltend macht, wird doch nur die Strecke von Rouen bis zum Meere auf 105 km Länge zum Fluthgebiet gerechnet, indem Seeschiffe nur bis zum Hafen Rouen fahren und dort ihre Güter den Flußschiffen abtreten bzw. von diesen aufnehmen.

Schon seit Alters her hat die Schifffahrt die im Fluthgebiet belegene Seine-Strecke benutzt, hierbei jedoch vielfach mit Hindernissen und Gefahren zu kämpfen gehabt, welche erst in den letzten Decennien in Folge der später noch zu besprechenden Regulirungsbauten erheblich vermindert worden sind.

Im Allgemeinen bildet die Seine auch auf dieser Strecke, wenigstens von Rouen bis Quillebeuf, bedeutende Serpentin

und ist im oberen Lauf ebenfalls durch hohe, bereits in Cultur genommene Inseln öfter in mehrere Arme gespalten. Ihre Wassermasse soll an der oberen Grenze des Fluthgebiets bei mittlerem Wasserstande 450 cbm pro Secunde betragen, das Hochwasser aber wegen des sich stromabwärts immer mehr verbreiternden Fluththals von keinem erheblich nachtheiligen Einfluß sein. Das absolute Gefälle der Seine von Rouen bis zum Meer beträgt beim étiage 5,80 m. Das Flußbett, meist in Kalkfelsen eingeschnitten und mit Sand, Kies und gröberem Sinkstoffen bedeckt, durchzieht ein von Höhen und Felsen begrenztes Fluththal, welches nicht nur hohe landschaftliche Reize bietet, sondern auch, wesentlich wohl in Folge seiner schiffbaren Verbindung einerseits mit dem Meere und andererseits mit Paris und dem übrigen Frankreich, durch industrielle Anlagen sowie durch zahlreiche blühende Städte und Dörfer, welche den Reichthum dieses

von der Natur so gesegneten Landstrichs bekunden, ausgezeichnet ist.

Eine Uferseite ist regelmässig mit einem ausgebauten Leinpfade versehen, welcher indess bisweilen wechselt und das Uebersetzen der Leinperde mittelst Fähren bedingt. An einzelnen Stellen, so bei Duclair-Caudebec und Quillebeuf, sind auch Dampffähren, jedoch nur für den Personen- und Güterverkehr vorhanden. Der Leinenzug ist zur Zeit von keiner grossen Bedeutung, da die Dampfschiffahrt fast den gesammten Verkehr vermittelt. Der früher von Rouen bis le Trait eingeführte Tauereibetrieb ist in den letzten Jahren eingestellt und die Kette beseitigt worden, weil sie sich bei dem lebhaften Schiffahrtsverkehr störend und nachtheilig erwiesen haben soll.

Von Rouen bis Mailleraye hat der Fluß, soweit er nur einen Schlauch bildet, eine annähernd gleichmässige Breite von etwa 300 m, welche sich in früherer Zeit von dort ab bis Vieux Port auf 1200 m und im weiteren Lauf sogar auf 3000 m erweiterte. Bei Quillebeuf verengte er sich nochmals auf 1500 m Breite und wurde sodann von der Seine-Bai aufgenommen, welche, weiter abwärts an Breite immer mehr zunehmend, zwischen Havre und Trouville das Meer, den Canal la Manche, erreicht. Mächtige, zur Ebbezeit theils über Wasser, theils auch in geringer Tiefe unter demselben lagernde Kies- und Sandbänke versperrten von Alters her die Seine-Mündung und erschwerten die Schiffahrt erheblich. Theils bildeten diese Bänke nur Untiefen (posées), auf denen die Fahrzeuge, vielfach ohne Havarie zu erleiden, auffahren konnten, indem diese Bänke aus schlammigen Sandmassen bestanden, theils aber waren auch höhere, der Schiffahrt besonders gefährliche Kies-Traversen (traverses) vorhanden. Gerieth auf diese ein Schiff vor Eintritt der Fluth, so wurde es von der Mannschaft gewöhnlich verlassen und seinem weitem Schicksal preisgegeben. Zahllose Schiffsunfälle, von denen die im Seine-Bett lagernden Schiffsüberreste Zeugniß geben, waren an der Tagesordnung, in Folge dessen denn die Schiffahrt von la Mailleraye bis Havre für sehr gefährlich galt. Am meisten, und wohl mit Recht, wurde der von den ältesten bekannten Schriftstellern schon im Jahre 630 erwähnte und beschriebene Bore (la barre oder auch le mascaret), eine im vorderen Abhang nahezu senkrechte, etwa 1 bis 1½ m hohe, bei gewissen Fluthen besonders heftig auftretende und sich mit Vehemenz und rapider Geschwindigkeit stromaufwärts fortbewegende, schäumende Welle, gefürchtet, welche namentlich dort, wo sie Hindernisse traf und über Strecken von geringer Wassertiefe fortrollte, ihre verderblichen Wirkungen äufserte, während sie in gröfseren Wassertiefen sich mehr ausbreitete und weniger schädlich war. Der Bore bildet sich aus dem Zusammenprall der mit grosser Macht vom Canal in die Seine-Mündung stürzenden und hier durch die Untiefen schon behinderten Fluthwelle mit der, durch das starke Gefälle des Ebbestroms von Quillebeuf ab erzeugten Gegenströmung, indem die Fluthwelle in dem ihr entgegnetretenden Ebbestrom ein plötzliches Hinderniß findet und dieses zurückzudrängen sucht. Die aufeinander stofsenden Wassermassen werden zunächst heftig gepreßt und müssen dann nach oben hin ausweichen, weil die Luft ihnen den geringsten Widerstand entgegensetzt. Hierbei wird der Fußpunkt der Fluthwelle durch das ihr entgegnetretende Hinderniß in seiner Fortbewegung verzögert, der Scheitel-

punkt aber schreitet unbehindert oder doch weniger behindert derartig vor, daß er schliesslich über einen Theil des Abhangs der Welle hinweg stürzt. Der so erzeugte Bore verfolgt nun die Richtung der stärksten Kraft, bewegt sich also mit der Fluthwelle stromaufwärts.

Diese Erscheinung zeigt sich nicht nur in der Seine, sondern auch in anderen Flüssen, welche unmittelbar in das offene Meer münden, der mächtigen Fluthwelle also den directen Einlauf ohne wesentliches Hinderniß gestatten. So in der Charente und namentlich in der Gironde, wo der Bore früher sehr heftig aufgetreten, in der Jetztzeit aber, wahrscheinlich in Folge der Stromregulirung, sehr abgeschwächt sein soll. Er bildet sich in der Seine nicht bei allen Fluthen vollständig aus, ist aber bisweilen noch in Rouen bemerkbar und vorzugsweise überall dort am heftigsten, wo ihm Hindernisse entgegnetreten. Dies ist, wie erwähnt, vorzugsweise in geringen Wassertiefen der Fall, weil das Flußbett dort eine besonders starke Verzögerung in der Fortbewegung des Fußpunkts der Welle veranlaßt. Der Bore greift denn auch das Flußbett je nach der Stärke seines Auftretens an und setzt die dort abgelagerten Sinkstoffe mehr oder weniger in Bewegung, wie sich aus dem verschiedenen Grade der Trübung des Wassers erkennen läßt.

Der Seine-Bore war in früherer Zeit bis Villequier sehr gefürchtet, besonders auf der Strecke unterhalb bis Quillebeuf.

Außer den geschilderten Uebelständen gab es aber auch noch andere. Die Kies- und Sandbänke in der Mündung verlegten stetig die Fahrrinnen, und es bildeten sich deren zeitweise auch wohl zwei aus.

Erst von Honfleur abwärts senkt sich die Sohle der Bai allmählig gegen das Meer, oberhalb aber betrug früher die Tiefe bis Point de la Roque nur 1,60 bis 1,80 m beim étiage, bei Quillebeuf sogar nur 0,45 m. Auch hier lag die Fahrrinne bald am rechten, bald am linken Ufer und spaltete sich zuweilen noch oberhalb in zwei Arme, um sich auf der unteren Strecke von Tancarville bis Point de la Roque wieder zu vereinigen. Bei Aizier und Villequier fanden sich ausgedehnte und besonders hinderliche, durch mächtige Kiesbänke gebildete Untiefen vor, welche zur Zeit des mittleren Hochwassers bei Springfluth (pleines mers moyennes de vive eau) nur 3,50 m, beim niedrigsten Wasserstande aber nur 0,40 bis 0,80 m Wassertiefe hatten, und bei Mailleraye erzeugte eine, das Seine-Bett durchziehende feste, aus Thon und groben Geschieben bestehende Bank (banc des Meules) in Folge ihrer hohen Lage ein beträchtliches Schiffahrts-hinderniß. Dagegen waren von Mailleraye aufwärts bis Rouen weitere Hindernisse nicht vorhanden; die Minimalwassertiefe beim étiage betrug dort 3,40 m, in dem als Hafen ausgebauten Flußbett zu Rouen sogar 12 m. Eine Fahrt von Havre bis Rouen erforderte gewöhnlich 4 Tage, die Schiffsfrachtgebühr kostete 8 \mathcal{L} pro Tonne, die Versicherungsquote ½ pCt. und die Fahrzeuge vermochten nur 100 bis 200 Tonnen Güter zu laden.

Vergleicht man diese Zustände der Vergangenheit mit denen der Gegenwart, so ist unzweifelhaft anzuerkennen, daß ein großer Theil der vorbeschriebenen Uebelstände heute durch die ausgeführten Regulirungsbauten beseitigt ist, wenn auch ein Theil immer noch mehr oder weniger besteht. Da die Bauausführungen in der That grossen Erfolg gehabt

haben, wird eine kurze Zusammenstellung des bisher Geschehenen hier am Platze sein.

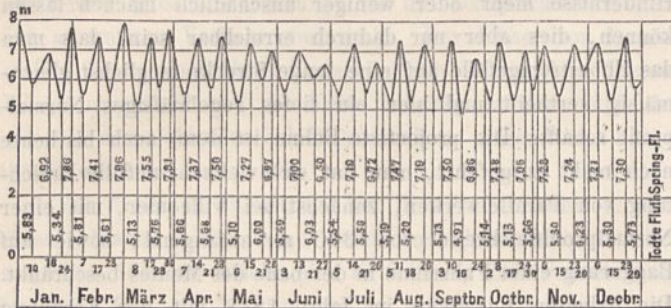
Begonnen wurde mit den Bauausführungen erst im Jahre 1848, nachdem man schon 1832 ein Project erfolglos aufgestellt, und diesem 1844 noch zwei weitere hatte folgen lassen. Das eine der letzteren bezweckte die Regulirung der Seine-Strecke Villequier-Quillebeuf durch Parallelwerke und Buhnen, sowie die Herstellung eines Wehrs (*barrage régulateur*), welches den Strom vom rechten Ufer aus in der Höhe von Quillebeuf um 1000 m einschränken und zwischen dem Kopf des Wehrs und der Quai-Mauer des vorgenannten Orts nur eine lichte Oeffnung von 400 m Weite belassen sollte. Ueber dem massiven, bis zur Höhe des Niedrigwassers bei Springfluth aus Steinschüttungen herzustellenden Wehrrücken war ein hölzernes Wehr mit beweglichen Klappen angenommen, die sich durch die Fluth öffnen, durch den Ebbestrom aber schliessen, somit zur Ebbezeit eine Anstauung und eine Vermehrung der Schiffahrtstiefe oberhalb erzeugen sollten. Man hoffte sogar, auf diese Weise bis nach Rouen hin eine Wasserspiegelhebung um 1 m zu erreichen. Das Project entsprach offenbar der wahren Sachlage nicht und würde, zur Ausführung gebracht, der Schiffahrt bis Rouen hin anstatt Vortheil grossen Nachtheil gebracht haben, weil es für die Strecke oberhalb des Wehrs eine hochbedenkliche Verminderung der Fluthwassermasse, in der Wehrstelle selbst eine kaum zu passirende Flussschnelle und unterhalb derselben eine Verstärkung des Gefälles von Quillebeuf bis Honfleur, daher eine Begünstigung der Bedingungen zur Bildung des gefürchteten Bore, also gerade das Gegentheil des Gewollten hätte veranlassen müssen. Es charakterisirt den damaligen Standpunkt der französischen Hydrotekten bezüglich der Frage der Flußregulirungen im Fluthgebiet des Meeres, daß man noch lange Zeit für und wider das Project debattirte. Immerhin aber wurde es schliesslich doch, wenn auch aus anderen als den vorgenannten Gründen, verworfen, und nunmehr das andere, oben angedeutete aufgestellt. Bei diesem handelt es sich im Wesentlichen um Durchbaggerung der *banc des Meules* zwischen Mailleraye und Candebeac, um Einschränkung des Flusses durch Parallelwerke von Villequier bis Quillebeuf, und wiederum um Anlage einer als Wehr wirksamen Buhne, welche, am rechten Ufer bei Tancarville beginnend, die Bai bis auf eine 500 m weite Oeffnung am linken Ufer bei la Roque absperren, den Bore zerstören, der weiteren Fluth aber den Uebergang gestatten sollte. Die Krone dieses wehrartigen Einbaues war mit ihrer Höhenlage nur wenig über den Scheitelpunkt des Bore bei Springfluth projectirt, damit nach Zerstörung desselben die weitere Fluthwassermasse das Werk zu überschreiten und in die obere Flußstrecke einzutreten vermöge. Auch nahm man an, daß der in der frei bleibenden Oeffnung von 500 m Breite nicht zerstörte Boretheil bald oberhalb verlaufen und nicht schädlich sein werde. Wiederum verkannte man also, wenigstens bezüglich des Einbaues, die Sachlage, indem man sich über die Ursachen der Borebildung wohl nicht klar war. Eine Beseitigung des Bore kann von einem derartigen Einbau keinesfalls erwartet werden. Das in dem Einbau entgegengesetzte Hinderniß würde nicht ausgereicht haben, den sich mit großer Kraft fortbewegenden Bore zu zerstören, sondern allenfalls nur einen Theil seiner Kraft zu brechen und an der Wehrstelle

eine so große Verwilderung des Flußbetts zu erzeugen, daß der Bestand des wehrartigen Einbaues in Frage stand. Außerdem aber hätte der Bore das Wehr auch überstiegen und sich bald darauf oberhalb von Neuem entwickelt, weil die hierzu erforderlichen Bedingungen immer noch vorhanden waren.

Der Seine-Bore wird sich nur durch Beseitigung oder Milderung der dem Lauf der Fluthwelle entgegenstehenden Hindernisse mehr oder weniger unschädlich machen lassen können, dies aber nur dadurch erreichbar sein, daß man das Ebbestromgefälle auf eine lange Strecke möglichst gleichmäßig vertheilt und hier ein tiefes regelmäßiges Normalprofil schafft. Die projectirte Buhne ist denn auch bis heute noch nicht ausgeführt, man hat sich vielmehr auf die Errichtung von Parallelwerken, zunächst bei Villequier, mit einer Normalprofilflußbreite von 300 m anfangend, sowie auf Baggerung einer Fahrrinne in der *banc des Meules* beschränkt. Die Arbeiten begannen im Jahre 1848 mit der Erbauung zweier, aus Steinschüttungen gebildeten Parallelwerke und waren bis 1852 auf der Strecke Villequier-Quillebeuf beendet. Die Krone der Werke wurde etwas höher als der Wasserstand des mittleren Hochwassers bei Springfluth gelegt. Da der Erfolg ein günstiger war, indem man eine Vertiefung der Fahrrinne um 3 m erreichte, verlängerte man von 1852 bis 1855 die Parallelwerke oberhalb Villequier bis Candebeac auf dem linken und bis Mailleraye auf dem rechten Ufer, baggerte nunmehr in der *banc des Meules* eine Fahrrinne von 100 m Breite bis zur Tiefe von 3,50 m unter dem *étiage* und schaffte hierdurch auf der ganzen Strecke eine Minimalfahrtiefe von 6,50 bzw. 4,50 m bei Hochwasser-Springfluth bzw. todter Fluth. Gleichzeitig oder bald darauf wurden die Parallelwerke von Quillebeuf bis Tancarville mit 400 m Normalprofilflußbreite fortgesetzt und am linken Ufer an die vortretende Landzunge la Roque mittelst einer Buhne angeschlossen. — Alle diese Arbeiten waren 1859 beendet, es bestanden indess unterhalb immer noch die alten unzureichenden Tiefen, auch hatte sich der Bore noch wenig oder gar nicht gemildert. Dieserhalb wurden weitere neue Projecte zur Fortsetzung der Parallelwerke von Tancarville bis zur Mündung des Rille-Flusses bei Berville mit 500 m Normalprofilflußbreite aufgestellt und solche auch bis 1873 durchgeführt. In der Zeit bis 1873 ist dann noch das Parallelwerk am linken Ufer unterhalb der Rille-Mündung um 2000 m verlängert und seitdem nichts Wesentliches mehr erfolgt. Der zeitige Zustand kann indessen durch noch weitere, angeblich beabsichtigte Verlängerung der Parallelwerke möglicherweise bald wieder verändert werden.

Ueber die bisherigen Erfolge wird angegeben, daß der größte Theil der erstrebten Resultate mit Aufwendung einer Totalsumme von rot. 12 Millionen Mark bis zum Jahre 1874 erreicht sei. Der höchste Punkt der Fahrrinne unterhalb der Parallelwerke liege 5,64 m unter dem mittleren Hochwasser bei todter Fluth, oberhalb aber zwischen den Parallelwerken bis Tancarville 6,74 m unter diesem Wasserstande, und auf der *banc des Meules* variire die Tiefe zeitweise zwischen 5 und 6,55 m. Der Bore sei unterhalb Tancarville verschwunden und habe sich auch oberhalb beträchtlich vermindert. Eine andere Quelle läßt ihn allerdings noch im Jahre 1872 mit einer nur geringen Senkung seiner Höhe bestehen.

In dem auf Blatt 56 mitgetheilten, dem zeitigen Zustande der Fahrrinne entsprechenden Längen-Nivellement der Seine von Rouen bis Havre ist die, durch die Bauausführungen erzielte Vertiefung der Flußsohle im Vergleich mit dem Zustande von 1824 eingetragen; der beistehende Holzschnitt giebt eine graphische Darstellung der Hochwasserstände bei Spring- und todter Fluth in der höchsten Stelle der in der banc des Meules gebildeten Fahrrinne.



Zu den Parallelwerken sind Kalkbruchsteine von etwa 0,50 m mittlerer Stärke verwendet worden, ein billiges und gutes Material, welches die in der Nähe auf beiden Ufern vorhandenen Kalkfelsen liefern. Zur Gewinnung der Bausteine werden zunächst am Fuß des Steinbruchs tiefe Gänge, sogenannte Längsgalerien, welche sich nur auf einzelne Pfeiler stützen, ausgebrochen, und in letzteren Minen angelegt. Durch gleichzeitiges Sprengen derselben sollen bisweilen an 15000 cbm der über den Galerien lagernden Felsmassen als Blöcke von 6 bis 100 cbm Inhalt nachstürzen, aus denen dann durch Sprengen und Zerschlagen die zu verwendenden Steine gewonnen und diese auf gewöhnliche Weise zur Verwendungsstelle transportirt werden.

Die Parallelwerke haben 2 m Kronenbreite, einfache landseitige und etwa 1½ fache flussseitige Böschungsanlage. Ihre Kronenhöhenlage variiert etwas, im Allgemeinen ist sie über dem mittleren Hochwasser bei Springfluth angeordnet, unterhalb Tancarville aber nur 0,50 bis 1 m über Niedrigwasser bei Springfluth, und zwar zu dem Zweck, der Fluth die Ausbreitung auf die benachbarten Bänke zu gestatten. Die häufigen Beschädigungen der flussseitigen Böschungen der Parallelwerke haben in letzter Zeit streckenweise zur Anordnung einer bis zur Höhe des Niedrigwassers reichenden Spundwand am Fuß der Böschungen Veranlassung gegeben, eine Anordnung, welche sich bewährt haben soll.

Eine besondere Erwähnung verdienen noch die, durch die Parallelwerke erzeugten auf Blatt 56 ersichtlichen, ganz bedeutenden Alluvionen, welche sich, nach dem Zeugniß aller Autoren über diesen Gegenstand, alsbald nach Herstellung der Werke überraschend schnell gebildet haben. Diese zur Zeit nach Tausenden von Hectaren zählenden Flächen sind von der Landwirthschaft bereits lange in Cultur genommen. Bis zum Jahre 1867 hatten sich schon 8600 ha gebildet, welche, als Wiesen meliorirt, zur Zeit einen Werth von rot. 17 Millionen Mark repräsentiren sollen. Sie sind nach Art. 556 des Code Napoléon den Uferbesitzern zugesprochen worden, doch haben letztere auf Grund anderer Gesetze die Hälfte des Werthes, den die Alluvionen zur Zeit der Uebergabe hatten, d. i. rot: 3 Millionen Mark, als Entschädigung zahlen müssen. Durch die ausgedehnten Alluvionen sind übrigens die früher bei jeder Fluth in die

Seine einströmenden Wassermassen erheblich verringert worden, ein Umstand, auf den man bis jetzt wohl zu wenig Gewicht gelegt hat, der aber voraussichtlich zu nachtheiligen Folgen führen wird, wenn man die Parallelwerke noch weiter abwärts ohne erhebliche Verbreiterung der Normalprofilflußbreite fortsetzen sollte. Uebrigens ist noch zu bemerken, daß man zur Zeit auch einen aus der Seine abzweigenden Canal von Tancarville bis nach Havre projectirt, welcher den Flußschiffen die Erreichung des Seehafens daselbst ermöglichen und sowohl die Höhen, als die Kiesbänke am rechten Ufer der Bai durchziehen soll.

Oberhalb Mailleraye bis Rouen sind die Bauausführungen von geringerer Bedeutung gewesen, da es sich dort nur um Baggerungen im Flußbett, Anlage von Treidelwegen, Uferbefestigungen einfachster Art, Landeplätze und Quai-Mauern, unter denen die bei Mailleraye dem dortigen bedeutenden Holzhandel dienenden besonders zu nennen sind, gehandelt hat. Eine hervorragende Bedeutung ist dagegen den in neuester Zeit auch auf der oberen Strecke bis Rouen errichteten Leuchtbaken (fanaux) mit rothem und weißem Licht beizulegen. Sie sind ebenso wie die sämtlichen von Havre bis Rouen vorhandenen Leuchttürme (phares) im Plan auf Blatt 56 eingetragen. Die Leuchtfeuer und Baken erleuchten nicht nur die Seine-Ufer, sondern geben auch die Richtung der Fahrrinne an. Für die Fahrt von oberhalb Mailleraye bis Rouen bleiben alle Baken mit rothem Licht auf der Steuerbordseite, die mit weißem Licht auf der Backbordseite. Die aus eisernen Candelabern von 7 m Höhe bestehenden Baken sind mit Hütten aus Eisenplatten versehen, von denen aus die Bedienung der Leuchtapparate erfolgt. Letztere erleuchten theils 180°, theils 230° des Horizontalkreises. Die Baken ruhen auf massiven Fundamenten und sind bei dem verhältnißmäßig geringen Einfluß, den das Hochwasser und der sehr selten eintretende Eisgang ausübt, Beschädigungen nicht besonders ausgesetzt. Die Kosten einer solchen Bake betragen 2400 Mark.

Außer den Leuchtbaken befindet sich zu Duclair noch ein Signalmast, welcher zu jeder Tages- und Nachtzeit die Minimal-Wassertiefe in der Fahrrinne bei Bardouville, der ungünstigsten Flußstrecke in Bezug auf Fahrtiefe, markirt. Auch zu Honfleur ist ein Signalmast. Derselbe giebt die Tages- und Nachtsignale von Havre, sowie die mit der Seine-Fahrerinne übereinstimmende Wassertiefe des Hafens zu Honfleur an, so daß die von Havre kommenden Lootsen alsbald zu beurtheilen vermögen, ob ihre Fahrzeuge weiter oberhalb die erforderliche Fahrtiefe vorfinden werden.

Zu Quillebeuf endlich ist eine Rettungsstation, welche mit sämtlichen Telegraphenstationen des französischen Wasserstraßennetzes in elektrischer Verbindung steht. Sie besitzt ein Rettungsboot von 60 Tonnen Tragfähigkeit und empfängt von einem zu Berville, zum Zweck der Ueberwachung der Bai placirten Beamten ebenfalls auf telegraphischem Wege sämtliche Signale und nöthigen Mittheilungen. Alle diese höchst zweckmäßigen Einrichtungen erleichtern die Schifffahrt wesentlich und tragen auch nicht minder zur Verringerung der Unglücksfälle bei, deren Zahl während der letzten 4 Jahre, bei einem Verkehr von rot. 17000 Fahrzeugen, auf nur 36 angegeben wird, von denen aber nur

etwa die Hälfte eigentlich Havarien betreffen. Für die Strecke von Havre bis Mailleraye, und zwar sowohl bei der Berg- als bei der Thalfahrt, ist die Verwendung eines Lootsen obligatorisch, dessen Gebühren für die Bergfahrt 0,40 bis 0,48 \mathcal{M} , für die Thalfahrt aber nur 0,24 bis 0,32 \mathcal{M} pro Tonne, excl. Ballast, betragen. Die Wassertiefe soll zur Zeit auf keiner Stelle unter 5 m bei Hochwasser todter Fluth, bezw. 7,50 m bei Springfluth betragen. Von Mailleraye aufwärts bis Rouen ist die Lootsenverwendung nur facultativ und kostet für die ganze Fahrt nur 32 \mathcal{M} für Fahrzeuge von 200 und mehr Tonnen Ladung. Auf dieser Strecke erfolgt die Schifffahrt ohne Schwierigkeit; nur bei Bardouville und Croisset ist einige Aufmerksamkeit erforderlich; die Fahrtiefe soll aber niemals unter 4 m beim étiage und 4,80 m bei Hochwasser todter Fluth messen, bei Hochwasser Springfluth dagegen 7 bis 8 m erreichen. Zahlreiche, rothe und schwarze Boien und einzelne duc d'Alben bezeichnen die Fahrinne, so daß eine Havarie hier selten eintritt. Die gesammte Bergfahrt von Havre nach Rouen ist eine leichte, wenn die Mündung der Parallelwerke, auf deren Köpfen übrigens auch 2 Baken stehen, noch während der Fluth erreicht wird. Sie erfordert von hier ab dann gewöhnlich nur 5 bis 6 Stunden, bisweilen auch mehr, erfolgt also meist mit einer Fluth, deren mittlere Geschwindigkeit etwa 1 m beträgt, so daß die Fahrzeuge bis zum Beginn des Ebbestromes oder doch bald darauf bereits in Rouen einzutreffen vermögen. Auch die Thalfahrt bietet bei todter Fluth keine Schwierigkeiten, bedingt dagegen bei Springfluth einen ein- bis zweimaligen Aufenthalt während des ersten Eintrittes des Fluthstroms, bei dem die Geschwindigkeit bis auf etwa 1,25 m zunimmt.

Auf der Strecke Havre-Rouen verkehren meist Schiffe von 200 bis 700 Tonnen, vielfach jedoch auch Schiffe von 1000 Tonnen Ladungsfähigkeit und mit 5 m Tiefgang, in einzelnen Fällen sogar solche von 1300 Tonnen und 6,19 m Tiefgang; die Schiffsfrachtgebühr beträgt gewöhnlich nicht über 4 \mathcal{M} pro Tonne. Seeschiffe fahren nur bis Rouen, welches einen, vom Flußbett der Seine gebildeten, so vorzüglichen Hafen besitzt, daß man ihm, in Bezug auf Güterverkehr den 5. Rang unter sämtlichen französischen Häfen zuerkennt. Die Situation des Hafens ist auf Blatt 56 dargestellt. Er besteht aus einem Hafen für See- und einem für Flußschiffe. Der erstere erstreckt sich nur bis zur Pont de Pierre und bildet ein Bassin von 16 ha Flächeninhalt, 1300 m Länge, 135 bis 225 m Breite, mit 1290 m Quais auf dem rechten und 1130 m auf dem linken Ufer. Die Minimalwassertiefe längs der Quais auf etwa 1500 m Länge ist 5 m beim étiage, auf der übrigen Länge 3 bis 4 m und variiert im Bassin überall sonst zwischen 6 und 10 m.

Der Hafen für Flußschiffe hat 11 ha Flächeninhalt, 1400 m Quais und Tiefen von 3 bis 8 m, welche sich indessen an den Quais bis auf 2 m beim étiage ermäßigen. Schienengeleise verbinden in ausreichender Zahl die Hafenanlagen auf dem rechten Ufer mit der Nordbahn, auf dem linken mit der Westbahn, und es haben beide Bahnverwaltungen zur Erleichterung des Schiffsgüterverkehrs das wechselseitige Abkommen getroffen, die auf dem einen Ufer gelöschten Güter ev. zum Bahnhof des anderen Ufers zu expediren, so daß zum Löschen jedesmal die am bequemsten

liegenden Quai-Plätze benutzt werden können. Eine dritte Eisenbahnlinie von Rouen nach Orléans ist zur Zeit noch im Bau. Die Hafenanlagen sind mit zahlreichen Docks, Lageräumen und Kränen ausgerüstet, von denen einzelne, bei 7 m Ausladungslänge Lasten von 30 Tonnen zu heben vermögen. Kleinere Dampfkrahne sind auf Schiffsgefäßen placirt, können daher überall im Hafen kleinere Lasten bis zu 1½ Tonnen heben und finden besonders beim Umladen der Güter von den Seeschiffen in die Flußschiffe, oder von diesen in jene, Verwendung.

Die Güterbewegung zwischen dem Hafen Rouen nach dem Meere betrug im Jahre 1877 bei 4096 Fahrzeugen 811208 Tonnen, nach dem Innern Frankreichs aber 558223 Tonnen, und es beteiligten sich an letzteren 50 Dampfer, 110 Chalande (große Ladekähne, welche meist geschleppt werden, bisweilen aber auch selbstständige Güterdampfer sind), und eine große Zahl Mastboote (péniches), wie sie auf den Canälen des Nordens gebraucht werden. Die Güter des Imports und Exports bestehen vorzugsweise in Steinkohle, Rohmetallen, Gußeisen, Baumaterialien (Bausteine, Ziegelsteine, Cement, Gips und Holz), sowie in Getreide, Zucker, Baumwolle, Oel und Wein.

2. Die Loire.

Schon oben wurde im Allgemeinen dargelegt, daß die Loire wegen des starken Gefälles, der großen Menge von Sinkstoffen, sowie wegen der geringen Niedrigwassermasse und der durch die bedeutenden Hochfluthen stetig erzeugten Verwilderungen des Flußbetts auf ihrem Lauf von der Quelle bis Angers als schiffbarer Fluß kaum gelten könne. In der That wird denn auch die Schifffahrt selbst zu Thal nur wenig und nur dann ausgeübt, wenn besonders günstige Wasserstände eintreten, was indessen nur selten der Fall ist. Trotz der Ungunst der Verhältnisse hat es, wie die ausgeführten Regulierungswerke beweisen, an Versuchen, diesen Fluß schiffbar zu machen, oder doch wenigstens seine Schiffbarkeit zu erhöhen, nicht gefehlt, und die in dieser Beziehung angestellten Versuche, welche ein Zeugniß der in früherer Zeit bethätigten mangelhaften Erkenntniß über die Wirkungen von Regulierungswerken ablegen, sowie die sonstigen Erscheinungen an diesem wilden und unstillen Fluß, namentlich aber seine Wasserverhältnisse, bieten für das Studium hohes Interesse. Auf Blatt 57 ist die Loire mit ihren Nebenflüssen, und zwar von Monistrol bis Blois, wo einzelne längere Strecken von Digois bis Orléans bereit wurden, dargestellt. Ein großer Theil der nachfolgenden Erörterungen ist französischen Autoren entlehnt, indess ergänzt und kritisch beleuchtet, soweit dies nach den eigenen Wahrnehmungen möglich war.

Die Loire mit einem Flußgebiet von rot: 115000 qkm hat von ihren im Département Ardèche belegenen Quellen bis zur Mündung in's atlantische Meer bei Nazaire eine Länge von 980 km, ist daher der längste Fluß Frankreichs. Sein absolutes Total- und Partialgefälle, seine Geschwindigkeit bei verschiedenen Wasserständen und zwar beim étiage und bei 1, 2 und 3 m über diesem Wasserstande, sowie seine Maximal- und Minimalwassermassen in den verschiedenen Strecken ergeben sich nach Débauve aus den nachstehenden Tabellen A, B und C.

Tabelle A der Länge und des Gefälles.

Flussstrecke.	Länge km	Absolutes	
		Total- gefälle. m	Partial- gefälle. pro km m
Von Gerbier-des-Joues bis Retournac	122	905,04	7,41
„ Retournac bis Roanne	130	230,32	1,77
„ Roanne bis zur Alliermündung	178	104,82	0,58
„ der Alliermündung bis Briare	95	42,92	0,45
„ Briare bis Orléans	83	34,75	0,41
„ Orléans bis zur Chermündung	141	51,76	0,37
„ der Chermündung bis Saumur	50	14,35	0,28
„ Saumur bis Cé	42	8,28	0,19
„ Cé bis zum Meer	139	15,76	0,11
Sa.	980	1408,00	$\frac{11,57}{9}$ = 1,29

Tabelle B der Flufsgeschwindigkeiten bei verschiedenen Wasserständen.

Flussstrecke.	beim			
	étage m	bei 1 m über dem étage m	bei 2 m m	bei 3 m m
Zwischen Briare und Orléans	0,60	1,12	1,63	1,94
„ Orléans und Blois	0,59	1,17	1,53	1,84
„ dem Cher und der Vienne	0,55	1,06	1,42	1,68
„ Saumur und Cé	0,40	0,81	1,12	1,32
Oberhalb Nantes	0,35	0,75	0,91	1,12
Sa.	$\frac{2,49}{5}$ = 0,50	$\frac{4,91}{5}$ = 0,98	$\frac{6,61}{5}$ = 1,32	$\frac{7,90}{5}$ = 1,58

Tabelle C der Minimal- und Maximal-Wassermassen pro Secunde im Jahre 1856.

Ort der Flussstrecke.	Maximal- Wasser- masse cbm	Minimal- Wasser- masse cbm	Verhältniß der Niedrigwasser- masse zur Hoch- wassermasse.
Allier-Mündung	9000	30	1: 300
Orléans	7500	45	1: 166
Blois	6900	50	1: 138
Tours	6411	64	1: 100
Cé-Brücke	6097	110	1: 55
Nantes	6115	200	1: 20

Tabelle A läßt schon erkennen, daß der Fluß in seinem obersten Lauf auf 252 km Länge, etwa bis Roanne, ein reisender Wildbach ist und von dort bis zur Chermündung, 141 km unterhalb Orléans, auf 547 km noch ein sehr starkes Gefälle hat, welches sich erst im unteren Lauf auf 181 km Länge wesentlich verringert.

Aus Tabelle B ergibt sich für die Geschwindigkeiten beim étage und diejenigen bei 1, 2 und 3 m höheren Wasserständen annähernd ein Verhältniß von 1 : 2 : 2,6 : 3,6.

Die auffallendste Erscheinung macht sich in Tabelle C geltend, indem zwar die Niedrigwassermasse von der Quelle nach dem Meere zunimmt; die Hochwassermasse aber in den oberen Flussstrecken und zwar oberhalb der Alliermündung am erheblichsten ist, von da jedoch bis Cé stetig abnimmt. Diese von den meisten Flüssen abweichende Erscheinung erklärt sich bei der Loire dadurch, daß in den oberen gebirgigen Strecken des Flußgebiets die atmosphärischen Niederschläge sofort nach ihrem Entstehen in ihrer ganzen Masse dem Flußbett zugeführt, dann aber zum Theil durch

die Einbaue zu Pinay und la Roche zurückgehalten werden, zum Theil auch in die Niederungen des Hauptflufsthal, sowie in die benachbarten Seitenthäler eindringen, diese überfluthen und dort eine Zeit lang verweilen, so daß sie theils zur Verdunstung gelangen, theils erst später in die Loire zurückfließen, zur Anschwellung des unteren Laufs daher nicht mehr so erheblich beizutragen vermögen. In den unteren, mehr im Hügel- und Flachland belegenen Flussstrecken dagegen dringen die atmosphärischen Niederschläge in erheblicher Masse in das Erdinnere des Flußgebiets ein und werden nur nach und nach dem Flußbett zugeführt. Die Bedeutung der obengenannten Einbaue auf die Wasseraufspeicherung erhellt aus der Angabe, daß bei der Hochfluth des Jahres 1846 auf der Strecke von Feurs bis zu den Einbauen Pinay und la Roche in einem Zeitraum von 16 Stunden 30 Minuten 131 Millionen cbm Wasser abgeführt worden sind, wovon aber in Folge des durch die Einbaue erzeugten Staus 108 Millionen cbm in die Niederungen eingedrungen sein sollen. Hiernach würde die Wassermasse der Loire unterhalb um 1818 cbm pro Secunde vermindert worden sein. Das Hochwasser erreichte demgemäß auf der oberen Strecke bei Balbigny eine Höhe von 11,37 m, auf der unteren Roanne aber, woselbst die Wassermasse auf 7300 cbm angegeben wird, nur eine Höhe von 7,42 m über dem étage. Für die bekannte höchste Fluth soll sich indessen die Masse des oberhalb zurückgehaltenen Wassers nahezu verdoppeln. Vorstehende Erklärung der ungewöhnlichen Erscheinung wird übrigens auch durch das in der dritten Colonne der Tabelle C angegebene Verhältniß der Niedrigwassermasse zur Hochwassermasse bestätigt, und ist außerdem auch noch auf die unterhalb der Alliermündung vorhandenen, ganz unregelmäßig angeordneten Deichanlagen und darauf zurückzuführen, daß die atmosphärischen Niederschläge in den verschiedenen Gebieten der Loire und ihrer Nebenflüsse zu sehr verschiedenen Zeiten einzutreten pflegen. So soll in den Flußgebieten oberhalb der Allier-Mündung der Regen vorzugsweise durch Südwind, unterhalb aber durch Westwind erzeugt werden. Erfolgen aber die Niederschläge in den verschiedenen Flußgebieten, deren Flächen zu $\frac{3}{8}$ aus wasserundurchlässigem Boden bestehen, einmal gleichzeitig, so senden die Nebenflüsse ihre Wassermassen eher in die Loire, sind in dieser also theilweise schon abgeflossen, wenn die der oberen Loire-Strecken ankommen. Beispielsweise hat der Allier schon seine Hochfluthen an die Loire abgegeben und durch letztere abgeführt, wenn die der oberen Loire an der Allier-Mündung eintreffen.

Tabelle C giebt die Hochwassermassen des Jahres 1856 an, die erwähnte Erscheinung ist aber, wenn auch in geringerem Grade, bei andern Hochfluthen, z. B. 1872 auf der Strecke Briare-Tours ebenfalls constatirt worden, indem die Hochwassermasse bei Briare 4800 cbm, bei Gien 4600 cbm, bei Orléans 4220 cbm, bei Blois 4400 cbm und bei Tours 4200 cbm betragen hat.

Bei allen diesen Angaben wird man jedoch immerhin annehmen können, daß sie, wenn auch nach gewissen Beobachtungsergebnissen berechnet, zum Theil doch auf Schätzungen beruhen, wie Jeder bestätigen wird, welcher Messungen der Hochwassermasse eines Flusses practisch versucht bzw. ausgeführt und darauf hin Wassermassenberechnungen angefertigt hat.

Die Hochfluthen schädigen die Flufsthäler im Loire-Gebiet sehr häufig und in so hohem Grade, daß man schon seit langer Zeit, aber vergebens, bedacht gewesen ist, Mittel zum Schutz und zur Sicherung der Flufsniederungen anzuwenden. Die in dieser Beziehung gemachten, zum Theil auch realisirten Vorschläge bestehen:

- in der Aufspeicherung oder Ansammlung eines Theils der Hochwassermasse durch Einbaue und Staudämme,
- in der Eindeichung des Flufsthalts,
- in Ableitung des Hochwassers durch Nebenläufe, Seitenbassins oder durch Ueberfälle in den Deichen nach den Niederungen,
- in Bildung von Hochwasserversicherungs-Genossenschaften und in Wiederbewaldung und Wiederberasung des Flufsgebiets.

Aufspeicherung der Hochwassermasse durch Einbaue und Staudämme.

Schon im Anfang des vorigen Jahrhunderts hatte man zum Zweck der Aufspeicherung der Hochwassermasse im oberen Flufsthal, auf der Strecke zwischen Roanne und Feurs, zwei Einbaue bei Pinay und la Roche erbaut, welche der Loire nur ein Abflußprofil von je 20 m Breite gestatten. Die Werke, mangelhaft unterhalten, geriethen zwar in Verfall, wurden aber später wieder hergestellt und üben, wie oben schon bei der Fluth des Jahres 1846 erörtert wurde, eine sehr bedeutende Wirkung aus. Das Oberwasser oberhalb des Einbaues bei Pinay erhob sich damals 2,92 m, oberhalb la Roche aber 6,00 m über dem Unterwasser; ohne diese Einbaue würde sich nach angestellten Berechnungen bei Roanne ein 1 m höherer Wasserstand, als thatsächlich erfolgt, entwickelt haben. Nur selten finden sich jedoch an der Loire Flufsstrecken, welche durch ihre natürliche Gestaltung der Ufer die Anlage derartiger Einbaue in dem Grade begünstigen, wie dieses bei Pinay und la Roche der Fall ist. Man würde daher bei Durchführung des Aufspeicherungssystems auf künstliche Anlagen sowohl im Loire-Flufsthal, als auch in den Seitenthälern, und zwar meist wohl auf Staudämme angewiesen sein. Ueber deren Zweckmäßigkeit gehen aber die Ansichten der Hydrotekten auch bezüglich der Loire weit auseinander. Darüber herrscht zwar Uebereinstimmung, daß sich durch Staudämme eine gewisse Wassermasse aufspeichern läßt, man bezweifelt aber vielfach, daß die Aufspeicherung zur Beseitigung der Hochfluth-Gefahren ausreichen und das bedeutende Anlagecapital im günstigen Verhältniß zum Nutzen der Staudämme stehen werde. Die Anhänger der letzteren heben, wohl mit Recht, hervor, es sei weniger die Höhe des Wasserstandes der Fluth, als vielmehr die Strömung derselben gefährlich, letztere werde aber durch Verminderung der Hochfluthmasse geschwächt, die aufgespeicherte Wassermasse lasse sich zur Industrie und Landwirtschaft, sowie zur Speisung des Flusses bei trockener Jahreszeit zweckmäßig verwenden, auch fehle es an geeigneten Baustellen zur Errichtung von Staudämmen und ausgedehnten Wasserreservoirs nicht, da allein im Loire-Departement etwa 24 derartige Localitäten vorhanden und geeignet seien, solche Wassermassen aufzuspeichern, als zur Senkung des Hochwasserstandes von 1846 um etwa 2,50 m nothwendig gewesen sei. Andererseits halten die Gegner der Staudämme letztere überhaupt nur dort anwendbar, wo sich ein für Wasser undurchlässiger Untergrund vorfinde, in

Folge dessen sei die Zahl geeigneter Localitäten eine sehr geringe, der Erfolg auch überhaupt ein zweifelhafter, weil sich die zur Beseitigung der Hochwassergefahren erforderliche Wassermasse gar nicht aufspeichern lasse, und endlich stehe auch die große Kostensumme und nicht geringe Schwierigkeit der Erbauung und Erhaltung der Staudämme ihrer Anwendung entgegen. Dem Einwande, daß bereits in anderen Flufsthälern derartige Bauwerke erbaut seien, begegnen sie mit dem Hinweis, daß diese einmal weniger zum Zweck der Verminderung der Hochfluthgefahren, als vielmehr zu Schiffahrts- und industriellen Zwecken, außerdem aber auch in den hoch belegenen oberen Strecken der Flufsthäler angelegt seien, während Reservoirs zur Aufnahme eines Theils der Hochfluth eine Lage in den unteren Partien der Seitenflufsthäler, somit schwierigere und kostspieligere Bauwerke erfordern würden. Sei nun auch der Nutzen eines Reservoirs mit etwa 100 Millionen cbm Wassermasse zu Schiffahrts- und industriellen Anlagen in manchen Fällen gar nicht zu bestreiten, so übe doch eine solche der Hochfluth entzogene Wassermasse immer nur einen geringen und keineswegs einen so genügenden Einfluß auf die Wasserspiegelsenkung aus, daß die Baukosten der Anlage gerechtfertigt werden könnten. Endlich aber bewirke ein Staudamm nicht nur eine Wasseransammlung zur Zeit der Hochfluth, sondern auch nach jedem stärkeren Regen, überfluthe daher fast dauernd große, oft culturfähige Flächen Landes.

Es ist einleuchtend, daß sich die Frage über die Zweckmäßigkeit der Staudämme nicht allgemein weder bejahen, noch verneinen läßt, nur die speciellen Localverhältnisse können hier in jedem einzelnen Falle den Ausschlag geben. Jedenfalls würde aber die Durchführung eines Plans, die Hochfluthgefahren der Loire durch Herstellung von Wasserreservoirs mittelst Staudämme zu beseitigen, ganz enorme Mittel erfordern, und dies mag wohl in erster Linie der Grund sein, warum von diesem System im Großen noch keine Anwendung gemacht worden ist. Für unsere deutschen Flüsse erscheint es sowohl dieserhalb, als auch wegen des Mangels an Localitäten zur Anlage ausreichender Reservoirs und wegen des Werths der von diesen einzunehmenden Terrains im Allgemeinen zu gedachten Zwecken nicht anwendbar, und kann es sich hier nur in einzelnen Fällen, allenfalls in den oberen, gebirgigen Flufsstrecken, um die Anlage von Staudämmen handeln, wenn diese eine Wasseransammlung im Interesse der Industrie, der Landwirtschaft und der Schiffahrt bezwecken, oder zur Versorgung von Städten dienen sollen.

Zu den Anlagen, welche auf diesem Princip beruhen, gehören auch einzelne der in den Seitenthälern der oberen Loire ausgeführten Bauwerke. So befindet sich im Flufsthal des Furens ein durch Staudamm gebildetes Wasserreservoir, welches früher die Stadt Saint-Etienne in trockener Jahreszeit, bestehender Mühlenanlagen halber aber nicht ausreichend, mit Wasser versorgte. Nach Ablösung der Mühlenberechtigungen hat die 125000 Einwohner zählende Stadt in den Jahren von 1873 bis 1878 für den Preis von 1024000 \mathcal{M} . noch ein zweites Reservoir, 2200 m oberhalb des älteren, behufs Aufspeicherung einer Wassermasse von 1350000 cbm angelegt. Der zugehörige, im Grundriß einen Kreisbogen von 350 m Radius bildende, 155 m lange Staudamm ist aus Granitmauerwerk bis zur Höhe von 34,50 m

über der Thalsohle ausgeführt. Seine Kronenbreite beträgt 4,90 m, seine Sohlenbreite im Querprofil 21,86 m, die Mauermasse der gesamten Anlage aber 42100 cbm. Bei dem oben angegebenen Kostenpreise entfällt sonach auf den Cubikmeter aufgespeicherter Wassermasse ein Kostenbetrag von 0,76 M. Ist das Reservoir gefüllt, so fließen die überschießenden Wassermassen mittelst eines Ueberfallwehrs von 30 m Länge, welches 1 m unter der Krone des Staudammes liegt, in einen Canal ab, welcher sie durch 7 Cascaden dem Furens-Bach unterhalb wieder zuführt. Eine andere, analoge Staudammanlage ist gegenwärtig auch in der Ebene Forez auf dem linken Loire-Ufer zu Ent- und Bewässerungszwecken in der Ausführung begriffen. Auch möge an dieser Stelle ein auf der Weltausstellung angetroffenes Modell einer, industriellen Zwecken dienenden beweglichen Wehranlage, welche im oberen Flußgebiet der Loire in den Wildbächen Vigézy und Moingt in der Nähe von Montbrison wiederholt ausgeführt und in der oben erwähnten Publikation, Zeitschrift für Bauwesen 1879, speciell dargestellt ist, noch erwähnt werden. Da sich auch bei den Wildbächen die nachtheiligen Wirkungen der festen Wehre zeigen, nämlich Erhöhung des oberen Bachbettes, gestörte Abfuhr der Hochfluthen und Eismassen, Bildung von Teichen, in denen sich zur Sommerszeit gesundheitsschädliche Stoffe ansammeln, so zieht man bewegliche Wehre immer mehr vor. Letztere lassen sich jedoch in der für schiffbare Flüsse bekannten Construction nicht verwenden, weil derartige Wehre bei Wildbächen zu viel Zeit zum Aufrichten und Niederlegen erfordern, hier auch zu kostspielig, gefährlich und zu wenig widerstandsfähig sein würden. Man verlangt vielmehr von einem beweglichen Wehr für Wildbäche leichte, schnelle und sichere Handhabung, Festigkeit, Einfachheit und Billigkeit.

Eindeichung des Flußthals.

Auch die Frage über die Zweckmäßigkeit der Eindeichung des Loire-Flußthals ist zur Zeit unter den französischen Autoren noch eine offene, indem die in dieser Beziehung dort und auch an anderen Orten gemachten Erfahrungen eine Uebereinstimmung der Ansichten nicht herbeigeführt haben. Während die Einen den Hochwasserdeichen eine gefährliche Hebung des Wasserspiegels zur Zeit der Hochfluthen und eine nicht minder nachtheilige Vermehrung der Strömung zuschreiben, hieraus aber eine Vergrößerung der Gefahren, wie die Verwüstungen bei Deichdurchbrüchen beweisen, ableiten, und auch auf die durch Hochwasserdeiche veranlafte allmälige Versumpfung und Vermagerung der eingedeichten Binnenländereien hinweisen, welche aus der stetigen Erhöhung der Flußbettsohle und dem Verbleiben der Niederung in der früheren Höhe, sowie aus der Absperrung der fruchtbaren Schlickmassen des Flusses vom Binnenlande resultiren müssen, vertheidigen die Anderen die Hochwasserdeiche hauptsächlich deshalb, weil letztere einmal thatsächlich schon seit Jahrhunderten bestehen, und sich dementsprechend die Niederungsverhältnisse im Lauf einer langen Zeitperiode entwickelt haben, weil ferner die Deiche bisher schon oft gute Dienste geleistet, die Hochfluthen vom Eindringen in die Niederungen abgehalten, auch seit ihrer Verstärkung und Erhöhung Durchbrüche in denselben nur selten stattgefunden haben. Da diese Streitfrage auch unter den deutschen Hydrotekten eine alte, noch nicht

ausgetragene ist, und Erörterungen an dieser Stelle zu weit führen würden, so soll seitens des Verfassers, welcher in den bestehenden Hochwasserdeichen allerdings nicht rationelle Anlagen erblickt, hier nur bemerkt werden, daß seiner Ansicht nach die rationelle Eindeichung eines Flußthals nur den Schutz der Niederungen gegen Sommerfluthen und gegen Strömung der Winterfluthen bezwecken, die höchsten Fluthen aber mit ihrem reichen Schlickgehalt dem Binnenlande nicht entziehen darf.

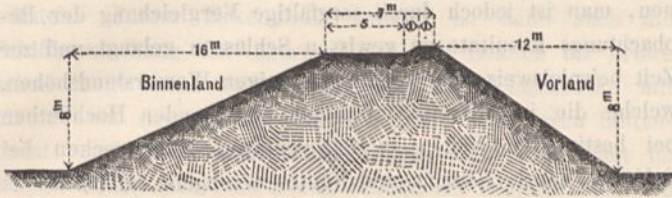
Auch an der Loire bestehen Hochwasserdeiche zur Sicherung der Niederungen sowie zum Schutz von Städten und sonstigen Ansiedelungen schon seit Jahrhunderten. Die bald nur auf einem, bald aber auch auf beiden Flußufern angelegten Deiche schränken das natürliche Flußthal, welches von der Alliermündung bis Nantes eine mittlere Breite von 2 km, bei Orléans und Saumur aber eine solche von etwa 5 km besitzt, ebenso wie bei unseren Flüssen in ganz unregelmäßiger Weise ein, so daß die Normalbreite von der Alliermündung bis Briare 1430 m, von da bis zur Chermündung 790 m, dann bis Cé 1060 m und von dort bis Nantes 1620 m, auf vielen Stellen aber nur 300 bis 500 m und bei Blois sogar nur 250 m beträgt. Diese erheblichen Unregelmäßigkeiten tragen nicht wenig zur Verwilderung des Flußbettes, zur Vermehrung der Hochwassergefahren und zu jenen Abnormitäten bei, deren oben schon bezüglich der Hochwasserverhältnisse gedacht wurde. An Deichen sind zur Zeit auf dem rechten Ufer von der Allier-Mündung bis zum Meer 235 km und auf dem linken 249 km vorhanden, welche dort 53572 ha, hier aber 4200 ha, im Mittel also 197 ha pro km Länge schützen. Oberhalb der Alliermündung bestehen nur wenige Deiche, auch dienen sie daselbst mehr dem Zweck, Uferabbrüche zu vermeiden.

Bei den Hochfluthen der Jahre 1846, 1856 und 1866 sollen die Loire-Deiche, obwohl sie im Laufe der Zeit gegen ihre erste Anlage durchschnittlich um 3 m erhöht und wesentlich verstärkt worden sind, gegenwärtig auch um 8,00 bis 8,50 m den Wasserstand des étiage überragen, keine wesentlichen Dienste geleistet haben, indem sie an zahlreichen Stellen durchbrochen sind, in Folge dessen denn der größte Theil der eingedeichten Niederungen bedeutenden Verwüstungen und Beschädigungen ausgesetzt gewesen ist. Der Schaden der Hochfluth von 1846 wird allein auf 32 Millionen Mark veranschlagt.

Die durch die Loire-Deiche veranlafte unreguläre und vielfach sehr übermäßige Einschränkung des Flußthals ist offenbar ganz zweckwidrig, da der Fluß bei Hochfluthen seine Wassermassen in den jetzigen Profilen gar nicht regelmäßig abzuführen vermag. Einer Beseitigung oder Verlegung der Deiche werden aber zur Jetztzeit noch vielfache Bedenken entgegengesetzt, obwohl das Vertrauen zu den bestehenden Anlagen schon sehr abgenommen hat und man auch in Frankreich zur Erkenntniß gelangt ist, daß eine zuverlässige Beseitigung der Hochfluthgefahren durch die bestehenden Hochwasserdeiche nicht herbeigeführt wird.

Bei der Bereisung wurden die auf dem linken Ufer der Loire bei Nevers und bei Fourchambault unterhalb Nevers bis zur Mündung des Aubeis-Baches bei Marseilles les Aubigny in einer Ausdehnung von 10 km speciell besichtigt. Sie haben 6 bis 7 m breite, etwa 7 bis 8 m über dem étiage liegende, unbefestigte, meist der Communication dienende

Kronen, äußere Böschungen von $1\frac{1}{2}$ facher und innere von 2 facher Anlage. Eine längere Strecke zeigte nach der bestehenden Skizze eine Berme von 0,50 m Höhe, welche nach-



träglich zum Zweck der Deicherhöhung aufgebracht worden ist. Die Böschungen waren mangelhaft, oft gar nicht berast, zum Theil wucherte auf ihnen Dornenstrauch, hier und da zeigten sich auch erhebliche Abrutschungen und auf der Krone wo sie als Fahrweg dient, tiefe Geleise, so daß die Deichanlagen den Eindruck äußerst mangelhafter Unterhaltung machten. An einzelnen Stellen sind noch Wayen (Auskolkungen im Vor- und Binnenlande) als Ueberreste der durch frühere Deichdurchbrüche veranlaßten Verwüstungen vorhanden.

Ableitung des Hochwassers durch Nebenläufe, Seitenbassins oder durch Ueberfälle in den Deichen nach den Niederungen.

Wenngleich das Princip der Vergrößerung des Abflußprofils eines Flusses während der Hochfluth durch Nebenläufe behufs Senkung des Wasserspiegels richtig ist, so treten der practischen Durchführung doch in der Regel so erhebliche Schwierigkeiten entgegen, daß man von diesem Mittel nur partielle Erfolge erwarten kann. Wo die Localität die Bildung von Nebenläufen gestattet oder begünstigt, wird die dementsprechende Anlage gewiß gerechtfertigt sein. An der Loire aber soll sich die Anwendung dieses Palliativmittels in Folge der natürlichen Gestaltung des Flußthals und des starken, eine künstliche Befestigung der Ufer der Nebenläufe bedingenden Gefälles nur in wenigen Fällen ermöglichen und wegen der hohen Kosten nur dort rechtfertigen lassen, wo es sich um den Schutz einer Stadt oder eines besonders werthvollen Uferterrains handelt. Zudem führt der Nebenlauf, da dieser doch nur in den seltensten Fällen in's Meer einmünden kann, seine Wassermassen dem Flußbett unterhalb wieder zu und schafft hier wiederum neue Verlegenheiten.

Auch von der für die Loire vorgeschlagenen Anlage von Seitenbassins, welche als Wasserreservoir im Flußthal gedacht sind, wird kein großer Erfolg zu erwarten sein. Sie sollten an ihrer oberen Abzweigung vom Flußbett dem Hochwasser bei gewisser Höhe den Eintritt gestatten, bei der Wiedereinmündung unterhalb aber mit regulirbaren Abschlußbauten versehen sein, um die in den Seitenbassins aufgespeicherten Hochwassermassen später wieder abführen zu können. Bei dem Mangel an geeigneten Localitäten, der Höhe der Kosten und der Unzulänglichkeit dieses Mittels ist der Realisirung des Vorschlags denn auch nicht nähergetreten worden.

Zweckmäßiger und wirksamer erscheint die Anlage von Ueberfällen. Man versteht hierunter kurze Deichstrecken, deren Kronen unter der Normaldeichhöhe liegen, welche daher dem Hochwasser bei einer gewissen Höhe den Abfluß in die Niederung gestatten. Selbstverständlich erfordern solche Ueberfälle wehrartige Bauten oder besonders günstig

gestaltete natürliche Terrainformation, wenn beim Einlauf des Wassers in die Niederung Auskolkungen in der Nähe des Ueberlaufs verhindert werden sollen. Immerhin aber würden hierbei die Niederungen überfluthet und die Zwecke der Hochwasserdeiche, zum Theil wenigstens, illusorisch gemacht werden. Aus diesen Gründen hat man auch dieses Mittel im Großen noch nicht, sondern nur bei einzelnen Anlagen, wie bei Blois, woselbst die Krone des Ueberfalles in der Höhe von nur 5 m über dem étiage liegt, angewendet.

Bildung von Hochwasser-Versicherungsgenossenschaften.

In Erwägung der Hindernisse, welche der Durchführung der besprochenen Mittel zur Beseitigung der Hochwassergefahren entgegenstehen, ist die Hoffnung, den Hochfluthen wirksam begegnen zu können, zur Zeit nur noch eine geringe, und dies hat zu dem Gedanken geführt, das Uebel ohne Weiteres zu ertragen und seine materiellen Nachteile möglichst durch Versicherungsgesellschaften decken zu lassen. Bis jetzt haben sich indessen solche Gesellschaften wegen des immerhin zweifelhaften Erfolges eines derartigen Unternehmens auch noch nicht gebildet. Einmal ist es nämlich eine bekannte Erfahrung, daß die Nachteile der Hochfluth sehr bald in trockenen Jahren in Vergessenheit zu gerathen und unterschätzt zu werden pflegen; ein Theil der Niederungsbewohner würde daher voraussichtlich, in der Hoffnung auf Nichtwiederkehr der Hochfluth oder auf nicht große Bedeutung derselben, der Versicherungsgesellschaft entweder gar nicht oder nur zeitweise beitreten. Dann aber ist auch die Größe der Gefahr für die einzelnen Niederungen so verschieden und so schwer festzustellen, daß sich kaum gerechte und annehmbare Versicherungsbeiträge ermitteln lassen würden, und endlich sind noch die Factoren zur Berechnung der Wahrscheinlichkeit des Eintritts schädlicher Hochfluthen und der Größe des Schadens bis jetzt zu wenig bekannt, um eine einigermaßen zutreffende Basis für die Wahrscheinlichkeit der Rentabilität des Unternehmens aufstellen zu können.

Wiederbewaldung und Wiederberasung des Flußgebiets.

Ueber den etwaigen Erfolg der Anwendung dieses Mittels läßt sich, ganz abgesehen davon, daß es in der practischen Durchführung vielleicht das schwierigste von allen ist, nach dem zeitigen Stande der Wissenschaft ein abschließendes Urtheil noch nicht fällen. Man ist hier vorzugsweise auf das Gebiet der Vermuthungen angewiesen, und wenn man auch das angegebene Mittel für das Loire-Flußgebiet in Vorschlag gebracht hat, so verhehlt man sich doch keineswegs die Zweifelhaftigkeit desselben. So geeignet auch Waldungen und beraste Flächen im Loire-Gebiet zur nachhaltigen Vermehrung der Niedrigwassermasse des Flusses sein mögen, so ist doch kaum anzunehmen, daß sie eine solche Verminderung der Hochwassermasse herbeizuführen vermögen, als zur Beseitigung der Hochfluthgefahren erforderlich ist. Die Hochfluthen entstehen aus atmosphärischen Niederschlägen, welche zunächst in fein zertheiltem Zustande in der Luft gebunden sind, erst in Folge von Strömungen in der Atmosphäre beim Zusammentreffen mit Luftschichten von anderer Temperatur und anderem Wassergehalt ausgeschieden werden und dann auf die Erde fallen. Die den Niederschlag veranlassenden Luftschichten empfangen aber ihre Wassertheilchen sehr wahrscheinlich, zum großen Theil

wenigstens, nicht in dem Flußgebiet, an welches sie thatsächlich ihre atmosphärischen Niederschläge abgeben, sondern in ganz anderen, oft sehr fern gelegenen Gebieten. Daß nun Bewaldungen und Berasungen der Erdoberfläche im Loire-Flußgebiet die Wirkung haben sollen, die Masse der hier niederfallenden atmosphärischen Niederschläge so wesentlich anders, als gegenwärtig geschieht, zu vertheilen, daß gefährliche Hochfluthen künftighin nicht mehr entstehen können, ist nicht gerade wahrscheinlich. Nach manchen in dieser Beziehung angestellten Beobachtungen ist aber auch eine gewisse Vermehrung der atmosphärischen Niederschläge durch Wiederbewaldung und Wiederberasung zu erwarten, so daß sich der günstige Einfluß der Bewaldung mehr auf die Verzögerung des Abflusses der niedergeschlagenen Wassermassen erstrecken dürfte. Hieraus kann denn auch wohl eine gewisse Verminderung der Hochwassermassen des Flusses resultiren, ob aber in solchem Grade, daß dadurch die Hochfluthgefahren beseitigt werden, ist bis jetzt nicht bewiesen worden, bleibt vielmehr noch eine offene Frage. —

So ergibt sich denn als Endresultat der Betrachtung sämtlicher gemachten Vorschläge der Schlufs, daß alle bisherigen Bauausführungen, Projecte etc. die Hochwassergefahren der Loire nicht beseitigt haben und voraussichtlich auch in Zukunft nicht beseitigen werden.

Wesentlich ist dies Folge der planlosen Behandlung des Loire-Flußthals in früheren Jahrhunderten, wonach man dasselbe durch Deiche derartig und so unregelmäßig einengte, daß die Hochwassermassen nicht mehr normal abfließen konnten. Liegt hiernach das Grundübel zum großen Theil in den verfehlten Deichanlagen, so wird nur durch Beseitigung dieses Uebels eine Besserung zu erwarten sein, und es wird sich hierbei fragen, ob man die Hochwasserdeiche so zurücklegen soll, daß sie überall die zur normalen Abführung der Wassermassen erforderlichen Flußbreiten gestatten, oder ob das nach Ansicht des Verfassers Zweckmäßigere den Vorzug verdient, nämlich die Hochwasserdeiche allmählig im Laufe der Zeit durch regelmäßige Sommerdeiche zu ersetzen, hinter denselben aber, zur Vermeidung der Strömung in den Niederungen, Querdeiche, sowie zum Schutz von Städten, Ortschaften und Ansiedelungen besondere Umwallungen zu schaffen. So lange man jedoch das Uebel für noch erträglich hält, wird man weder das eine noch das andere Mittel wählen, da es für die ausführende Generation mit großen Opfern verbunden ist und durchgreifende Veränderungen in den Niederungsverhältnissen bedingt. Daß die Beseitigung der Hochwasserdeiche aber nicht nur eine vereinzelte Ansicht, sondern auch die Ansicht vieler Eingedeichten ist, beweisen die dieserhalb am Niederrhein schon wiederholt in den Jahren 1784, 1823 und 1860 gepflogenen Verhandlungen zwischen den zahlreichen Deichverbänden, wonach verschiedene derselben für Beseitigung der Hochwasserdeiche und Einführung der Sommerdeiche stimmten, mit ihrem Votum indeß bis jetzt nicht durchdrangen, weil andere benachbarte oder gegenüberliegende Verbände die Niederlegung der Hochwasserdeiche ablehnten. Die Frage wird auch nach dem Urtheil vieler Eingedeichten in der Zukunft, wenn außergewöhnliche Hochfluthen eintreten sollten, wiederum auf der Tagesordnung erscheinen, und ob sie dann in dem bisherigen Sinne entschieden wird, läßt sich heute weder zutreffend bejahen noch verneinen.

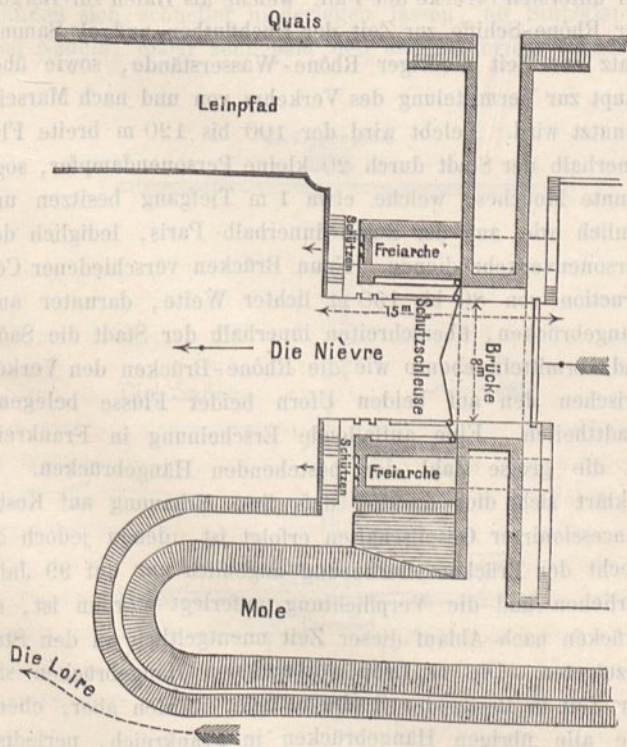
Für ein gesetzmäßiges Eintreten der Loire-Hochfluthen sind nach den bisherigen Beobachtungen, obwohl diese sehr zahlreich vorliegen, sichere Anhaltspunkte noch nicht gewonnen, man ist jedoch durch sorgfältige Vergleichung der Beobachtungs-Resultate zu gewissen Schlüssen gelangt und zur Zeit beispielsweise im Stande, diejenigen Wasserstandshöhen, welche die im oberen Flußgebiet eintretenden Hochfluthen bei bestimmten Höhen in den unteren Flußstrecken bei Orléans, Tours, Saumur und Nantes erzeugen, im Voraus zu bestimmen. Dementsprechend erfolgt denn auch bei jeder Hochfluth eine sofortige telegraphische Benachrichtigung aller unterhalb belegenen Stationen, so daß diese oft schon mehrere Tage vor Ankunft der Fluth vom Eintreffen derselben und ihrer voraussichtlichen Höhe unterrichtet sind, somit alle Vorkehrungen zur Sicherung der, der Inundation ausgesetzten Gegenstände treffen können. Es ist dies sowohl für die Industrie und Landwirtschaft, als auch für die Bauverwaltung, namentlich dann, wenn sie größere Bauten ausführt, von großer Wichtigkeit.

Die Hochwassernachrichten erfolgen übrigens in Frankreich bei fast allen Flüssen, nachdem die wissenschaftliche Verwerthung der Pegelbeobachtungen an der Seine zur Ableitung eines Gesetzes geführt hat, mit dessen Hilfe man die aus den Fluthen des oberen Flußlaufs resultirenden Wasserstandshöhen der Seine für Paris lange Zeit vor Ankunft der Fluthen mit nahezu mathematischer Sicherheit soll berechnen können. Zu ähnlichen Resultaten ist man übrigens in der Neuzeit auch bei der preussischen Elbe gelangt, und es wäre gewiß zweckmäßig, wenn diesem Gegenstande ebenso an den übrigen deutschen Flüssen eine größere Beachtung geschenkt und namentlich der Hochwasser-Nachrichtendienst einheitlich geordnet würde.

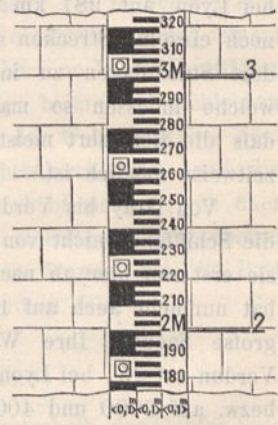
Im größten Contrast zu den Hochfluthen der Loire steht ihre Niedrigwassermasse, die sich in trockenen Zeiten in einer schmalen Rinne innerhalb des breiten, mit Kies- und Sandbänken wild bedeckten Flußbettes fortbewegt. Oberhalb Nevers ist dann nur eine Minimal-Wassertiefe von 0,20 m und auch unterhalb Briare nur eine solche von 0,25 bis 0,30 m vorhanden. Von da bis Orléans wächst die Tiefe bis auf 0,45 m, und von Orléans bis Tour soll sie durchschnittlich an 60 Tagen des Jahres unter 0,40 m, an 60 Tagen 0,40 m, an 70 Tagen 0,60 m, an 90 Tagen 0,75 m und an 65 Tagen mehr als 1 m messen, wobei der an der Jahressumme noch fehlenden 20 Tage in der, diesen Angaben zu Grunde gelegten Quelle nicht gedacht wird. Zwischen Tours und Angers bewegt sich die Minimalwassertiefe zwischen den Grenzen 0,40 m und über 1 m (letztere an 65 Tagen), und von dort bis Nantes, dem Beginn des nicht bereisten und hier nicht zur Erörterung gelangenden Fluthgebiets, zwischen 0,65 und über 1,5 m (letztere an 95 Tagen).

Hiernach ist die Schiffbarkeit der Loire eine nur sehr beschränkte, und alle Versuche, sie wesentlich zu erhöhen, sind an der geringen Niedrigwassermasse, dem starken Gefälle und der durch die Hochfluthen erzeugten, massenhaften Geschiebebewegung gescheitert. Letztere ist so bedeutend, daß man allein die aus den Seitenflüssen alljährlich dem Loire-Bett zugeführten gröberen Sinkstoffmassen auf wenigstens 2 Millionen Cubikmeter schätzt. Derartigen Verhältnissen würde nun zwar durch Verwendung ganz enormer Mittel bis zu einem gewissen Grade allenfalls erfolgreich zu begegnen

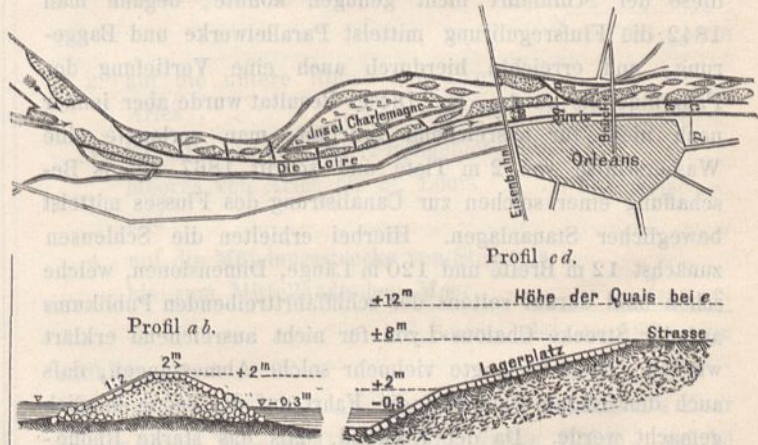
sein, man wird aber Derartiges wohl nicht unternehmen, weil auch die dann erreichten Resultate immer nur mäßige sein und zum Kostenpunkt im ungünstigsten Verhältnisse stehen würden. Dieser Erkenntnis zufolge ist denn auch die Schiffbarmachung der oberen Loire von Roanne bis Briare schon längst ganz aufgegeben und diese Flußstrecke mit einem, auf dem linken Ufer belegenen schiffbaren Seitencanal versehen worden, während man in der Jetztzeit im Begriff steht, nach Verwerfung bezüglicher Projecte auch die Schiffbarmachung der Flußstrecke von Briare bis unweit Angers preiszugeben und die nöthigen Wasserwege durch Canalanlagen auf beiden Loire-Ufern zu schaffen. Diese Canäle sollen indessen mit der Loire in Verbindung gesetzt werden, um letztere wenigstens bei geeigneten Wasserständen erreichen und benutzen zu können. Derartige Verbindungs-canäle bestehen auch schon jetzt zwischen der Loire und ihrem Seitencanal, und ist eine solche Verbindung bei Nevers auf Blatt 57 dargestellt, um auf den verwilderten Zustand des Flußbettes, seine zahlreichen Sinkstoffbänke und die wechselnden Flußbreiten innerhalb der auf beiden Ufern vorhandenen Hochwasserdeiche, sowie endlich noch, um auf die Einmündung des Nebenflusses Nièvre hinzuweisen. Letzterer mündet unter einem sehr spitzen Winkel oberhalb der massiv gewölbten Brücke bei Nevers in die Loire und ist an der Einmündung mit einer in nächstfolgender Skizze im Grundriß dargestellten Brücke mit Schutzschleuse versehen, unterhalb deren der den Trennungsdamm bildende Hochwasserdeich als Molenkopf endigt. Die Schutzschleuse hat den Zweck, das Hochwasser der Loire von der Nièvre abzusperren, ist daher mit Hochfluththoren versehen, welche so lange geschlossen bleiben, bis die Fluth abgelaufen ist. Während dieser Zeit stauen sich zwar im Flußthal der Nièvre ihre Wassermassen an, dieses soll jedoch bei weitem keine so nachtheilige Ueberfluthung des Nebenfluthals veranlassen, als wenn die Loire-Fluthen ungehindert eindringen und zurückstauen könnten. Die gewöhnlichen Loire-Hochfluthen verlaufen nämlich meist schon innerhalb



24 bis 48 Stunden, so daß dann die angestauten Nièvre-Wassermassen wieder Abfluß finden. Zur Beförderung desselben hat das Bauwerk noch zwei, am Unterhaupt durch je 3 Schützen verschließ- und regulirbare Freiarchen von 2 m lichter Weite erhalten. Zur Vermehrung der Wassertiefe in den oberhalb der Brücke vorhandenen Hafenbassins sind im Oberhaupt Dammbalken eingesetzt, welche zur Zeit der Bereisung eine Erhebung des Oberwassers um 0,50 m über dem Unterwasserspiegel erzeugten. Das in den sichtbaren Theilen aus Quadermauerwerk errichtete Brücken- und Schleusenbauwerk hat eine lichte Weite von 8 m, die Brücke ist überwölbt und mißt bis zum Gewölbescheitel vom Leinpfad aus 3 m und von der Sohle ab 6,50 m lichte Höhe. Ein Pegel ist zwar hier nicht, wohl aber an der nahe unterhalb belegenen Loire-Brücke angebracht. Dieser gab am Tage der Besichtigung den sehr niedrigen Loire-Wasserstand auf -0,05 m an. Der Leinpfad liegt in der Höhe von +2,40 m und die Krone der Quais bei Nevers bei +9 m. Beistehende Skizze zeigt den aus Gufseisen hergestellten Pegel, welcher sich wegen seiner practischen Construction und übersichtlichen Eintheilung zur Nachahmung empfiehlt. Die schwarz gezeichneten Flächen treten vor den weißen etwas vor. Schraubenbolzen befestigen den Pegel auf dem Brückenpfeiler, auf dessen Mauerwerk jedes volle Meter noch durch einen dicken schwarzen Oelfarbenstrich markirt ist.



Von der Anordnung und der Art der zur versuchten Schiffbarmachung der Loire verwendeten Regulirungswerke giebt die Strecke bei Orléans in nachstehender Skizze ein Bild. Man hoffte durch Einschränkung des ca. 320 m



breiten Flußbettes daselbst bis auf 80 bis 100 m, also bis auf etwa 1/3 seiner Breite, mittelst Parallelwerke eine genügende Fahrtiefe zu erlangen, überschätzte aber die Wirkung der Werke und lieferte sonach auch in Frankreich ein Beispiel verfehelter Anlage von Parallelwerken, die bei den Eigenschaften der Loire an dieser Stelle ein befriedigendes Resultat gar nicht herbeizuführen vermögen. Ausreichende Tiefe wurde denn auch nicht einmal längs der Quais von Orléans erreicht, so daß gegenwärtig dort, selbst bei höheren Wasserständen, nur kleine Fahrzeuge von 36 m Länge, 6 m Breite und 0,60 m Tiefgang verkehren können, welche

angeblich meist Wein oder Holz laden. Von Interesse sind endlich vielleicht noch nachstehende an der Loire-Brücke bei Orléans markirte, auf den Pegel daselbst bezogene Hochwasserstände:

2. Juni 1856	=	7,12 m
?	1866	= 6,92 m
20. October	1846	= 6,38 m
8. u. 9. Aug.	1825	= 6,00 m
23. October	1872	= 5,22 m

Die Quais bei Orléans liegen etwa in der Höhe von + 12 m a. P.

3. Die Saône.

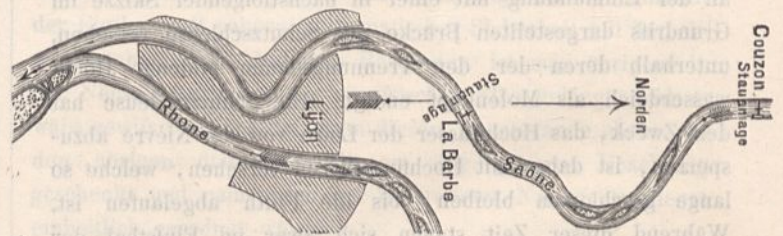
Die natürliche Schiffbarkeit der Saône beginnt bei Gray, 198 km unterhalb ihrer in den Vogesen belegenen Quelle, und erstreckt sich bis zur Einmündung in den Rhône-Fluß bei Lyon auf 281 km Länge. Auch oberhalb Gray sind noch einzelne Strecken schiffbar, jedoch nur in so weit, als dort Stauanlagen zu industriellen Zwecken errichtet sind, welche indessen so mangelhafte Schiffsdurchlässe besitzen, daß die Bergfahrt meist gar nicht und die Thalfahrt nur zeitweise möglich ist.

Von Gray bis Verdun-sur-Doubs südlich von Dijon ist die Schifffahrt nicht von großer Bedeutung, solche gewinnt sie erst von hier ab nach Aufnahme des Doubs-Flusses und hat nunmehr auch auf 166 km Länge bis Lyon den Namen große Saône. Ihre Wassermasse wird beim étiage bei Verdun auf 25, bei Lyon auf 60 cbm, ihre Hochwassermasse bezw. auf 3000 und 4000 cbm, von einzelnen Autoren noch etwas höher angegeben, während ihr absolutes Gefälle von Verdun bis Saint-Bernard auf 131 km nur 5 m oder 0,04 m pro km und von da bis Lyon auf 35 km Länge 7 m oder 0,20 m pro km beträgt. In ihrem natürlichen Zustande hatte die Saône von Verdun bis Lyon früher bei 1,10 bis 1,25 m Geschwindigkeit nur 0,45 bis 0,60 m Minimalwassertiefe. Da diese der Schifffahrt nicht genügen konnte, begann man 1842 die Flusregulierung mittelst Parallelwerke und Baggerung, und erreichte hierdurch auch eine Vertiefung der Fahrrinne bis zu 1,25 m. Dieses Resultat wurde aber immer noch nicht für ausreichend erachtet; man verlangte eine Wasserstrasse von 2 m Tiefe und schritt 1867 behufs Beschaffung einer solchen zur Canalisirung des Flusses mittelst beweglicher Stauanlagen. Hierbei erhielten die Schleusen zunächst 12 m Breite und 120 m Länge, Dimensionen, welche schon bald darauf seitens des schifffahrttreibenden Publikums auf der Strecke Chalons-Lyon für nicht ausreichend erklärt wurden. Man verlangte vielmehr solche Abmessungen, daß auch den Rhône-Dampfern die Fahrt auf der Saône möglich gemacht werde. Da der Einwand, daß das starke Rhône-Gefälle Fahrzeuge mit Dampfmaschinen von 400 Pferdekraften, die Saône aber nur solche von $\frac{1}{4}$ dieser Stärke erfordere, daß es daher rationell sei, die Saône lediglich als zum System der Canäle gehörig zu betrachten, nicht durchdrang, wurde die Breite der Schleusen zunächst auf 14 m, ihre Länge auf 150 m, sehr bald nacher aber auf bezw. 16 und 160 m festgesetzt, in Folge dessen denn einzelne, schon beendete Stauanlagen wieder umgebaut werden mußten.

Gegenwärtig bestehen von Lyon aufwärts bis Chalons 5 Stauanlagen, und zwar zu La Barbe, Couzon, Port-Bernalin, Thoisy und Gigny, oberhalb aber außerdem

noch 12, welche Schleusen von 5,20 bis 12 m Breite und 35 bis 120 m Länge besitzen. Die Minimalwassertiefe soll in den oberen Strecken zwar normal 1,60 m betragen, sie erreicht aber beim étiage nur 0,80 m; auf der Strecke Verdun-Saint-Bernard findet sich die größte Tiefe der canalisirten Saône, nämlich 2 m, während sie von Chalons bis Lyon wegen des starken Gefälles bis auf 1,80 m abnimmt. Es bietet somit dieser Fluß bezüglich des Grades seiner zeitigen Schiffbarkeit ein Beispiel auffallend erheblicher Verschiedenheit, und man ist vielfach von der Nothwendigkeit dieser ungleichen Schiffbarkeit nicht überzeugt. Im Ganzen wurden bereits rot. 23 Millionen Mark für die Schiffbarmachung der Saône verausgabt, man beabsichtigt jedoch hierfür noch eine weitere Ausgabe von 15 $\frac{1}{2}$ Millionen, so daß dann auf die gesammte schiffbare Strecke von Port-sur-Saône bis Lyon pro km rot. 105000 \mathcal{M} . entfallen würden, deren Verzinsung jedoch bei dem zeitigen Verkehr und den bestehenden Schifffahrtsabgaben kaum zur Hälfte möglich ist, ein Beweis, daß in Frankreich eine unzureichende directe Rentabilität kein Hinderniß ist, wenn es sich um Verbesserung der dem Landeswohl dienenden Schifffahrtsstraßen handelt.

Bereist wurde die Saône-Strecke von der Mündung in die Rhône bis Couzon auf etwa 13 km Länge. Die Saône

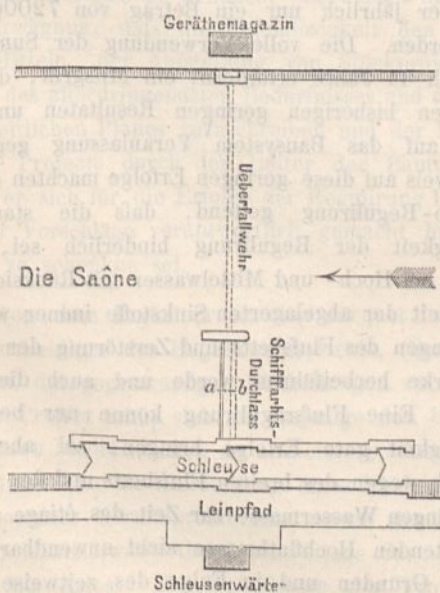


durchzieht zunächst, von ihrer Mündung ab, das auf dem von beiden genannten Flüssen gebildeten Delta großstädtisch veranlagte und landschaftlich schön gelegene Lyon, woselbst sich längs der durchweg mit Quai-Mauern eingefassten Ufer ein reger Schiffsverkehr entwickelt. Namentlich ist dies auf der untersten Strecke der Fall, welche als Hafen zur Bergung der Rhône-Schiffe zur Zeit der Hochfluthen und als Sammelplatz zur Zeit niedriger Rhône-Wasserstände, sowie überhaupt zur Vermittelung des Verkehrs von und nach Marseille benutzt wird. Belebt wird der 100 bis 120 m breite Fluß innerhalb der Stadt durch 20 kleine Personendampfer, sogenannte Mouches, welche etwa 1 m Tiefgang besitzen und, ähnlich wie auf der Seine innerhalb Paris, lediglich dem Personenverkehr dienen. Neun Brücken verschiedener Construction von 80 bis 150 m lichter Weite, darunter auch Hängebrücken, überschreiten innerhalb der Stadt die Saône und vermitteln ebenso wie die Rhône-Brücken den Verkehr zwischen den auf beiden Ufern beider Flüsse belegenen Stadttheilen. Eine auffallende Erscheinung in Frankreich ist die große Zahl der bestehenden Hängebrücken. Es erklärt sich dies daraus, daß ihre Erbauung auf Kosten concessionirter Gesellschaften erfolgt ist, denen jedoch das Recht der Brückenzollerhebung angeblich nur auf 99 Jahre verliehen und die Verpflichtung auferlegt worden ist, die Brücken nach Ablauf dieser Zeit unentgeltlich an den Staat abzutreten. Die in Lyon vorhandenen Hängebrücken sind zur Zeit in Besitz der Stadtgemeinde, werden aber, ebenso wie alle übrigen Hängebrücken in Frankreich, periodisch

einer technischen Untersuchung und Probelastung durch Staatsingenieure unterworfen.

Oberhalb Lyon ist die Saône, wenigstens bis Couzon, durch Inseln öfter in zwei Arme gespalten, ihr Bett aber tief in's Flussthal eingeschnitten, so daß sie dieserhalb sowohl, als auch wegen ihrer sonstigen Eigenschaften zur Canalisation sehr geeignet erscheint. Die Inseln im Flusbett haben an dem oberen und unteren Auslauf in der Regel Separationswerke, bisweilen ist auch das obere behufs Abschluß des einen Armes zu einer Coupirung ausgebildet. Aus der ziemlich lebhaften Strömung in den oberen Strecken der Haltungen läßt sich schließen, daß die Stauanlagen nach den Gefälleverhältnissen des Flusses etwas weit auseinander liegen, sowie aus dem Vorhandensein eines Dampfbaggers, welcher mit Vertiefung der Fahrrinne in einer Haltung beschäftigt war, daß durch Stau allein die erforderliche Fahrtiefe dauernd nicht zu erhalten ist. Es sollen denn auch auf der oberen, nicht bereisten Strecke öfter Baggerungen erforderlich sein.

Die erste Stauanlage oberhalb Lyon ist bei la Barbe. Sie besteht aus einer Schleuse von 12 m Breite und 120 m Länge, einem Schiffahrtsdurchlaß von 50 m und einem Ueberfallwehr von 90 m lichter Weite. Bei dem zeitigen Verkehr, namentlich mit Rücksicht auf den bestehenden Tauereibetrieb, genügen die Dimensionen der mit eisernen Thoren versehenen Schleuse nicht mehr und sollen daher nach Analogie der zunächst oberhalb belegenen Schleuse vergrößert werden. Der Schiffahrtsdurchlaß ist durch Wehrklappen geschlossen, welche von einer 3 m oberhalb angeordneten, auf Poiréeschen Stützklappen oder Wehrböcken ruhenden Laufbrücke und mittelst einer fahrbaren Winde, zur Anziehung der an den Wehrklappen befestigten Ketten, bedient werden; das Ueberfallwehr hat dagegen nur Stützklappen mit Nadeln. Die gleichzeitige Verwendung beider Staumittel wiederholt sich auch bei den oberen Stauanlagen und ist aus dem Grunde gewählt worden, weil einerseits die Wehrklappen bei den häufig eintretenden höheren Wasserständen sich schneller niederlegen lassen, als Stützklappen und Nadeln, daher sehr bald den ungehinderten Wasserab-



Profil ab.



fluß gestatten, während andererseits die Nadeln bei nur geringem Steigen des Wasserstandes leichter verstellbar sind, als Wehrklappen, daher eine bequemere Regulierung des Wasserabflusses ermöglichen.

Die generelle Anordnung der nächsten, oberhalb bei Couzons folgenden analogen, nur in den Dimensionen variirenden Stauanlage ist vorstehend dargestellt. Die Schleuse hat hier 16 m Breite und 160 m Länge, der Schiffahrtsdurchlaß 130 m und das Ueberfallwasser 130 m lichte Weite. Bei ihrer Länge vermag die Schleuse einen Toueur mit seinem Anhang aufzunehmen, sie hat aber noch ein mittleres Thorpaar, behufs Wasserersparung beim Durchschleusen einzelner Schiffe. Der Wehrrücken des Ueberfallwehrs liegt 1 m höher als der des Schiffahrtsdurchlasses, und die Maximalstauhöhe des Oberwassers erhebt sich 3,50 m über dem letzteren, oder 2,70 m über dem étiage. Ganz ebenso sollen auch die nächsten 3 oberen Stauanlagen zu Port Bernalin, Thoisey und Gigny angeordnet sein.

4. Die Rhône.*)

Die Rhône erreicht 21,7 km unterhalb des Genfer Sees die französische Grenze und hat von hier bis zum Mitteländischen Meer eine Länge von 522,6 km, wovon

- 1. auf die obere, nur flößbare Strecke bis Parc = 33,30 km
- und von dort, dem Beginn ihrer Schiffbarkeit, bis Lyon = 158,30 "
- = 191,60 km
- 2. auf die untere Rhône von Lyon bis Arles = 281,00 "
- 3. auf die Rhône im Fluthgebiet des Meeres von Arles bis St. Louis . . . = 43,00 "
- und
- 4. auf die Mündungsstrecke von St. Louis bis zum Mitteländischen Meer . . . = 7,00 "
- in Summa also = 522,60 km

entfallen. Der oberhalb Arles abzweigende und ebenfalls in's Meer einmündende Nebenarm heißt die kleine Rhône, welche indessen für die Schifffahrt von keiner besonderen Bedeutung ist.

a. Die obere Rhône.

Bei dem bedeutenden Gefälle von 0,96 m pro km im oberen und 0,30 m im unteren Theil dieses Flußlaufes ist die Schifffahrt daselbst wenig erheblich und zur Zeit nur von

*) Es ist die in Deutschland meist gebräuchliche Bezeichnung „Die Rhône“ beibehalten worden, die französische Schreibweise ist aber „le Rhône.“

localer Bedeutung, indem sie hauptsächlich dem Transport von Baumaterialien dient. Trotzdem ist auch hier auf einzelnen Strecken eine Erhöhung ihrer Schiffbarkeit durch Regulierungswerke versucht worden, und zwar hat man hierzu eine Verbindung von Bühnen und Parallelwerken gewählt, welche eine Normalprofilbreite von 30 bis 60 m begrenzen. Nach der Ansicht einzelner Autoren würde die Schiffbarkeit durch zeitweise Verwendung eines Theils der im Genfer See aufgespeicherten Wassermassen sich erheblich vermehren lassen und dieses auch für die untere Rhône von Vortheil sein. Bis jetzt ist man indessen diesem Projecte noch nicht näher getreten. Der größte Nebenfluß ist der Ain, welcher in der unteren Strecke ebenfalls für schiffbar gilt, in seinem oberen Lauf aber nur flöfsbar ist.

b. Die untere Rhône.

Auf ihrem Lauf von Lyon bis Arles durchzieht die untere Rhône vielfach gebirgiges Terrain, in Folge dessen eine große Zahl von Wildbächen und Nebenflüssen einmünden. Zu den bedeutendsten Nebenflüssen zählen auf dem rechten Ufer die Saône und die Ardèche, auf dem linken aber die Isère und Durance, während von Wildbächen zu nennen sind: der Gier, die Gère, die Galaure, der Doux, die Eyrieux, die Drôme, der Roubion und der Aigues. Die Wildbäche sind zwar zur Sommerzeit nahezu trocken, führen aber bei Hochfluthen dem Hauptfluß nicht nur ganz erhebliche Wassermassen, sondern auch eine große Menge Kies, Gerölle, Steine und selbst einzelne Felsstücke zu. Das oft durch Inseln gespaltene Flußbett besteht von Lyon bis Soujean, mit Ausnahme an den Mündungen der Nebenflüsse und Wildbäche, im Allgemeinen aus mehr oder weniger grobem Kies, unterhalb aber bis Arles nur noch aus Sand. Bei Hochfluthen ist die Sinkstoffbewegung, wie die zahlreich vorhandenen Kies- und Sandbänke und die zeitigen Verwilderungen des Flußbetts auf einzelnen Strecken beweisen, eine sehr bedeutende, so daß die Lage der Schifffahrtsrinne dem häufigen Wechsel unterworfen ist. Alljährlich wird die Schifffahrt monatelang durch Hoch- und Niedrigwasser, sowie zuweilen durch Eisgang und starke Nebel unterbrochen. Vorwiegend ist die Thalfahrt, da die Bergfahrt in der starken Strömung ein Hinderniß findet, bei günstigen Wasserständen verkehren indess auch Personen- und Güterdampfer. Letztere, namentlich von der Compagnie générale de la navigation speciell für die untere Rhône lang und flach erbaut, messen oft bei 1,60 m Tiefgang 160 m Länge und 7 m Breite, gehen aber nur von Lyon bis Arles, woselbst das Umladen der Güter in Seefahrzeuge erfolgt. Bei ungünstigen Wasserständen liegen sie entweder in Arles oder in Lyon, im letzten Fall in der Saône, um beim ersten kräftigen Regen mit der Fluthwelle stromabwärts zu fahren.

Die Wassermasse beim étiage beträgt zwischen Lyon und St. Vallier 210 cbm, von da bis zur Isère-Mündung 235 cbm, dann bis zur Ardèche-Mündung 330 cbm, bis zur Durance-Mündung 360 cbm und unterhalb Durance 400 cbm pro Secunde, das mittlere Gefälle aber von Lyon bis St. Vallier auf 76 km Länge 0,475 m pro km

von da bis zur Isère-Mündung	„ 28 „ „	0,56 „ „
„ „ „ „ Ardèche	„ 87 „ „	0,788 „ „
„ „ „ „ Soujean	„ 85 „ „	0,50—0,25 „ „
und „ „ bis Arles	„ 5 „ „	0,60 „ „

Dabei ist aber das Gefälle in den einzelnen Strecken sehr verschieden vertheilt und erreicht stellenweise sogar 0,006 m pro Meter. In Folge dessen bildet sich dann im Längensprofil beim étiage eine mit sehr verschiedenen Neigungen versehene gebrochene Wasserspiegellinie, welche die schwächsten Gefälle in den großen Wassertiefen, die stärksten in den Untiefen des Flusses zeigt. Wie an anderen Flüssen, so wechseln auch hier die Tiefen mit den Untiefen, oft in sehr regelmässiger Weise, ab.

Die untere Rhône gehört zu den wenigen Flußstrecken Frankreichs, deren Schiffbarmachung gegenwärtig noch durch das Mittel der Regulierung angestrebt wird. Man hofft hierdurch eine Minimalwassertiefe von 1,60 m beim étiage zu beschaffen, welche indessen bis jetzt nur in einzelnen Strecken vorhanden ist. Der Erfolg der Regulierungsarbeiten wird auch heute noch von vielen französischen Hydrotekten bezweifelt, nachdem sich die Enquête-Commission wiederholt gegen die Regulierung und für einen von Lyon bis Beaucaire auf dem rechten Flußufer zu erbauenden, in das aufgestellte Wasserstraßennetz der Zukunft auch aufgenommenen Seitencanal, dessen Herstellung eine Summe von 72 Millionen Mark erfordern würde, ausgesprochen hat. Außerdem hält man eine Minimalwassertiefe von 1,60 m nicht für ausreichend, fordert vielmehr eine solche von 2 m.

Der historische Verlauf der Rhône-Regulierung ist nach französischen Quellen etwa folgender: Schon in den ältesten Zeiten wurden einzelne Regulierungswerke erbaut, welche indessen mehr zum Schutze der Ufer und des Inundations-terrains, als zum Zweck der Schiffbarmachung dienten. Wo letzteres dennoch der Fall war, sind nur geringe Erfolge erzielt worden, und es hat sich herausgestellt, daß manche dieser sowie auch der seit 1860 erbauten Werke für die zeitige Regulierung sogar Hindernisse bilden.

Mit den Vorarbeiten zur eigentlichen Regulierung wurde erst im Jahre 1860, mit den Arbeiten aber erst auf Grund eines Gesetzes, welches eine Summe von 41 Millionen Mark zur Disposition stellte, begonnen. Danach sollte für die obere Rhône eine Minimalwassertiefe von 1 m bzw. 1,50 m, für die untere von 1,60 m und für die im Fluthgebiet von 2 m mittelst Parallelwerke hergestellt, von der bewilligten Summe aber jährlich nur ein Betrag von 720000 M. verwendet werden. Die volle Verwendung der Summe würde sonach noch 41 Jahre erfordern, ein Mißgriff, der wesentlich zu den bisherigen geringen Resultaten und heftigen Angriffen auf das Bausystem Veranlassung gegeben hat. Unter Hinweis auf diese geringen Erfolge machten die Gegner der Rhône-Regulierung geltend, daß die starke Flufsgeschwindigkeit der Regulierung hinderlich sei, daß sie namentlich bei Hoch- und Mittelwasser mit Rücksicht auf die Beweglichkeit der abgelagerten Sinkstoffe immer wieder neue Verwilderungen des Flußbetts und Zerstörung der ausgeführten Bauwerke herbeiführen werde und auch die Bergfahrt erschwere. Eine Flußregulierung könne nur bei mässiger Geschwindigkeit gute Erfolge bringen, sei aber für die Rhône auch wegen des breiten Flußbetts und der verhältnißmässig geringen Wassermasse zur Zeit des étiage und wegen der bedeutenden Hochfluthmasse nicht anwendbar. Da aber aus diesen Gründen und in Folge des zeitweise wildbachähnlichen Charakters des Flusses auch seine Canalisierung

nicht zweckmäßig erscheine, so bleibe nur die Anlage eines Seitencanals übrig, um so mehr, als selbst die von den Anhängern der Regulirung günstigen Falls erhoffte Minimalwassertiefe von 1,60 m dem Schifffahrtsbedürfnis doch nicht genügen könne. Ist letzteres richtig, so würden die Gegner der Regulirung wohl mit ihrer Ansicht durchgedrungen sein, denn wenn eine Wasserstrasse von nur 1,60 m erhofft wird, diese aber dem Bedürfnis nicht genügt, so wird auch ihre Herstellung nicht als besonders lohnend bezeichnet werden können. Andererseits kann aber der Zweifel über den Erfolg der Rhone-Regulirung, falls solche systematisch zur Durchführung gelangt, namentlich in Bezug auf den unteren Lauf der in Rede stehenden Strecke, in Anbetracht der immer noch reichlichen Niedrigwassermasse und des mässigen Gefälles daselbst, zur Zeit nicht begründet werden. Denn wenn es auch wohl richtig ist, daß sich durch Regulirung für jeden Fluß nur eine gewisse Schifffahrt herstellen läßt, so ist doch weder die Wissenschaft, noch die Erfahrung zur Zeit im Stande, den erreichbaren Grad der Schifffahrt genau anzugeben. Von diesem Gesichtspunkt aus würde es für die Wissenschaft sehr zu bedauern sein, wollte man die Rhône-Regulirung eher aufgeben, als bis evident der Nachweis geführt ist, daß das Mittel der Regulirung nicht die nothwendige Schifffahrt zu schaffen vermag. Zweckmäßig aber erscheint es, mit der Regulirung nach Maafsgabe der disponiblen Mittel zunächst nur von dort ab, wo sie den besten Erfolg am ersten erhoffen läßt, also von Arles ab aufwärts in der Richtung nach Lyon vorzugehen und sie ev. an denn Punkte abzubrechen, wo sie sich thatsächlich zur Erreichung der nothwendigen Erfolge nicht mehr anwendbar erweisen sollte.

In neuester Zeit scheinen jedoch die Anhänger der Regulirung mit ihrer Ansicht durchgedrungen zu sein, denn unterm 13. Mai 1878 sind auf Grund eines Gesetzes 36 Millionen Mark für die Beendigung der Rhône-Regulirungsbauten von Lyon bis zum Meer mit der Maafsgabe zur Verfügung gestellt worden, die Arbeiten innerhalb eines Zeitraumes von 6 Jahren zu vollenden und eine Wasserstrasse herzustellen, welche geeignet sei, dem Schifffahrtsbedürfnis zur Verbindung des Mittelländischen mit dem Atlantischen Meer und der Nordsee zu genügen. Es beruht dieses Gesetz auf der Erwägung, daß die Erfolglosigkeit den bisherigen geringen Mitteln, der Aufstellung von Stückprojecten nach Maafsgabe des allerdringendsten Bedürfnisses und dem Mangel eines einheitlichen Planes zuzuschreiben und der Begründung des neuen Projects durch den Leiter der Bauten, um so mehr, als er sich für die Erfolge der Regulirung bei Acceptirung seiner Vorschläge verantwortlich gemacht habe, volles Vertrauen zu schenken sei.

Das von dem Ingénieur en chef Jacquet, dem erfolgreichen Vertheidiger des Regulirungssystems, (dem auch ein großer Theil der gegenwärtigen Mittheilungen zu danken ist) aufgestellte Project lehnt sich an dasjenige des Jahres 1862 unter gewissen Modificationen an und erstrebt durch Parallel- und Anschlußwerke die Herstellung eines Niedrigwasserbetts von angemessener Normalprofilbreite, sowie die Beschaffung von 1,60 m Minimalwassertiefe beim étiage für die Strecke von Lyon bis Arles. Die Grundsätze des Projects sind: Aufstellung eines einheitlichen Planes, möglichst gleichmäßige

Vertheilung des Gefälles, Beibehaltung desselben dort, wo es vom jetzigen mittleren wenig abweicht, Verringerung aber auf den Uebergängen von einer in die andere Serpentine und Vermehrung in den jetzigen großen Tiefen, ferner Bildung mässiger Serpentinien, Fixirung der Fahrinne in den Concaven, Verbauung der großen Tiefen daselbst unter Abflachung der Curven, Herstellung besonders starker Werke in den Concaven und Höhenlage derselben nach der Oertlichkeit. Diesen Grundsätzen läßt sich bis auf Einzelheiten, welche sich namentlich auf die Herstellung mässiger Serpentinien beziehen, im Wesentlichen beistimmen. Sie sind theils durch theoretische Betrachtungen, theils aber auch aus den Resultaten der bisherigen Rhône-Regulirungsbauten abgeleitet, und diese letzteren haben den Verfasser des Projects hauptsächlich zu der Ueberzeugung vom Erfolg seines Unternehmens geführt. So sollen stellenweise die bis jetzt erbauten Werke eine constante Vertiefung von 1,42 m erzeugt haben, und in einzelnen Strecken, namentlich in der 25 km langen von St. Vallier bis Châteaubourg, Minimalwassertiefen von 1,60 m fast durchweg vorhanden und nur noch die Regulirung von einzelnen Untiefen erforderlich sein, trotzdem das Gefälle auf der letzten Strecke 13,61 m oder im Mittel 0,544 m pro km, auf dem untersten, durchweg regulirten Lauf von 8 km Länge aber sogar 0,587 m pro km beträgt. Hieraus und aus den sonstigen Erscheinungen wird auch auf die erfolgreiche Regulirung der Strecke von Lyon bis zur Ardèche-Mündung, welche nur 0,491 m mittleres Gefälle pro km besitzt, geschlossen, während von da bis zur Ardèche-Mündung wegen des starken Gefälles von 0,79 m pro km die größten Schwierigkeiten zu erwarten sein würden, wenn hier nicht eine schon erhebliche Niedrigwassermasse zur Verfügung stände. Unterhalb werden die Erfolge wiederum als sicher in Aussicht gestellt. Man nimmt an, daß durch Einschränkungswerke, eventuell durch einmalige Baggerungen überall die erforderliche Tiefe zu schaffen sei, verhehlt sich aber nicht, daß das Maaf der nothwendigen Einschränkung im Voraus schwer zu bestimmen sei. Trotzdem hat man dieses Maaf zunächst auf theoretischem Wege ermittelt, und zwar unter Verwendung der Factoren, — Wassermasse Q , Gefälle i , mittlere Tiefe R , und Coefficient k . Die mittlere Geschwindigkeit ist dabei nach der Formel $R \cdot i = k v^2$ berechnet und unter Einsetzung des Werths für

$$v = \frac{Q}{B \cdot R},$$

worin B die Normalprofilbreite bezeichnet, für die Bestimmung von B aus

$$R \cdot i = \frac{k \cdot Q^2}{B^2 \cdot R^2}$$

die Formel:

$$B = \sqrt{\frac{k \cdot Q^2}{R^3 \cdot i}}$$

abgeleitet, in welcher der Werth für R aus dem parabolischen Normalprofil mit einer Minimaltiefe von 1,60 m, d. h. nur für die Breite der Fahrinne = 1,20 m gefunden, der Werth für k aber nach Darcy und Bazin = $0,00028 \left(\frac{1 + 1,25}{R} \right) = 0,0005717$ angenommen worden ist. Auf diese Weise hat man die in nachstehender Tabelle zusammengestellten Resultate ermittelt:

Tabelle der Normalprofilbreiten in den einzelnen Rhône-Strecken von Lyon bis Arles, unter Berücksichtigung der verschiedenen Wassermasse beim étiage und des verschiedenen Gefälles.

Gefälle pro km	Normalprofilbreite in den Strecken				
	von Lyon bis St. Vallier	von St. Vallier bis zur Isère-Mündung	von der Isère- bis zur Ardèche-Mündung	von der Ardèche- bis zur Durance-Mündung	von der Durance-Mündung bis Arles
	bei Q = 210 cbm	bei Q = 235 cbm	bei Q = 330 cbm	bei Q = 360 cbm	bei Q = 400 cbm
	m	m	m	m	m
0,50	170,82	191,15	268,42	292,82	325,36
0,60	155,93	174,42	245,02	267,30	297,00
0,70	144,37	161,56	226,88	247,50	275,00
0,80	135,06	151,13	212,22	231,52	257,24
0,90	127,32	142,48	200,08	218,27	242,52
1,00	120,79	135,17	189,82	207,07	230,08
1,10	115,16	128,87	180,97	197,42	219,36
1,20	110,26	123,38	173,25	189,00	210,00

Man will indessen diese Werthe, da man sie nach der gewonnenen Erfahrung vielfach für noch zu groß hält, der Ausführung nicht zu Grunde legen, hat sich vielmehr für folgende wesentlich geringere Normalbreiten, und zwar mit Ausnahme der Flußspaltungsstrecken

für 130 bis 150 m für d. Strecke von Lyon bis zur Isère-Mündung
 „ 150 „ 200 „ „ „ „ „ da bis zur Ardèche-Mündung
 „ 150 „ 250 „ „ „ „ „ „ „ Arles, und
 „ 400 „ „ „ „ „ „ „ zum Meer
 entschieden.

Behufs Bestimmung der Höhe der Werke ist man einigen zu bestreitenden Ansichten gefolgt, indem man annimmt, daß das Flußbett bei Wasser-Geschwindigkeiten unter 2 m pro Secunde nicht mehr merklich verändert werde. Es soll also dann keine erhebliche Sinkstoffbewegung mehr stattfinden, man glaubt vielmehr, daß solche am lebhaftesten bei mittleren Wasserständen, bei Hochfluthen aber geringer sei. Wenn nun auch zugegeben werden muß, daß die mittleren Wasserstände länger anhalten als die Hochfluthen, daher lange Zeit hindurch die Flußbettgestaltung beeinflussen, so entstehen die Hauptverwilderungen des Flußbetts doch erfahrungsmäßig bei Hochwasser, und es finden in den deutschen Flüssen Sinkstoffbewegungen bei weit geringeren Geschwindigkeiten als 2 m pro Secunde thatsächlich in großartigem Maasse statt. Für die obige Annahme stützt man sich auf die von Sainjon bei der Bewegung der Loire-Sinkstoffe gemachten Beobachtungen, wonach Kiestheilchen

von 0,01 m Durchm. eine Geschwindigk. von 0,50 m,
 „ 0,04 „ „ „ „ „ „ 1,00 „
 „ 0,10 „ „ „ „ „ „ 1,50 „
 „ 0,17 „ „ „ „ „ „ 2,00 „
 zur Fortbewegung erfordern.

An der Rhône ist man auf diese Weise zur Bestimmung eines bis jetzt anderwärts unbekanntes Wasserstandes gelangt, welchen man mit eaux régulatrices bezeichnet. Bei Vorhandensein desselben soll vorzugsweise die Form des Flußbetts geregelt werden, während niedrigeren Wasserständen ein wesentlicher Einfluß hierauf abgesprochen wird. Für die Rhône bestimmt sich, wie gesagt, dieser Wasserstand dann, wenn die Geschwindigkeit des Wassers etwa 2 m und etwas mehr beträgt, und dies soll im Allgemeinen bei einem Wasserstande von 1,50 m über dem étiage der Fall sein. Nach dieser sehr dehnbaren Erklärung soll die Höhe der Werke nach dem Gefälle bestimmt werden, muß daher selbst auf kurzen Flußstrecken eine sehr variable sein. Die Krone der Parallelwerke, welche durch normal zur Streichlinie liegende Anschlußwerke mit dem Ufer zu verbinden sind, soll nun im maximum bis zu diesem Wasserstande reichen, je nach der Localität aber auch niedriger liegen, hierüber jedoch entgiltig erst die Erfahrung entscheiden. Einstweilen hat man nachfolgende Tabelle nach der Formel

$$R \cdot i = k v^2$$

unter Einsetzung der oben schon angegebenen Werthe berechnet, um zu ermitteln, wie hoch die Werke bei Geschwindigkeiten von etwa 2 m zu legen sein würden.

Tabelle der Höhe der Werke über dem étiage bei verschiedenen Geschwindigkeiten und verschiedenen mittleren Tiefen.

Höhe der Parallelwerke über d. étiage m	Mittlere Tiefe R m	Werth des Coefficienten k	Werthe der mittleren Geschwindigkeiten pro Secunde bei Werthen des Gefälles i							
			=0,50 m	0,60 m	0,70 m	0,80 m	0,90 m	1,00 m	1,10 m	1,20 m
0,00	1,20	0,0005717	1,02	1,12	1,21	1,29	1,37	1,45	1,52	1,58
0,50	1,70	0,0004859	1,32	1,45	1,56	1,67	1,77	1,87	1,96	2,05
1,00	2,20	0,0004391	1,58	1,73	1,87	2,00	2,12	2,24	2,35	2,45
1,50	2,70	0,0004096	1,81	1,99	2,15	2,29	2,43	2,56	2,69	2,80
2,00	3,20	0,0003894	2,03	2,22	2,40	2,56	2,72	2,87	3,01	3,14

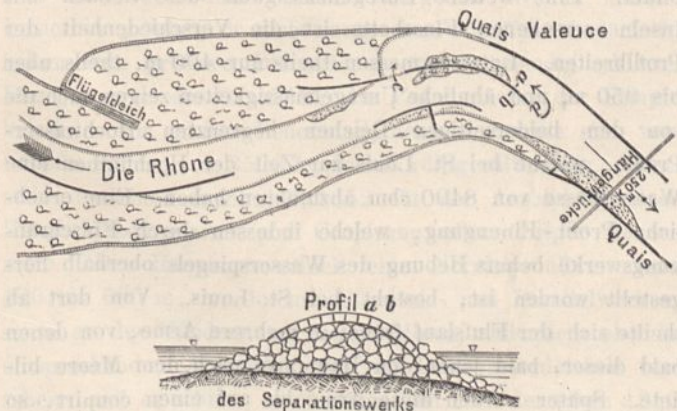
Die Regulierungswerke selbst sollen in den Concaven aus massivem Kern mit gemauerter Pflasterhülle, in den Convexen, namentlich auf den Kies- und Sandbänken, aus Kieskern, übrigens aber auch mit gemauerter Pflasterhülle construiert werden. Die Krone wird auf 1,5 bis 2 m Breite gewölbt, die Böschungen erhalten von der Krone ab bis 1 m über dem étiage eine einfache Anlage, demnächst auf jeder

Seite ein 0,50 m breites Bankett und weiter unterhalb bis zum Flußbett Steinschüttungen von 1 1/2 facher Anlage.

Aus Vorstehendem schon ergibt sich, daß es sich nunmehr bei der Rhône-Regulierung um ein wohldurchdachtes Project handelt, und daß durch die nach dem Gesetz in verhältnißmäßig kurzer Frist zu bewirkende Ausführung eine wesentliche Bereicherung der bisherigen Erfahrungen über

Flussregulirungen in Aussicht steht. Ein Mangel des Projects ist der Ausbau beider Ufer durch Parallelwerke, welche bei etwa später nothwendig werdenden weiteren Einschränkungen der Normalbreiten hinderlich sind und vor Allem die natürliche Verlandung der Convexen erschweren, den, der Fortführung unterworfenen Sinkstoffen aber zu wenig Gelegenheit geben, sich an solchen Stellen, wo sie die Schifffahrt nicht behindern, abzulagern. Letztere werden daher voraussichtlich zum großen Theil in der Fahrinne verbleiben und zu deren zeitweiser Verflachung beitragen. Diese Uebelstände würden sich durch Verwendung des vom Unterzeichneten in der Zeitschrift für Bauwesen Jahrgang 1878 S. 171 bis 180 vorgeschlagenen „combinirten Flussregulirungssystems“ vermeiden lassen, und es würde auch die Ausführung nach diesem System wesentlich billiger werden, weil die im Rhône-Regulirungsproject angenommenen Parallelwerke in den Convexen fortfallen und die projectirten Anschlußwerke, als Bühnen behandelt, genügen könnten.

Die Bereisung der unteren Rhône bot Gelegenheit zur eingehenden Besichtigung der Strecke bei Lyon, Valeuce, Tarascon und Arles. Bei Lyon sind eigentliche Einschränkungswerke nicht vorhanden, wenigstens jetzt als solche nicht mehr zu erkennen, indem sich die Uferbefestigungen sämtlich als Deckwerke darstellen. Außer dem Ausbau des Leinpfades ist jedoch die zur Regulirung der Saône-Mündung hergestellte lange Mole mit flach abgeböschtem Kopf zu erwähnen (cfr. Skizze Seite 388). Dagegen zeigt die Rhône bei Valeuce (nachfolgende Skizze) eine durch Einschränkungswerke regulirte Flussstrecke, aus der sich die Tendenz ergibt, den Fluss bei Mittel- und Niedrigwasser in einen Schlauch einzuzwängen und die übrigen Ufer durch Deckwerke, sowie in der Nähe der Stadt durch Quai-



Mauern zu befestigen. Demgemäß geht das obere rechtsseitige Uferdeckwerk behufs Beschränkung der Flussbreite in ein Parallelwerk über, und auch die weiter unterhalb folgende Bühne mit ihren parallelwerkartigen Flügeln hat denselben Zweck. Das am linken Ufer vorhandene Parallel- oder Separationswerk zeigte eine Oeffnung bei *c*, durch welche sich bei dem im Wachsen begriffenen Wasserstande ein Theil des Wassers aus dem Hauptarm in den Nebenarm ergoß. Diese Oeffnung ist entweder als Durchbruch anzusehen, oder absichtlich angelegt worden. Bei *c* stand der Wasserspiegel um etwa 0,30 m höher als im Nebenarm, in Folge dessen sich hier ein Ueberlauf bildete, welcher die lebendige Kraft des überstürzenden Wassers alsbald derartig zerstörte, daß weiter abwärts nur noch eine geringe Strömung bemerkt werden konnte. Die in den Nebenarm ein-

dringende Wassermasse genügte indessen nicht zur Ausgleichung der Wasserstands-differenz zwischen Haupt- und Nebenarm. Eine lebhaftere Strömung zeigte sich aber, und zwar in entgegengesetzter Richtung, also stromaufwärts, am Auslauf des Separationswerkes bei *d*, weil dort der Wasserspiegel des Hauptarmes, in Folge des durch die Einschränkung bewirkten Stauens und der sich bei der plötzlichen Profilerweiterung am Auslauf bildenden Flussschnelle, den Wasserstand des Nebenarmes auch um etwa 0,30 m überragte und auf diese Weise ein kräftiges Gefälle vorhanden war. Möglicherweise hat man die Oeffnung bei *d* auch absichtlich angelegt, um den Nebenarm schiffbar zu erhalten bezw. als Sommerhafen zu benutzen. In diesem Falle ist die Anlage jedoch eine verfehlt, da die geringe und dazu noch unregelmäßige Strömung im Nebenarm die Fortführung der Sinkstoffe nicht zu bewirken vermag, wohl aber eine Ablagerung derselben veranlassen und das Flußbett gar bald zur Verlandung bringen muß. Daß solche bereits in der Bildung begriffen ist, wurde denn auch durch Peilung constatirt. Sollte man aber diese Verlandung beabsichtigt haben, dann wird sie durch die Oeffnung bei *e* jedenfalls verzögert. Hiernach wird es sich bei letzterer wohl um einen in Folge des Mangels an Anschlußwerken zwischen dem Ufer und dem Separationswerk erfolgten Durchbruch handeln.

Bei Avignon befindet sich nach folgender Skizze eine der in der untern Rhône zahlreich auftretenden Flußspaltungen, zu deren Regulirung indess bis jetzt außer einem Parallelwerk und einer kurzen declinanten Bühne nur Uferdeckwerke verwendet worden sind. Da sonach eine Beschrän-

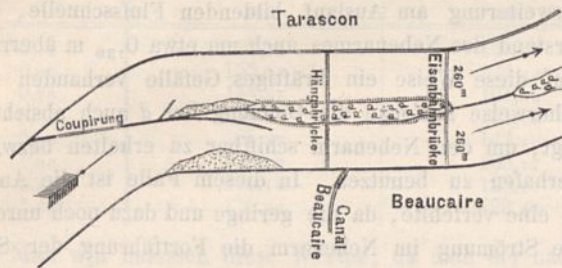


kung des Flußbetts nur in geringer Ausdehnung stattgefunden hat, ist der Fluss, wie die zahlreichen Kies- und Sandbänke beweisen, denn auch noch in einem für die Schifffahrt mangelhaften Zustande. Die Abführung der bedeutenden Hochwassermasse wird allerdings den Abfluß eines Arms nicht gestatten, immerhin aber bleibt hier im Schifffahrtsinteresse eine wesentliche Beschränkung des Niedrigwasserprofilbetts durch Bühnen oder Parallelwerke nothwendig. Beide Flußarme und die dazwischen liegenden Inseln sind überbrückt und zwar der linke Arm mit einer Hängebrücke von 3 Oeffnungen à 70 m lichter Weite, der rechte aber mit einer hölzernen Jochbrücke von 31 Oeffnungen à 15 m lichter Weite. Hiervon befinden sich 15 Oeffnungen im gewöhnlichen Flußbett und 16 auf der Insel als Fluthöffnungen. Die Inselstrecke zwischen Joch- und Hängebrücke ist mit einem Erddamm überbaut, welcher in der Krone 8 m breit ist und stark abgepflasterte Böschungen erhalten hat. Die Brückenfahrbahn liegt bei + 10 m a. P., der bekannte höchste Wasserstand bei + 9 m und der étiage bei - 0,50 m.

Man sieht hieraus, welche bedeutende Wassermassen hier bei Hochfluthen abgeführt werden. Oberhalb der Hänge-

brücke stehen noch die Ueberreste einer, angeblich schon im 13. Jahrhundert zerstörten massiven Brücke, welche ehemals Avignon mit der auf dem rechten Ufer belegenden Königsburg verband.

Bei Tarascon hat die Rhône nach Aufnahme der Durance und einiger anderen Wildbäche eine noch größere Breite. Auch hier ist nach beistehender Skizze eine Flus-



spaltung vorhanden. Man hat dieselbe coupirt und den rechten Arm für die Schifffahrt bestimmt, die vorhandene Coupirung muß aber zur Einschränkung des Flussbetts nicht genügt und dieserhalb noch die Anlage eines Parallelwerks vor der Coupirung nothwendig gemacht haben. Dafs aber auch dies noch nicht genügt, beweist die gegenüberliegende Kiesbank. Ein Theil der Coupirung ist in der Krone niedriger gehalten, so dafs sich dort zur Zeit der Bereisung ein Ueberfall bildete. Unterhalb der Hängebrücke, welche Tarascon mit Beaucaire verbindet, zweigt ein nach Aiguesmortes führender Schifffahrtskanal ab. Auch auf der weiter folgenden Strecke bis zur Abzweigung der kleinen Rhône oberhalb Arles finden sich noch Regulierungswerke vor.

Bei Arles verengt sich die Rhône, deren gewöhnliches Flussbett oberhalb in der Theilung noch nahezu 1000 m Breite misst, bis auf 200 m, und eine ähnliche Breite hat auch nur die kleine Rhône. Erst unterhalb Arles erlangt der Hauptarm wieder eine Breite von 500 bis 800 m. In Folge dieser ganz erheblichen, nicht durch Einschränkungswerke herbeigeführten, sondern natürlichen, durch Deckwerke und Uferquaimauern fest begrenzten Flusenge bei Arles ist dort eine völlig ausreichende Wassertiefe vorhanden und es entwickelt sich namentlich unterhalb der Gitterbrücke von nur 180 m lichter Durchflußweite ein sehr lebhafter Schifffahrtsverkehr, welcher indessen wesentlich dem Seeverkehr zuzuschreiben ist. Für den Abfluß des Hochwassers ist die genannte Flusenge sehr hinderlich, weil sie erheblichen Stau, also sehr hohe Wasserstände erzeugt, und dies um so mehr, als auch die Hochwasserdeiche, welche durchweg beide Ufer der Rhône sowohl auf dieser Strecke, als auch auf der kleinen Rhône begrenzen, oft nur sehr beschränkte Abflußprofile belassen.

Die gesammten in Augenschein genommenen Regulierungswerke sind an sich solide construirt, bezüglich ihrer Anordnung lassen sich aber mancherlei schon vorher angedeutete Einwendungen erheben, und dies ist erklärlich, weil es sich bis jetzt dort nur um Stückregulirungen, d. h. um den Ausbau einzelner Flussstrecken gehandelt hat, in denen das zeitige Bedürfnis zur Verbesserung am dringendsten aufgetreten ist, wobei aber auf die benachbarten Strecken zu wenig Rücksicht genommen und thatsächlich meist nur eine Translocirung der Uebelstände herbeigeführt worden ist. Die erfolgreiche Regulirung eines Flusses bedarf vor Allem eines einheitlichen, auf die Gesamtverhältnisse des Flusses

basirten-Planes, und ist dieser vorhanden, dann lassen sich, falls die Mittel zur Durchführung des Ganzen nicht vorhanden sind, auch einzelne Theile desselben im Rahmen und nach den Principien des einheitlichen Planes, jedenfalls also zweckmäßiger anordnen, als wenn solche Theile, wie es auch bei manchen deutschen Flüssen der Fall ist, nur nach dem augenblicklichen Bedürfnis bald auf diese, bald auf jene Weise behandelt werden.

Die bisherigen Erfolge der Rhône-Regulirung haben der Schifffahrt, welche die ganze Strecke und nicht nur Theile derselben benutzen muß, wenig genützt, und dies ist in erster Linie dem bisherigen Mangel an einem einheitlichen Plan und den geringen zur Disposition gestellten Mitteln zur Last zu legen, ungerecht aber wäre es, wie leider oft geschieht, die Schuld auf das Bausystem abzuwälzen.

c. Die Rhône im Fluthgebiet.

Bei dem sehr mäßigen Gefälle der Rhône auf ihrem 43 km langen Lauf von Arles, dem Beginn des Fluthgebiets, bis St. Louis von nur 0,02 bis 0,04 m pro km während des étiage ist die Strömung eine äußerst geringe und nur dann, wenn sich der Einfluss des Meeres und des Windes geltend macht, etwas größer. Es besteht denn auch das Flussbett, mit Ausnahme einer Strecke unterhalb Arles bei Peysonnes, durchweg aus Sandablagerungen. Bei Peysonnes zieht sich auf 2 km Länge eine feste, fast felsartige Masse (poudingue) durch das Flussbett hin, welche behufs Herstellung der erforderlichen Minimalwassertiefe von 4 m durch Sprengungen und Baggerung in der Fahrinne entsprechend zu beseitigen ist und zur Zeit bei niedrigen Wasserständen noch ein erhebliches Schifffahrtshindernis bildet. Eine weitere Unregelmässigkeit des vielfach mit Inseln versehenen Flussbetts ist die Verschiedenheit der Profiltiefen. Letztere messen theils nur 400 m, theils aber bis 950 m, und ähnliche Unregelmässigkeiten zeigen auch die von den beiderseitigen Deichen begrenzten Hochwasserprofile, welche bei St. Louis zur Zeit der Hochfluthen eine Wassermasse von 8400 cbm abzuführen haben. Eine erhebliche Profil-Einengung, welche indessen durch Einschränkungswerke behufs Hebung des Wasserspiegels oberhalb hergestellt worden ist, besteht bei St. Louis. Von dort ab theilte sich der Flusslauf früher in mehrere Arme, von denen bald dieser, bald jener den Hauptarm nach dem Meere bildete. Später wurden diese Arme bis auf einen coupirt, so dafs zur Zeit nur noch ein 7 km langer Mündungsarm vorhanden ist, der im Meerbusen von Fos das Mittelländische Meer erreicht. Eine zweite Wasserstraße bildet der auf dem linken Ufer von Arles nach Bouc führende Rhône-Seitenkanal, welcher ebenfalls in den vorgenannten Meerbusen mündet, mit dem außerdem noch der bei St. Louis aus der Rhône abzweigende und erst in der Neuzeit zur Umgehung des Rhône-Mündungsarms angelegte Canal St. Louis in Verbindung steht. Auf dem rechten Rhône-Ufer führt endlich, 18 km oberhalb der jetzigen Mündung, noch der Canal Japon, ein früherer Nebenarm des Flusses, nach dem Meerbusen von Beauduc. Die genannten Canalanlagen sind sämmtlich eine Folge der, die Schifffahrt hindernden, seit Jahrtausenden an den Rhône-Mündungen vorhandenen Sandbarre. Wesentlich wird dieselbe durch die von der Rhône stetig

zugeführten Sandmassen, welche jährlich ca. 17 Millionen cbm betragen und von denen nur etwa der vierte Theil durch die Meeresströmung fortgeführt, $\frac{3}{4}$ aber in den Mündungen der Rhône oder in deren Nähe verbleiben sollen, gebildet; zum Theil entsteht die Barre aber auch in Folge der durch das Meer veranlaßten Ablagerung von Sinkstoffen an der flachen Meeresküste. Schon Marius soll mit der Schiffbarmachung der Rhône-Mündungen begonnen und zur Umgehung der Barre ein neues Flußbett hergestellt haben, welches den vorhandenen Lauf zwar verkürzte, den Zweck aber nur vorübergehend erreichte, indem sich auch in der neuen Mündung bald wieder eine neue Barre bildete. Auch später wurde noch Verschiedenes, aber vergeblich, zur Beseitigung der Uebelstände versucht, im Jahre 1686 auch Vauban mit näherer Untersuchung der Rhône-Mündungen beauftragt. Während derselbe sein, im Jahre 1748 auch von Belidor bestätigtes Urtheil dahin abgab, daß durch eine Regulirung der Zweck nicht erreichbar und ein Canal von Arles nach Bouc zu erbauen sei, plaidirten Andere für Herstellung von Parallelwerken mit Molen an der Mündung. Noch ehe man sich für eins der Projecte entschieden hatte, erweiterte die Rhône bei der Hochfluth des Jahres 1700 plötzlich den oben genannten rechtsseitigen Nebenarm und ergoß sich hierbei, wie auch später 1712, nochmals durch den Canal des Lannes nach dem Meer. Hierbei bildeten sich diese Arme so schnell und in einem solchen Umfange aus, daß dem Schiffahrtsbedürfniß vollkommen entsprochen wurde; aber auch jetzt zeigte sich nach einiger Zeit an den Mündungen wiederum die Barre. Unter diesen Umständen entschloß sich Napoléon im Jahre 1802 zur Ausführung des schon von Vauban geplanten Canals von Arles nach Bouc, welcher jedoch in Folge der politischen Weltereignisse jener Zeit erst 1834 dem Verkehr übergeben werden konnte. Immerhin genügte er nicht lange dem Schiffahrtsbedürfniß, indem man größere Dimensionen für nothwendig erklärte. Dagegen war der Canal für die Entwässerung der Stümpfe bei Arles von großer Bedeutung, denn er machte eine versumpfte Fläche von 3500 ha Inhalt völlig culturfähig. Nunmehr entschied man sich 1852 für die Ausbildung eines Haupt-Mündungsarms und Coupirung aller übrigen Nebenarme. Der Hauptarm erhielt eine Normalprofilbreite von 500 bis 600 m, wurde mit Uferdeck- und Parallelwerken, sowie an der Mündung mit langen Molen, außerdem aber in entsprechendem Abstände noch mit Hochwasserdeichen versehen, und es schien, auch einige Zeit nach der schon 1856 beendeten Ausführung, als werde sich nunmehr dort die erforderliche Tiefe erhalten, denn es bildete sich an der Mündung eine Wassertiefe von 4,20 m aus. Leider aber nahm dieselbe immer mehr ab, und zwar in einem solchen Grade, daß gar bald wiederum der mangelhafte Zustand, wie er bisher in den alten Mündungen bestanden hatte, eintrat. Schon 1857 nämlich betrug die Tiefe nur noch 3 m, dann 2,30 m, 1858 nur 1,80 m und 1863 nicht mehr als 1,15 m. Die wiederholten Misserfolge haben endlich im Jahre 1863 den Bau des Canals St. Louis veranlaßt.

Der Canal St. Louis zweigt mittelst einer, zur Vermeidung von Sandablagerungen flussaufwärts gekehrten Ein-

fahrt von 60 m Breite und 115 m Länge aus der Rhône 7 km oberhalb der alten Mündung ab, und hieran schließt sich eine Schleuse von 0,50 m mittlerem und 1,90 m Maximal-Gefälle. Eine höhere Erhebung des Rhône-Wasserspiegels über dem niedrigsten Meeresspiegel findet nämlich nicht statt, dagegen erhebt sich letzterer, obwohl das Mittelländische Meer keine eigentliche Ebbe und Fluth hat, bei den durch Süd-Ost- und Nord-Ost-Wind erzeugten Wellenbewegungen zeitweise etwas über den höchsten Rhône-Wasserspiegel. Auf die erwähnte Schleuse folgt seeseitig zunächst ein großer Hafen von 12 ha Flächeninhalt und 6 m Niedrigwassertiefe, sodann aber der Canal, welcher in einer Gesamtlänge von 3,3 km und in gerader Richtung nach dem im Meerbusen von Fos angelegten, von 2 Molen eingeschlossenen Vorhafen führt. Die bis zur Meerestiefe von 6,50 m reichende, 1746 m lange Südmole liegt in der Canalrichtung 48,25 m von der Axe entfernt, während die Wurzel der 500 m langen Nordmole 1398 m vom Canal entfernt und von hier aus in einer zur Canalaxe convergirenden Richtung derartig angeordnet ist, daß bei Verlängerung beider Molen eine Hafeneinfahrt von 200 m Breite verbleibt. Nach dem Gloria-See hin ist die Wurzel der Nordmole durch einen Deich mit dem nördlichen Canalwall in Verbindung gesetzt. Bei dieser Anordnung communicirt das Meer durch die Einfahrt des Vorhafens direct mit dem Canal, bezw. bei geöffneten Schleusenthoren auch mit der Rhône. Der Canal hat bei 30 m Sohlenbreite eine Minimalwassertiefe von 6 m, die Schleuse, den größten Rhönedampfern entsprechend, 22 m Breite, 160 m Länge und 7,50 m Wassertiefe. Letztere ist deshalb gewählt, weil sich ähnliche Tiefen auch bei St. Louis in der Rhône vorfinden, während oberhalb die Minimaltiefe nur 4 m beträgt und auch durch die beabsichtigte Regulirung der Strecke Arles-St. Louis durch Parallelwerke und Baggerungen kaum zu vermehren sein soll. Zur Zeit ist den Schiffen, welche mehr als 4 m Wassertiefe erfordern, der Zugang zu dem vom Rhônebett in Arles gebildeten Hafen verboten, so daß diese nur in St. Louis umladen können. Dem Verkehr wurde der Canal St. Louis, dessen Ausführungskosten auf rot. 12½ Millionen Mark mit Einschluß der Hafenanlagen angegeben werden, im Jahre 1871 überwiesen. Man hofft nun, daß sich an seiner Mündung ins Meer die erforderliche Wassertiefe erhalten werde, eine Hoffnung, die allerdings bis zu einem gewissen Grade auch begründet erscheint, wenn man erwägt, daß dort die Barrenbildung im Vergleich zu den Verhältnissen der früheren Rhönemündungen wesentlich erschwert wird, indem einmal die Sinkstoffe der Rhône fehlen, dann aber auch die Mündung im Meerbusen dem Wellenschlag und der durch ihn veranlaßten Ablagerung von Sinkstoffen des Meeres weniger, als an der eigentlichen Meeresküste ausgesetzt ist. Immerhin aber muß auch dort wieder in der Zukunft eine Barre wenigstens insoweit entstehen, als deren Bildung vom Einfluß des Meeres abhängt, und es kann sich daher nur darum handeln, ob diese Barre der Zukunft eine für die Schiffahrt hinderliche Höhe erreichen wird.

J. Schlichting.

Die Russischen Ostseehäfen Libau, Riga, Reval, St. Petersburg und Cronstadt.

(Aus den Reiseskizzen, von den Unterzeichneten gesammelt auf einer im Auftrage des Königl. Handels-Ministeriums im Sommer 1878 ausgeführten Besichtigung vorbenannter Häfen.)

(Mit Zeichnungen auf Blatt 58 bis 60 im Atlas.)

I. Libau. (Bl. 58.)

Libau (zu deutsch Lindenstadt, weil hier früher vor jedem Hause Lindenbäume standen, welche zum Theil jetzt noch vorhanden sind) ist eine Stadt von 16000 Einwohnern und liegt unmittelbar am Meeresstrande sowie an dem stromartig sich verengenden Ausfluß des Libauer Sees in die Ostsee, welcher nach seiner im Jahre 1862 erfolgten Geradelegung den Libauer Hafen bildet.

Der Libauer See erstreckt sich der Länge nach von Süden nach Norden, parallel dem Ostseestrande, etwa 1,87 km ($1\frac{3}{4}$ Werst) von diesem entfernt, und ist ca. 14,94 km lang, 2,13 km breit; er steht am nördlichen Ende durch einen schmalen Wasserlauf von etwa 2,13 km Länge in Verbindung mit einem anderen, gleichfalls dem Ostseestrande parallelen und von diesem 2,13 km entfernten kleinen See, dem s. g. Tosman-See, von 6,4 km Länge und 1,07 km Breite. Durch diese schmalen Seen war Libau in früherer Zeit vom Landdistrikte mehr oder weniger abgeschlossen.

Der kleine Tosman-See ist für die Wasserverhältnisse des Libauer Hafens von keiner Bedeutung, und auch der Libauer See ist sehr flach und erhält nur geringe Zuflüsse, von denen der an seinem südlichen Ende einmündende Wasserlauf, die sogen. Bartau, welcher ihn in einer etwas tieferen Rinne durchfließt, der bedeutendste ist. Es bildet sich daher selbst bei stärkerer Abwässerung im Frühjahr nur ein geringer ausgehender Strom, welcher auf die Erhaltung der Wassertiefe im Hafen und Seegatt keinen merklichen Einfluß ausübt, aber auch keine Verflachung daselbst erzeugt, da er nur eine geringe Menge Sinkstoffe mit sich führt.

In früherer Zeit soll der Ausfluß des Libauer Sees sich etwa 5,33 km südlich vom jetzigen Ausflusse (dem Libauer Hafen) bei dem Orte Perkuhnen befunden haben, aber im 17. Jahrhundert unter der Regierung des Herzogs Jacob geschlossen und statt dessen der jetzige Ausfluß am nördlichen Ende des Sees eröffnet worden sein.

Um dem Libauer Handel und Schiffsverkehr einen größeren Aufschwung zu geben, wurde in den Jahren 1862 bis 1868 bei Libau ein neuer Hafen angelegt, indem man den von Südost nach Nordwest laufenden Ausflußstrom des Libauer Sees begradigte, mit Bohlwerken einfaßte und Molen in die See baute. Auf diese Anlagen sollen 6 Millionen Rubel (1 Rubel = 3,24 *M.*) verwendet worden sein.

Ueber den südöstlichen Theil dieses Hafens ist eine hölzerne Brücke mit Schiffsdurchlaß behufs Verbindung des nordöstlichen Ufers mit der auf dem südwestlichen Ufer gelegenen Stadt erbaut, im Uebrigen aber der Hafen bis jetzt wesentlich nicht verändert; er hat eine Breite von 106,68 m, eine Länge von der Stadtbrücke bis zum Leuchthurm von 1536,19 m und von der Stadtbrücke bis zum Molenmunde von 2560,32 m. Bei mittlerem Wasserstande beträgt die durchschnittliche Tiefe 4,88 m, doch sind die Wassertiefen in dem oberhalb der Stadtbrücke belegenen Theil des Hafens geringer.

Zur Herstellung der die Hafenufer einfassenden Bohlwerke sind zwei Reihen Pfähle gerammt, auf Niedrigwasser abgeschnitten und darauf mit Lehm und Kies gefüllte hölzerne Kasten gestellt. Vor dem Bohlwerk steht eine Reihe mit Holmen verbundener Reibepfähle. Die durch hölzerne Anker gesicherten Bohlwerke waren jedoch undicht, so daß dadurch eine Verflachung des Hafens eingetreten sein soll. Sichtlich bemerkbar waren Versenkungen in den Kastenausfüllungen und in den Hinterfüllungen derselben.

Die Quais an beiden Ufern sind hinter den hölzernen Bohlwerkskasten gepflastert und mit Schiffshaltepfählen versehen, welche durch hölzerne auf die Pfähle in ca. 5 cm Abstand von einander genagelte und durch ein eisernes Band zusammengehaltene Rippen armirt sind.

An der Stadtseite stehen die Speicherreihen oft dem Ufer so nahe, daß nur eine Quaibreite von rot. 9 m bis zum Wasser und 6 m bis zu der hinter den Bohlwerkskasten befindlichen Rinne bleibt.

Auf beiden Seiten des Hafens befinden sich Eisenbahngleise; diejenigen auf der Stadtseite überschreiten oberhalb der Stadtbrücke den Hafen mittelst einer Pontonbrücke, deren mittlerer Theil als Schiffsdurchlaß dient, treten dann in Verbindung mit den auf dem anderen Ufer befindlichen Gleisen, welche nach dem nördlich von der Stadt gelegenen und von dieser 1,1 km entfernten Personenbahnhof sowie nach dem 3,2 km entfernten Güterbahnhof führen.

Die Molen sind auf Senkstätten und Steinschüttung fundirt und an der Hafenseite durch oben verholmte Pfahlreihen begrenzt, deren Pfähle 5,49 m tief eingerammt sein sollen. — Auf der Steinschüttung befindet sich ein dossirter Steinkörper, dessen Oberfläche thunlichst dicht schließend mit rohen Granitsteinen von 0,3 bis 1 cbm Größe abgepflastert ist.

Auf der Südermole ist vom Kopfe nach der Wurzel hin auf ca. 150 m Länge eine horizontale Kronenbreite von 3,66 m hergestellt, während der übrige Theil derselben und die ganze Nordermole mit abgerundeter Krone ausgeführt ist.

An der Seeseite ist der Fuß der Molen durch Steinschüttungen, theilweise auch durch künstliche Betonblöcke gesichert; jedoch werden namentlich der Kopf und die Seeseite der Molen durch die Wellen angegriffen und erfordern jährlich nicht unbedeutende Reparaturen.

Auf der Südermole steht, ca. 384 m vom Kopfe entfernt, ein kleiner viereckiger eiserner Leuchthurm mit festem rothen Lichte in 8,31 m Höhe über dem Meeresspiegel und mit etwa 5,9 Seemeilen Lichtkreis. Um vor den überstürzenden Wellen geschützt zu ihm zu gelangen, ist auf ca. 100 m Länge eine massive Brustmauer von 1,2 m Höhe auf die Mole gesetzt.

Auf den Molen stehen ferner, in etwa 40 Schritt Entfernung von einander, eiserne, 0,75 bis 0,8 m über die Abpflasterung hinausragende Haltepfähle, deren Köpfe mit kleinen eisernen Ringen versehen sind; durch letztere waren auf

der Südermole starke Eisendrähte gezogen und befestigt, um das Begehen der Mole bei Stürmen zu ermöglichen.

An der Wurzel der Molen, besonders der Südermole, war der lose Dünensand derart aufgeweht, daß er über die Mole fort in den Hafen geführt wird und so Veranlassung zu Versandungen giebt. Vor dem Molenmunde bildet sich im Seegatt in Folge der Küstenströmung eine Barre, welche durch Baggerungen beseitigt werden muß und meistens auch sehr schnell beseitigt wird, da sie nicht breit ist. Auf dieser Barre soll im letzten Frühjahre eine Wassertiefe von nur 3,96 m gewesen sein; jetzt war durch Baggerung eine Tiefe von 4,68 m geschaffen. Zu den Baggararbeiten dienen zwei ältere Dampfbagger und ein neuer eiserner, mit einer Eimerleiter in der Mitte; alle drei Bagger befanden sich zur Zeit in Reparatur. — Während des Spätherbstes und im Winter eintretende Versandungen im Seegatt lassen sich vor Frühjahr nicht beseitigen, und für die Beseitigung derselben durch einen ausgehenden Strom fehlt, wie oben bemerkt, ein genügendes Spülbassin mit starken Zuflüssen aus Binnenströmen.

Der Zugang zum Hafen soll selbst im Winter meistens eisfrei sein. Bis zu einer Kälte von -10° R. soll der Hafen bis zur Stadtbrücke, und bei einer Kälte bis zu -15° R. bis zum Leuchtturme stets offen bleiben; sehr selten soll der Molenmund durch Schlammeis auf die Dauer von einigen Tagen gesperrt werden, und wurde behauptet, daß der Hafenzugang mindestens eisfrei bleibe, so lange der Sund offen ist. Da jedoch ein eingehender und ausgehender Strom von einiger Bedeutung fehlt, so wird die Eisbildung nur durch die aus der See eintretende Schwellung verhindert, und dürfte deshalb wohl auf die Eisfreiheit dieses Hafens nicht ganz sicher zu rechnen sein. Die Schwellung soll bei größerer Stärke sich nur bis zum Leuchtturme erstrecken, so daß die Schiffe im Hafen vom Leuchtturme aufwärts selbst bei starker Schwellung sicher liegen können.

Außer dem auf der Südermole befindlichen kleinen Leuchtturme oder der Leuchtbake steht an der Stadtseite des Hafens, und zwar in der Nähe der Molenwurzel, ein aus starken Eisenplatten erbauter Leuchtturm, welcher bei 6 m unterem Durchmesser im Innern sich um eine eiserne Säule von 0,5 m Durchmesser zu 28,96 m Höhe vom Boden bis zum Lichte und zu 31,39 m Lichthöhe über dem Wasserspiegel erhebt und 22,40 km oder 12 Seemeilen Lichtkreis hält. Das mit Oel gespeiste Feuer ist ein Fresnel'sches Drehfeuer 1. Ordnung aus der Fabrik von Chance Brothers et Comp. near Birmingham, im Jahre 1868 geliefert, mit Blick von 5 Secunden Dauer in jeder Minute. — Das Libauer Leuchtfeuer steht, wie sämtliche Leuchtfeuer an der Russischen Küste, unter Aufsicht der Marine.

In der Nähe des Leuchtturmes am stadtseitigen Hafenuai befindet sich auch ein 18,29 m hoher Lootsenwachturm mit einer Sturm-Signalvorrichtung, und dahinter ein massiver Rettungsschuppen der Russischen Gesellschaft für Hilfeleistungen bei Schiffbrüchen, deren Protector der Russische Thronfolger ist. — In diesem Rettungsschuppen steht auf nicht sehr hohen Rädern, (die Hinterräder haben einen Durchmesser von 1,83 m) ein hölzernes Rettungsboot englischer Construction, mit Luftkasten und Selbstentleerung, sodann ein Raketenapparat auf zwei Wagen, sowie ein kleines Boot auf einem Schlitten zur Benutzung auf Eis- und

Schneebahn. — Diese Rettungsstation ist auch im Uebrigen vollständig ausgerüstet und gut erhalten.

Die Linie Lootsenwachturm - Kirchturm bildet die Einsegelungslinie in den Hafen, welche durch besondere Seezeichen nicht weiter markirt ist. — An der Südermolenwurzel steht eine kleine einfache hölzerne Winkbake zum Einwinken der Schiffe, wenn dieselben bei Sturm und hohem Seegang durch Lootsen nicht besetzt werden können. Zum Lootsendienst ist ein kleiner Segelkutter und ein der Libauer Kaufmannschaft gehöriges Schlepp-Dampfboot vorhanden, Lootsenzwang existirt jedoch für die Schiffe im Libauer Hafen nicht.

An verschiedenen Stellen des Hafens waren von der Kurländischen Bezirksverwaltung der Gesellschaft für Hilfeleistung bei Schiffbrüchen zur Benutzung für jeden, welcher Ertrinkenden Hilfe leisten will, in offenen an die Speicher, Häuser oder Mauern befestigten überdachten hölzernen Kasten Rettungsgeräte, bestehend aus Rettungsringen mit Leine, Wurfankern (s. g. kleine Draggern), Leinen mit Korkstücken und Holzkugeln, aufgehängt; an die beiden Seiten eines solchen Schutzkastens lehnten sich zwei lange unten mit einem Bootshaken versehene Stangen, und waren diese Geräte dem Schutze des Publikums empfohlen.

Der Seestrand bietet keine besonderen Erscheinungen. Die Vordünen sind mit Sandgräsern bewachsen, hier und da auch davon entblüßt, und man bemerkte an einigen dieser Stellen Anlagen von Strauchzäunen zur Verbesserung der Windrisse.

Südlich vom Hafen liegt am Meeresstrande das Seebad Libau mit einem grossen Kurhause und mehreren in dessen nächster Umgebung neugebauten Villen. Das Bad wird jährlich von etwa 2000 Personen besucht.

Seit der Erbauung der Libauer Eisenbahn hat sich der Schiffsverkehr, welcher im vorigen Decennium nur einige 100 Schiffe betrug, sehr vergrößert. — Nach dem Uebergange der Libauer Eisenbahn an die Romny-Minsk-Koschedary Eisenbahngesellschaft ist dieser eine Beihilfe von 5 Millionen Rubel zum Ausbau des Libauer Hafens, welcher jetzt der Ausgangspunkt ihrer mehr als 1150 km langen Bahn von Romny über Landworowo nach Libau geworden ist, von der Regierung zugesagt. Die Projecte zum Ausbau des Hafens sind bereits aufgestellt und von der Regierung genehmigt; die Arbeiten sollen unter Controlle der letzteren von der Eisenbahngesellschaft unter Leitung des Ingenieurs Meinhard beginnen und folgende Neubauten zum Zweck haben:

- 1) Vertiefung der Rhede und Einfahrt auf 7,32 m, des Hafens auf 6,71 m, bis zur Stadtbrücke durch Baggerungen;
- 2) Einfassung dieses Hafenbassins durch massive Quaimauern;
- 3) Herstellung eines Winterhafen-Bassins an der Nordseite des Hafens und zwar an der Wurzel der Nordermole;
- 4) Heranschieben des Güterbahnhofes an die Stadt, zu welchem Zwecke der Hafen oberhalb der jetzigen Eisenbahn-Pontonbrücke neu überbrückt, und durch Aufschüttungen sowohl an der Nordseite wie auch an der Südseite des Hafens Terrain zu Geleisanlagen geschaffen werden soll;
- 5) Anlage von Bahngleisen auf beiden Seiten des Hafens und Verbreiterung des Quais an der Nordseite des Winterhafens;

6) Anlage von Eisenbahngleisen am neuen Winterhafen und Verbindung derselben mit dem Haupt-Eisenbahngleise; endlich eventuell:

7) Verlängerung der Südermole nebst Herstellung eines Kopfes an der Nordermole, und

8) Herstellung eines Wellenbrechers mit 2 Durchlässen von je 15,24 m Weite.

Durch den Wellenbrecher beabsicht man, theils eine so starke Strömung zwischen ihm und den Molenköpfen zu erzielen, daß die Bildung von Barren nicht mehr stattfindet, theils daselbst in seinem Schutze Baggerungsarbeiten leichter ausführen zu können. Die Stadt hat jedoch gegen die Anlage des Wellenbrechers protestirt, weil sie, und wohl nicht mit Unrecht, fürchtet, daß der Hafen, welcher jetzt in Folge der aus der See eintretenden Schwellung mehr oder weniger eisfrei ist, bei Verlust dieser Schwellung leicht zufrieren könnte, mithin die Vortheile des eisfreien Hafens verloren gehen würden. — Ueber diese Anlage soll denn auch bis jetzt keine bestimmte Entscheidung seitens der Regierung erfolgt sein.

In der Situation des Libauer Hafens auf Bl. 58 ist der projectirte Winterhafen mit den Geleisanlagen, die projectirte Verlängerung der Südermole, und der projectirte Kopf der Nordermole, sowie gleichfalls die projectirte Lage des Wellenbrechers eingetragen, und unter der Situation die Construction von einzelnen der projectirten Bauwerke angegeben.

Da die Romnyer Eisenbahngesellschaft, als Inhaberin der Libauer Bahn, ein besonderes Interesse hat, in Libau einen guten Ostseehafen zu besitzen, so steht wohl kaum zu bezweifeln, daß mindestens die ad 1 bis 7 vorhin aufgeführten Neubauprojecte zur Ausführung gelangen werden. Wie weit es jedoch gelingen wird, dadurch eine grössere Tiefe im Seegatt zu erhalten, muß die Zukunft lehren.

II. Riga. (Bl. 59 u. 60.)

Die Stadt Riga, an der Düna gelegen, hat über 130000 Einwohner und Eisenbahnverbindungen nach Düna-burg (218 km) mit den Zweigbahnen nach Mühlgraben (11,77 km) und nach Bolderaa (19,26 km) zum Anschluß an die Königsberg-Petersburger und Warschau-Petersburger Bahn, sowie an die Bahnen nach Witebsk und Orel. Eine andere Eisenbahn führt westlich über Mitau und Moschaiki nach Libau und von Moschaiki über Koschedary nach Wirballen und Eydtkuhnen. Eine Fortsetzung der Mitauer Eisenbahn bis zur Memel-Tilsiter Bahn ist zwar projectirt, jedoch bis jetzt nicht genehmigt; dagegen zweigt sich dieselbe bei Thorensberg nach Tukum (60 Werst = 64,2 km) ab. Letztere Bahn sucht die Riga-Dünaburger Eisenbahngesellschaft zu erwerben, um sie event. nach Windau weiter zu bauen, wo die Verhältnisse für einen meistens eisfreien Hafen eben so günstig wie in Libau liegen sollen. Es wird dann beabsichtigt, in Windau einen Winterhafen für Riga anzulegen. Die Eisenbahn zwischen Riga und Windau würde eine Länge von 171 bis 193 km haben und den fruchtbarsten und bewohntesten Theil Kurlands durchschneiden, so daß für die ganze Bahn, welche bis Tukum jetzt nur einen geringen Güterverkehr hat, voraussichtlich eine gute Ertragsfähigkeit erreicht werden würde.

Die Riga-Tukumer Eisenbahn überschreitet in ca. 13 km Entfernung von Riga den Fluß Aa, welcher von Schlock in seiner Hauptrichtung parallel mit dem Ostseestrande läuft und bei Bolderaa in die Düna mündet. Die Eisenbahnbrücke über die Aa ist eine eingeleisige eiserne Fachwerksbrücke mit 6 Oeffnungen à 43,94 m und einer ungleicharmigen Drehbrücke von 27,31 m Länge und 17,67 m lichter Oeffnung. Wegen der großen Wassertiefe des Flusses und des feinen Triebandes der Flußsohle besteht jeder Mittelpfeiler (Bl. 59) aus zwei schmiedeeisernen Röhren (Senkbrunnen) von 2,2 m Durchmesser und 11,3 m Tiefe, welche mit Beton gefüllt und durch Verbindungsröhren von 1,57 m Durchmesser verbunden sind. Auch die Landpfeiler sind in gleicher Weise auf 9,4 m Tiefe fundirt. An den Röhren sind die Eisbrecher angenietet, welche sich bis jetzt, bei leichtem Eisgang, bewährt haben. Der unterste Ring der Röhren hat eine Blechstärke von 11 mm; die übrigen Ringe im Flußboden sind 8 mm und über der Flußsohle 9,5 mm im Bleche stark.

Zwischen diesem Fluß und der Ostsee befinden sich Dünen, welche jetzt größtentheils nicht allein mit Kiefernwald bestanden, sondern auch von Bilderlingshof bis Assern in ca. 15 km Länge mit Villen und Sommerwohnungen besetzt sind, in denen bei guter Jahreszeit eine große Zahl von Menschen sich aufhält. Da jede Villa ihre Badebude am Strande hat, so ist dieser in der ganzen Ausdehnung in einen Badestrand verwandelt. Die Bahn hat auf dieser kurzen Strecke 6 Stationen: Bilderlingshof, Edinburg, Majorenhof, Dobbeln, Karlsbad und Assern, und befördert dahin und zurück an Sonntagen oft über 30000 Personen.

Zwischen Bilderlingshof und Bolderaa hat die Aa sich einen Durchbruch in die Ostsee geschaffen, wo sich jetzt noch unbefestigte Wanderdünen finden. Ein ähnlicher Durchbruch wurde zwischen Dobbeln und Majorenhof befürchtet, da hier der Fluß in einem halbkreisförmigen Bogen der See sehr nahe tritt, so daß nur noch ein Landstreifen von ca. 500 m Breite übrig bleibt. — Zu dem rationellsten Abhilfsmittel dieser Calamität, Abschneiden der gefährlichen Krümmung durch einen Durchstich, hat man bis jetzt sich nicht entschließen können, weil derselbe der Terrainverhältnisse halber ziemlich große Kosten erfordern würde.

Beim Bau der Eisenbahn am linken Flußufer, dem Dünenrande, im Jahre 1876, suchte man den Bahndamm durch 1- bis 3fache Pfahlreihen und Faschinenpackungen sowie durch Senkfaschinen zu schützen. Dies war jedoch nicht genügend, da das Frühjahrs-Hochwasser im Jahre 1877 die Anlage auf vier Stellen zerstörte und den Bahnkörper fortspülte. Man hat dann Fichtenbäume, senkrecht zur Stromrichtung, die Krone dem Wasser zugekehrt, in Schichten niedergelegt, mit großen Faschinen in der Quere überdeckt und mit Steinen belastet, sowie durch Pfahlreihen befestigt. Ueber dem Wasser ist die Böschung mit 1 bis 1,2 m langen Kopffaschinen gesichert worden. Ferner sind noch auf eine große Länge mit Steinen belastete Senkfaschinen gelegt. Diese Anlage hat im Frühjahr 1878 dem Wasserandrang widerstanden. Bühnenanlagen waren bis jetzt nicht projectirt.

Die Tukumer Eisenbahn ist, nach Windau fortgesetzt, offenbar eine der wichtigsten Bahnen für Riga, da die Düna sehr leicht und früh im Herbst zufriert, weshalb spätestens

am 1. November jeden Jahres die vorhandene Floßbrücke abgebrochen wird, indem meistens wenige Tage nachher die Eisbildung auf dem Strome beginnt. Die Schiffe flüchten dann zunächst nach dem Mülhgraben (cf. den Situationsplan), wo das Wasser in Folge des ein- und ausgehenden Stromes in dem ca. $\frac{1}{3}$ □ Meilen großen Stintsee länger offen bleibt. Gefriert auch hier der Strom, so können die Schiffe nur bis Bolderaa, an der Mündung der Düna, gelangen.

Bei größerer Kälte bildet sich jedoch eine feste Eiskecke auf der Rhede im Riga'schen Meerbusen, welche im Frühjahr, zu Eisbergen zusammengeschoben, eine Eissperre vor der Dünamündung zur Folge hat. Hierzu tritt, daß häufig bei Domesnäs, der Einfahrt zum Meerbusen, auch eine Eissperre sich bildet, und zwar meistens, wenn schon im Innern und auf der Düna offenes Wasser ist.

Zur Beseitigung dieser Eissperren und zum Eisbrechen im Frühjahr und Herbst ist das als Eisbrecher vorn mit auslaufendem Kiel und Widder construirte Dampfboot Simson von der Riga'er Maschinenfabrik Lange & Skay für 180000 \mathcal{M} gebaut worden. Im Sommer wird das Schiff zum Schleppdienst benutzt, und hat dann Paddeln aus Föhrenholz, während dasselbe im Winter Paddeln aus Eichenholz erhält, welche mit Winkeleisen beschlagen sind. Die Maschine, welche 120 nom. Pferdekräfte und Vorrichtungen zum Auskuppeln der Räder hat, wird vom Deck gesteuert und ist eine Compound-Maschine mit 2 oscillirenden Cylindern, 2 Kesseln und 4 Feuerungen. Der Kohlenverbrauch beträgt 9 Pfd. pro Stunde und Pferdekraft. Das Schiff hat eine Länge von 37,66 m, eine Breite im Mittelspann von 6,9 m, und einen Tiefgang hinten von 2,51 m. Dasselbe ist mit einer Centrifugalpumpe ausgerüstet zum Gebrauch für Rettungszwecke (Auspumpen leerer Schiffe).

Die Eisperiode dauert in Riga durchschnittlich 1 bis $1\frac{1}{2}$ Monate länger als in Königsberg, also 5 bis $5\frac{1}{2}$ Monate, namentlich, wenn, wie oben bemerkt, die Einfahrt bei Domesnäs im Frühjahr durch Eis gesperrt ist, wo sich dann häufig bis 500 nach Riga bestimmte Schiffe sammeln.

Eine gleich große Beschwerde für die Schifffahrt ist die vor der Mündung der Düna sich jährlich bildende Barre, auf der im Frühjahr 1878 nur 3,92 m Wassertiefe vorhanden gewesen sein soll. Die Barre war jetzt durch Baggerung bis auf 5,18 m bis 5,34 m Tiefe fortgeschafft, während in der Düna durchschnittlich sich eine Wassertiefe von 4,71 m findet. Tiefer gehende Schiffe müssen daher auf der Rhede lichten resp. ihre Ladung vervollständigen.

Bei der Mündung bildet am linken Flusufer der Fort-Comet-Damm die Südermole, während am rechten Ufer die Nordermole, der verlängerte Magnus-Holmsche Seedamm, in ca. 1,8 km Länge gebaut ist. Diese Nordermole (cf. die Zeichnung) hat nach Anleitung des Oberlandesbaudirectors Hagen einen Kopf in Pfahlwerksconstruction, jedoch mit hölzernen Ankern erhalten, an welchen die Schraubenköpfe durch Eis abgestoßen sind. Im Jahre 1877 sollten die zum Schutz gegen Unterspülung des Dammes versenkten Betonblöcke durch zwei neue ergänzt werden. Dieselben wurden auf der Brustmauer angefertigt, von den Wellen jedoch durch den wüthenden Sturm vom 28. Februar 1877 in die See gerissen. Im Uebrigen bewähren sich die Betonblöcke gut, wenn sie auch ihre Lage mehr oder weniger verändern, da sie die Steinschüttung, welche bisher wie in Pillau und

Memel stets landeinwärts wanderte, festhalten. — Die letzte Strecke der Nordermole ist mit einer Brüstungsmauer versehen.

Auf dem Ende der Mole steht ein eisernes Leuchtwärterhaus mit Laterne, welches der Feuerwärter bei stürmischer Witterung oft acht Tage lang nicht verlassen kann. Die Lichthöhe beträgt 8,79 m über dem Meeresspiegel. — Am linken Dünaufer steht am Fort-Comet Damm ein eiserner Leuchthurm von ähnlicher Construction wie in Libau, welcher in Kriegsfällen abgetragen werden kann und bei 32,33 m Lichthöhe einen Fresnel-Apparat 1. Ordnung und Blickfeuer hat.

Die Einfahrtrinne ist durch Tonnen bezeichnet, deren äußere eine Glockenboje ist, welche jedoch nur bei Wellenschlag tönt und daher, weil bei Nebel häufig keine Wellen sich bilden, ihren Zweck, gerade bei Nebel die Eingangslinie zu bezeichnen, nicht immer erfüllt. In der Düna sind die verschiedenen Fahrinnen durch schwarze Pricken bezeichnet.

Neben dem Leuchthurme sind eine Winkbake, sowie Masten zum Ziehen der Sturmsignale vorhanden, auch werden durch Flaggen- und Kugelsignale sowohl an der Mündung die Tiefe auf der Barre, als bei Bolderaa die Tiefe der Düna täglich angezeigt.

An der Einfahrt bei Domesnäs ist ein festes weißes, auf Messarogotsem ein abwechselnd rothes und weißes, und auf Runoe ein Blick-Feuer vorhanden, während für die Fahrt nach Petersburg auf Kunoe ein festes weißes Feuer sich befindet. Bei den Inseln Dagoe und Oesel liegen überdies Schnellsegler, welche die Schiffe vor den dort vorhandenen Riffen zu warnen haben und mit Nebelhörnern versehen sind, welche mittelst eines Blasebalgs bedient werden. Sämmtliche Küstenfeuer stehen auch hier unter Aufsicht der Marine, und nach den vorgelegten Seekarten, welche jährlich revidirt und im Abdruck verkauft werden, ist die russische Küste durchschnittlich gut beleuchtet.

Trotz der oben geschilderten Schifffahrtshindernisse und der kurzen Schifffahrtsperiode ist der Schiffsverkehr ein bedeutender, da neben dem Getreideexport namentlich der Holzhandel sehr belebt und nächst dem in Petersburg der umfangreichste an der Ostsee ist; auch der Import an Steinkohlen und Schienen hat einen großen Umfang gewonnen. Holzflöße bedecken oberhalb Riga die ganze Breite des Stromes soweit das Auge reicht, ingleichen sind bedeutende Schneidemühlen hier vorhanden.

Für die Regulirung der Düna, in welcher durch viele Inseln Nebenströme neben dem Hauptstrome bestehen, war bisher wenig geschehen, und nur durch Baggerung für die Tiefe des Fahrwassers von der Stadt bis zur Mündung gesorgt. Auf Antrag des Börsencomités*) ist im Jahre 1857 vom Obrist Napiersky ein Düna-Regulirungsproject ausge-

*) Die Bestätigung der Statuten des Börsencomités, welches hervorgegangen aus der Rigaer Kaufmannschaft, analog unseren Handelskammern sich die Aufgabe gestellt hatte, den Bedürfnissen des Handels nachzuforschen, die der Entwicklung desselben entgegenstehenden Hindernisse zu beseitigen und zeitgemäße Reformen anzubahnen, datirt aus dem Jahre 1816.

Der äußerst regen und umsichtigen Wirksamkeit dieses Börsencomités verdankt Riga seine Blüthe und seine hervorragende Stellung unter den Handels- und Seestädten der Ostsee, sowie, daß trotz mancher sehr ungünstigen Verhältnisse hier die Ausführung vieler und mindestens umfangreicherer Hafen- und Wasserbauten und mit Handel und Schifffahrt in Verbindung stehender Anstalten erreicht ist, als in anderen russischen Ostseehäfen.

arbeitet und im Jahre 1867 vom Ministerium der Wegecommunication genehmigt worden.

Das Project zerfiel in zwei Abtheilungen: 1) Coupirung in 24 Nebenarme und Befestigung der Ufer etc., veranschlagt auf rot. 828700 Rubel, 2) Anlage von 138 Buhnen, veranschlagt zu 1130900 Rubel, zusammen rot. 1959600 Rubel (cf. den Situationsplan der Düna von der Insel Steinhalm bis zur Mündung, Blatt 60). Die Ausführungen geschehen mit Zuschüssen aus dem Reichsschatze durch das Börsencomité unter Controlle der Staatsbehörden. Ausgeführt sind:

1) das Parallelwerk zwischen Pferdeholm und Gr. Schusterholm ($a-b$ des Situationsplanes); 2) Coupirung bei Gr. Ilkenesch ($c-d$); 3) Uferbefestigung bei Unter-Poderaa von e bei Wohlershof bis f , auf 659 m Länge, und sind 439 m Ufer durch Spreutlagen gedeckt; 4) das Parallelwerk $g h i$ ist in der Ausführung begriffen; 5) bei Ober-Poderaa ist vor der Cementfabrik das alte Ufer durch Abpflasterung mit Steinen ohne Spundwand gesichert; 6) bei Kipenholm ist die Pfahlwand bis zur Höhe des Wasserspiegels verankert, 7) bei Kl. Kliversholm der abgelagerte Ballastboden durch Steinböschungen gedeckt; 8) bei Libetshalm und Jungferholm sind die Coupirungen bei k und l ausgeführt; 9) ein eiserner Bagger, von Schichau in Elbing gebaut, mit 10 Prähmen, ist angeschafft worden.

Die ausgeführten Coupirungen oberhalb Riga haben jedoch den Nachtheil gebracht, daß der im eingeeengten Fahrwasser fortgetriebene Sand sich unterhalb, wo die Coupirungsarbeiten noch nicht vollendet sind, abgelagert hat. Desgleichen hat in Folge der Regulierungsarbeiten unterhalb des Pferdeholms bei $c-d$ und $a-b$ der Strom die Uferwerke unterhalb und oberhalb der Insel Kl. Ilkenesch angegriffen, dort Kolke gebildet und an mehreren Stellen die nur mit ca. 2,0 m tiefen Pfahlwänden geschützten Steinböschungen zerstört und tiefe Buchten im Ufer ausgespült.

Zur Verbindung der Stadt mit der Mitauer Vorstadt und dem linken Flußufer dient im Sommer eine Floßbrücke von ca. 600 m Länge und 12,5 m Breite, welche von einzelnen Pfählen gehalten wird, die im Frühjahr geschlagen und im Winter durch Eis gehoben und aufgenommen werden. In der Mitte ruht ein erhöhter Theil auf 2 Pontons, um den Flößen, welche bei Riga auf 12,5 m Breite umgebunden werden müssen, eine freie Durchfahrt zu gewähren. Ueberdies ist an beiden Seiten des Pontondurchlasses noch ein Schiffsdurchlaß vorhanden, welcher zu bestimmten Stunden am Tage geöffnet wird.

Unterhalb der Brücke befindet sich außer einer Flußbadeanstalt mit Laufstegen dahin in Verbindung mit derselben noch ein schwimmendes Floß-Jetty zum Löschen und Laden, wie denn überhaupt die Schiffe an der Brücke anlegen und dort laden und löschen dürfen, was zulässig ist, da alle Lastfuhrwerke schmal und klein sind und nur von einem Pferde gezogen werden. In vielen Fällen legen oberhalb der Brücke die Wittinnen (hier Strusen genannt) mit dem Vordertheil gegen dieselbe, und unterhalb in gleicher Weise die Seeschiffe an, welche auf der Seite einen ansteigenden Laufsteg (Stelling) haben. Das Getreide wird nun aus den Wittinnen quer über die Brücke auf die Seeschiffe getragen, durch Staubmühlen gereinigt und dann direct verladen. — Für Passiren von Flößen und Schiffen, sowie für

Fuhrwerke ist ein Brückengeld zu zahlen, Fußgänger haben freie Passage, müssen aber beim Begehen der Brücke stets die rechte Seite halten.

Im Winter, so lange die Eisdecke der Düna noch nicht trägt, geht der Verkehr über die oberhalb der Floßbrücke gebaute eiserne Eisenbahn-Gitterbrücke, auf welcher neben dem in der Mitte liegenden Eisenbahngeleise auf jeder Seite ein Fahrweg liegt. Für die Fußpassage sind angehängte Fußgängertrottoirs hergestellt. Die Brücke hat 8 Oeffnungen von 101,375 m Weite, und liegt die Unterkante der Brückenbalken 3,23 m über dem gewöhnlichen Wasserstande der Düna.

An der Stadtseite ist auf einem Mittelpfeiler von 10,985 m Durchmesser am Ufer eine doppel- und gleicharmige Drehbrücke aus Blechträgern hergestellt, welche im Fluß den Schiffsdurchlaß und am Ufer eine Wege- und Eisenbahn-Unterführung für ein Hafengeleise bildet. Da täglich ca. 30 Züge über diese Brücke für die 3 Bahnen nach Mitau, Tukum und Bolderaa laufen, so ist der Wagenverkehr über dieselbe, welcher im Herbst und im Frühjahr oft 3 Wochen andauert, dadurch sehr gehindert, daß derselbe bei jedem über die Brücke fahrenden Zuge gesperrt wird.

Der Bahnhof der genannten 3 Bahnen, unmittelbar an dieser Brücke, liegt ca. 5 m höher als der Bahnhof der Dünaburger Eisenbahn, und sind beide Bahnhöfe durch ein Geleise mit Steigung von 1 : 120 mit einander verbunden.

Vom Dünaburger Bahnhofe, an welchem große hölzerne Güterschuppen für Getreide und Kohlen gebaut sind, führen zunächst Geleise in das Speicherviertel zwischen diesem Bahnhofe und der Düna, sowie nach dem Hafen. Das Hafengeleise kann wegen des starken Verkehrs auf dem daran liegenden Trödelmarkte nur mit Pferden betrieben werden, und trägt jedes Pferd beim Ziehen der Eisenbahnwagen eine helltönende Glocke.

Das Ufer der Düna ist mit hölzernen Bohlwerken eingefaßt, jedoch ist in den letzten Jahren am Andreasdamm für den dort gebauten Packhof (Zolletablisement) eine massive Quaimauer aufgeführt worden. Der Packhof ist durch eiserne Gitter eingeschlossen. Die Geleise auf ersterem bestehen aus leichten Stahlschienen, in Normalspurweite für Eisenbahnwagen gelegt. Anfangs wollte man den Transport auf denselben nur mit niedrigen kleinen Lowrys besorgen, und hatte für diese Benutzung Drehscheiben von kleinem Durchmesser gebaut. Da sich die Benutzung der Lowrys jedoch als unzweckmäßig in diesem Falle zeigte, so werden jetzt, um die Wagen der Locomotiv-Eisenbahn dort drehen und benutzen zu können, sämtliche Drehscheiben umgebaut. — Die Quaimauer und die Packhofsanlage ist vom Börsencomité durch den Stadttingenieur Pabst unter staatlicher Controlle ausgeführt. Ferner ist im Jahre 1877 am Mühlgraben ein langer und geräumiger Lösch- und Ladeplatz mit hölzernen Bohlwerken hergestellt, und sind (meistens massive) Speicher theils von Privaten, theils von dem Börsencomité dort gebaut. Die Speicher in den verschiedenen Reihen haben sämtlich dieselbe Größe, nämlich 40,98 m in der Länge und 12,55 m in der Breite; sie stehen mit Zwischenräumen von 31,99 m in der Längsrichtung von einander, die Entfernung der einzelnen Reihen beträgt 12,55 m.

Im Jahre 1877 haben am Mühlgraben 153 Dampfschiffe und 117 Segelschiffe gelöscht und geladen. — Die Wichtigkeit der Lösch- und Ladeplätze für Riga im Herbst ist Eingangs schon hervorgehoben. Bei starkem Verkehr wird die Anlage eines besonderen Rangirbahnhofes, wofür das Terrain vorhanden ist, voraussichtlich nothwendig werden. Weitere Lösch- und Ladeplätze und ein bedeutendes Winterbassin sind in Bolderaa hergestellt, wo jedoch bis jetzt nur wenige Schuppen vorhanden sind. Der Hafenumund zum Winterbassin ist gleichfalls den Versandungen ausgesetzt, weshalb die Eisenbahngesellschaft einen eigenen Dampfbagger unterhält. Im Frühjahr 1878 soll im Hafenumund nur 3,14 m Wassertiefe vorhanden gewesen sein.

Die Eisenbahn nach Bolderaa überschreitet in der Nähe des Ortes mittelst einer doppelarmigen Drehbrücke den Aafluß.

Für Baggerungen sind, außer dem der Eisenbahngesellschaft gehörigen, noch 3 Dampfbagger vorhanden, welche im Jahre 1877 in der Arbeitsperiode vom 17. April bis 21. October Folgendes geleistet haben:

Bagger	war im Betrieb Tage	hat gebaggert Tage	hat gefördert cbm	Durchschnitts-Tagesleistung cbm	Tagesleistung in maximo cbm
Adolph	183	148	53770	363	695
davon in See	25	14	5193		
Gustav	114	94	27764	295	695
Bolderaa	185	147	42576	289	572
davon in See	29	19	6542		

Die Baggerungen sind in 3,14 bis 5,54 m Tiefe meistens in Sandboden und nur während kurzer Zeit im Mühlgraben in schwerem und festem Lehmboden ausgeführt, und haben die Kosten dafür betragen: pro cbm incl. Auskarren rot. 2 *M.*, pro cbm excl. Auskarren rot. 1,68 *M.*

Mit Beihilfe des Börsencomités ist in Riga eine Gesellschaft zur Rettung Schiffbrüchiger für die Provinz Livland gebildet, welche 12 Rettungsstationen an der Küste angelegt hat. Da jedoch hier die Schiffe fast immer auf entfernt von der Küste liegenden Klippen stranden, so können Raketenapparate, welche an der preussischen Ostseeküste am meisten zur Anwendung kommen, nicht gebraucht werden, und sind daher die Rettungsstationen gewöhnlich nur mit starken und guten Rettungsböten sowie mit Schlittenböten, welche auf dem Eise benutzt werden, ausgerüstet.

III. Reval. (Bl. 60.)

Reval gehörte in früheren Zeiten zum Bunde der Hansa; weil jedoch keine bedeutenden Wasserstraßen aus dem inneren Rußlands dorthin führen, war sein Handel nach dem Aufblühen von Petersburg und Riga in steter Abnahme begriffen. Erst nachdem im Jahre 1870 Eisenbahnverbindung mit Petersburg und Moskau hergestellt worden, hat der Handel Revals wieder lebhafteren Aufschwung genommen. Die Stadt besitzt gegenwärtig rot. 34000 Einwohner, bewahrt aber noch jetzt mit seinen engen Straßen und hohen Giebelhäusern das Gepräge, welches frühere Jahrhunderte ihr aufgedrückt haben. Sie liegt unmittelbar am Meerbusen von Reval, dessen Einfahrt durch mehrere Inseln geschützt wird,

so daß dadurch eine treffliche Rhede mit gutem lehmigen Ankergrund vorhanden ist, und wird mit gutem Trinkwasser durch einen oberhalb der Stadt gelegenen großen See, den sogenannten Obersee versorgt.

Unmittelbar an die Stadt schließt sich der schöne von Peter dem Großen angelegte Park Catharinenthal an, welcher im Osten durch ein hohes Kalkfelsen-Plateau, auf dem zwei Leuchttürme mit festen Feuern errichtet sind, begrenzt wird. Diese Leuchttürme bezeichnen bei Tag und Nacht die Einfahrt zum Meerbusen und Hafen.

Der Hafen ist unmittelbar an der Stadt ins Meer hineingebaut. Das äußere Bassin, der Marine- oder Kron-Hafen, ist durch einen hölzernen auf Steinkisten fundirten Wellenbrecher, in dessen Brüstung sich Schießscharten befinden, gegen Norden geschützt. Im Westen ist ein Steinkistendamm mit einer 2 m hohen und 1 m breiten Brüstung in ähnlicher Construction hergestellt, welcher zugleich als Quai dient.

An der inneren Seite desselben (am Hafen) ist von der Wurzel ab in etwa der Hälfte der ganzen Länge dieses Dammes eine senkrechte massive Quaimauer errichtet, welche in 2,5 m Höhe über dem mittleren Wasserstande mit 0,9 m breiten Steinplatten abgedeckt ist.

An die zweite äußere Hälfte dieses Dammes schließt sich auf der Hafenseite eine hölzerne Lösch- und Ladebrücke an; im Süden, an der Stadtseite, ist der Hafen durch eine nur 1,76 m über dem mittleren Wasserstande erbaute massive Mauer abgeschlossen, während im Osten derselbe gleichfalls durch Kistendämme begrenzt wird.

Von dem Marinehafen-Bassin ist der Handelshafen durch einen auf Steinkisten fundirten ziemlich gut erhaltenen niedrigen Damm getrennt. Ueberdies wird der Handelshafen noch durch eine in denselben hineingebaute hölzerne Ladebrücke in zwei Theile getheilt. In dem südöstlichen flacheren Theile legen die kleineren Schiffe an, während im nordwestlichen Theile mit Wassertiefen von 5,6 bis 7,5 m die größeren Schiffe unmittelbar an den Quais und Ladebrücken anlegen können. — Der Eingang zum Marinehafen ist durch zwei kleine Leuchtbaken bezeichnet.

Da am Revaler Meerbusen keine Sanddünen sich finden und lehmiger Untergrund vorhanden ist, so verschlammt der Hafen sehr wenig. Der vorhandene Dampfbagger war nicht im Betriebe; derselbe sollte einer gründlichen Reparatur unterzogen werden.

Vom Bahnhofe führen Schienengeleise zum Hafen, zu den einzelnen Speichern und zu dem am Hafen belegenen Zolletablisement.

Bei den hohen Küsten der Revaler Bucht kann nur der Nordwind eine größere Schwellung nach dem Hafen hin erregen, weil der Meerbusen durch die davor liegende Insel gegen andere Winde geschützt ist. Schiffe, welche bei Sturm aus der Ostsee in den Meerbusen von Reval einlaufen, finden schon hinter der Insel Nergóe Schutz und einen gesicherten Ankergrund. Die Einfahrt zum Revaler Hafen ist überdies so leicht zu finden, daß Schiffe, welche schon einmal dort waren, ohne Lootsen einzulaufen pflegen; es sollen daher von etwa 1500 einlaufenden Schiffen kaum 5 Schiffe einen Lootsen nehmen. Die auf der Insel Nergóe wohnenden Fischer versehen unter Leitung ihres Fischerschulzen

den Lootsendienst, und zwar ohne Taxe nach jedesmaligem Accord. Lootsenzwang existirt nicht.

Die im Revaler Meerbusen vorkommenden Untiefen sind durch Tonnen, die Hafeneinfahrt und die Küste durch Leuchtfeuer vollständig bezeichnet; bei letzteren wird, gleichwie auf den deutschen Leuchttürmen, theilweise bereits raffinirtes Petroleum (das sogenannte Kaiseröl) verwendet.

Für die Controlle der Leuchtfeuer, der Betonung u. s. w. war hier eine Marinestation vorhanden, welcher zum Transporte des Oels, des Petroleums u. s. w. mehrere Marine-dampfschiffe zur Disposition gestellt sind.

Wegen Ueberlassung des Marinehafens an die Stadt schweben Unterhandlungen.

Den Mittheilungen zufolge wird der Revaler Hafen selten vor Weihnachten durch Eis gesperrt, die Sperre dauert dann durchschnittlich 3 Monate, so daß im Herbst und im Frühjahr, wenn Petersburg schon, beziehungsweise noch durch Eis gesperrt ist, der Import und Export für letztere Stadt seinen Weg über Reval nimmt. Im Jahre 1877 lief das erste Schiff (nach russischer Zeitrechnung) am 2. April ein, und ging am 30. December das letzte Schiff aus.

Während der Winterzeit wird zunächst der kleine Hafen bei Baltisch-Port (Bl. 60), mit Reval durch Eisenbahn verbunden, benutzt, in welchem jedoch kaum mehr als 10 Schiffe Platz finden. Später friert der ganze Meerbusen querüber bis Helsingfors zu.

Ein in seinen Constructionen genehmigtes Project zur Vergrößerung des Hafens, veranschlagt zu 2 100 000 Rubel, lag bereits vor, und hoffte man in Reval, die Geldmittel zur Ausführung baldigst bewilligt zu erhalten.

Es sollen, wie dieses in die Situation von Reval mit punktirten Linien eingetragen ist, 5 sogenannte Jettys gebaut, und nach dem darunter gezeichneten Profil durch auf Steinkisten fundirte Quaimauern eingefast werden.

In der Mitte der am Kopfende 38,4 m resp. 61,87 m breiten Jettys sind 3 Schienengeleise projectirt, welche jedoch 1,07 m tiefer als die Jettys selbst in einem Einschnitte liegen sollen, so daß die Jettys in gleiche Höhe mit den Böden der Eisenbahnwagen zu liegen kommen. Zu beiden Seiten der Eisenbahneinschnitte sind dann noch 13,3 m resp. 25,07 m breite Quaiflächen vorhanden, auf welchen den Kaufleuten gestattet werden soll, leichte Schuppen zu erbauen. Durch diese projectirten Anlagen würden circa 2135 m Quailängen in unmittelbarer Verbindung mit den Eisenbahngleisen geschaffen werden.

Der Hafen, welcher an einigen Stellen durch undichte Einfassungs- und Bohlwerke verschlammte ist, soll dann durchgehends auf 7,32 m Tiefe ausgebaggert werden, und wird nach Ausführung dieses Neuprojects der Hafen von Reval zu den besten Häfen der Ostsee gezählt werden müssen, da man, neben einem sicheren Ankergrund auf der Rhede, in denselben leicht und sicher einlaufen kann, einen bedeutenden Raum mit ausgedehnten Quais und die gleiche Tiefe finden wird, welche der Sund bei Kopenhagen hat.

IV. St. Petersburg mit Cronstadt. (Bl. 60)

St. Petersburg, wohl nicht mit Unrecht die Stadt der Prachtbauten und Paläste genannt, wurde vor noch nicht 200 Jahren auf niedrigen, sumpfigen Inseln von Peter dem Großen gegründet und zeichnet sich neben Anderem vor

allen Großstädten dadurch aus, daß die Ufer der die Stadt in mehreren Armen durchströmenden Newa sowie der Canäle in ihr überall in sehr bedeutender Ausdehnung mit massiven Quaimauern nebst meist massiven Brüstungsmauern aus großen behauenen Granitblöcken eingefast sind. Andererseits hat die Erbauung der Stadt an einem in vielen Zweigarmen ausmündenden Strome auch hier den Nachtheil herbeigeführt, daß in der Flusmündung für größere Seeschiffe genügende Tiefe fehlt, und nur Schiffe mit ca. 3,0 m Tiefgang aus dem finnischen Meerbusen in die Newa gelangen können. Es ist daher Cronstadt der eigentliche Seehafen von Petersburg, in welchen die größeren Seeschiffe einlaufen, mittelst Lichterfahrzeuge die für Petersburg bestimmten Waaren löschen und auf gleiche Weise ihre Ladung empfangen. Neben größeren Kosten und sonstigen Verlusten geht dadurch viel Zeit verloren, selbst wenn die Lichterfahrzeuge durch Schleppdampfer nach dem ca. 56 km entfernten Hafen von Cronstadt hin- und zurückgebracht werden.

Dieser Uebelstand hat bereits manche Projecte für Herstellung einer tieferen Wasserstraße von Petersburg nach Cronstadt ins Leben gerufen, von denen in neuester Zeit folgendes Project zur Ausführung genehmigt ist (cf. die Situationszeichnung). Es soll eine 6,1 m tiefe Wasserstraße durch den Meerbusen selbst hergestellt werden, welche nicht an der Mündung der Newa beginnt, sondern südlich von derselben, um von dem Niederschlagsgebiete des ausfließenden Newawassers möglichst entfernt zu liegen. Der erste Theil dieser Wasserstraße von der Stadt an bis auf 5,34 m Wassertiefe soll in ca. 16 km Länge bei 85,34 m Sohlenbreite zwischen Molendämmen geführt, der zweite, äußere Theil dagegen im freien Wasser bis auf 6,1 m Tiefe in 13,9 km Länge und zu 106,68 m Sohlenbreite ausgebaggert werden. — Die Molendämme dieser Schiffahrtsstraße sollen an beiden Seiten durch Steinkisten eingeschlossen werden, und der nördliche Damm an der äußeren nördlichen Seite bis zur Krone eine Steindossirung mit 2füßiger Anlage, die Außenseite des südlichen Damms dagegen eine 10füßige Erdböschung über Wasser und 4füßige Anlage unter Wasser erhalten. — Die Gesamtkosten dieser Anlage sind auf 7 Millionen Rubel veranschlagt. Mit den Baggerungsarbeiten war bereits begonnen.

In Verbindung mit dieser Schiffahrtsstraße soll bei Petersburg zum Anschluß an die im Süden der Stadt belegenen Bahnhöfe der Eisenbahnen nach Moskau u. s. w. ein neuer Hafen angelegt, und von letzterem ein Verbindungscanal nach der Newa gebaut werden, damit die auf dem Strome ankommenden Binnenfahrzeuge auf kürzestem Wege zu diesem neuen Hafen gelangen können, und Getreide direct aus denselben in die Seeschiffe verladen werden kann.

Die jetzige Fahrstraße von Petersburg nach Cronstadt ist durch Tonnen und Leuchtschiffe bezeichnet.

Der Hafen von Cronstadt befindet sich am östlichen Ende der Insel, auf welcher die Festung Cronstadt liegt. Handelshafen und Kriegshafen sind durch Hafendämme, welche auf Steinkisten fundirt, auf denen jetzt massive Quai- und Brüstungsmauern aus großen behauenen Granitblöcken mit Hintermauerung in der Herstellung begriffen sind, vom Meere abgedämmt und durch andere Hafendämme in verschiedene Bassins getheilt.

Unmittelbar am Hafendamm ist 7,3 m Wassertiefe in den vorderen Bassins der Marine vorhanden, welche gegen das Land hin mehr und mehr abnimmt, so daß in dem dem Lande am nächsten belegenen Handelshafen nur Wassertiefen von 4,9 bis 6,7 m vorhanden sind.

Weil die Schiffe fast sämmtlich mittelst Lichter gelöscht und beladen werden, so erfordert die jährlich einlaufende bedeutende Zahl von Handelsschiffen viel Raum, weshalb bei starkem Verkehr disponible Theile des Marinebassins für die Handelsschiffe eingeräumt werden.

Behufs Reparatur von Kriegs- und anderen Schiffen befinden sich im Hafen von Cronstadt mehrere aus verschiedenen Theilen bestehende Schwimmdocks, durch deren Zusammensetzung es möglich wird, die größten und längsten Schiffe zu docken. — Außer den schwimmenden Docks sind dort noch zwei feste Docks vorhanden, von denen das ältere, von Holz erbaut, noch aus der Zeit Peters des Großen stammt, das andere, massive, erst vor einigen Jahren neu gebaut ist. — Beide Docks haben eine bedeutende Länge, so daß mehrere Schiffe zu gleicher Zeit darin aufgenommen und reparirt werden können. Der Abschluß des neuen, ganz aus großen Granitquadern hergestellten Docks geschieht durch eiserne Pontons, welche in ähnlicher Construction, der sogenannten Fischbauchform, hergestellt sind, wie der im Jahre 1874 für das Kieler Marinedock in Bremen erbaute Ponton. Zur Dichtung waren die Ränder desselben mit Streifen von zusammengeflochtenem Tauwerk benagelt, wie solches jetzt auch in Wilhelmshafen statt der früher üblichen Dichtung durch Gummiplatten-Bekleidung geschieht. Zur schnelleren Entleerung des Docks befindet sich hinter demselben ein tiefes Bassin, mit dem es durch einen unterirdischen Canal verbunden ist.

Auf der Werft der Kaiserlichen Marine sind, ähnlich wie in Wilhelmshafen, Magazine, Schmieden, Werkstätten etc. vorhanden.

In den letzten 5 Jahren wurde durchschnittlich Anfang December (nach unserer Zeitrechnung) die Schifffahrt geschlossen und, mit Ausnahme des Jahres 1877, erst Mitte Mai wieder eröffnet.

In Petersburg hatten wir noch Gelegenheit, den Bau einer unter Leitung des Obrist Struwe in Ausführung begriffenen Newabrücke zu besichtigen, welche eine Länge von 433,12 m, vier massive Mittelpfeiler und einen Oberbau in eiserner Bogenconstruction erhält.

Am linken Fluszufer wurde ein Schiffsdurchlaß mittelst einer ungleicharmigen Drehbrücke von 21,34 m Spannweite hergestellt. Der verbreiterte Landpfeiler bildete zugleich den Drehpfeiler, und wird der freischwebende Theil der Drehbrücke, um das Gewicht zu erleichtern, aus Stahlplatten construirt, während zu den übrigen Theilen derselben Schmiedeeisen verwandt wird.

Die mittlere Brückenöffnung hat eine lichte Weite von 74,68 m, die beiden folgenden jede eine lichte Weite von 65,07 m und die lichte Weite der Oeffnung am rechtsseitigen Landpfeiler beträgt 53,34 m. Die Mittelpfeiler sind in einer Tiefe von 12,8 m pneumatisch fundirt.

Die Grundfläche des ersten Pfeilers am Schiffsdurchlaß beträgt 564,46 qm, die der übrigen Pfeiler 295,89 qm.

Die Fahrbreite der Brücke wird 23,47 m betragen.

Zur Zeit unserer Besichtigung waren die beiden Landpfeiler, welche auf Pfahlrosten fundirt sind, vollendet; desgleichen zwei Mittelpfeiler, die übrigen ihrer Vollendung nahe. Dieselben wurden aus großen sauber bearbeiteten Granitquadern mit Hintermauerung von Kalksteinen in Cement aufgemauert.

Auffällig war uns das schlechte Straßenspflaster in Petersburg, meistens aus sehr kleinen Steinen in den sonst breiten und schönen Straßen hergestellt. — Zwar fährt man vorherrschend nur einspännig in leichten Wagen, und die einspännigen Lastwagen sind nur mit 20 Ctr. belastet, dennoch ist selbst für dieses Fuhrwerk das Pflaster zu schwach und zu schlecht hergestellt. Bei mehreren in Reparatur befindlichen Straßen fanden wir unter der gepflasterten Fahrbahn ein anderes Pflaster aus größeren Steinen von über 31 cm im Durchmesser groß, darauf eine Schicht Steinabfälle, Ziegelsteinschutt und Kies, und dann erst die mit ganz kleinen runden Steinen von 8 bis 10 cm Höhe gepflasterte Fahrbahn, wobei man die Zwischenräume mit feinem Steinschutt vollschlug und die dann fertige Fahrbahn schwach abrammte.

In den Hauptstraßen liegen dagegen meistens zwei Fahrbahnen aus Holzpflaster, von denen jede nur in einer Richtung benutzt werden darf, eine Anordnung, welche bei dem sehr schnellen Fahren in Petersburg dringend geboten ist. Auf dem geebneten Boden werden zunächst in der Quere Lagerhölzer von Halbholz mit der Schnittseite nach oben in Entfernungen von 1,3 bis 1,9 m so eingebettet, daß ihre Oberflächen eine Ebene bilden. Hierauf legt man mit 13 mm Zwischenräumen zum Durchlassen des Wassers in der Längsrichtung der Straße 3 bis 4 cm starke Bretter, welche man aus den zum Abbruch zum Verkauf kommenden Strusen (Wittinnen) wohlfeil erhält, weil diese vielfach durchlöchernten Schiffsplanken zu anderen Bauzwecken selten zu benutzen sind. Hierüber werden in der Quere mit Entfernungen von 90 cm von Mitte zu Mitte einzelne gleich starke Bretter gelegt, und es wird dann darüber wiederum in der Längsrichtung der Straße ein gleicher Bretterboden, wie darunter, mit 13 mm starken Fugen angefertigt. Sämmtliche Hölzer werden mit Steinkohlentheer gut getränkt, und wird dann darauf das Holzpflaster aus sechsseitigen in Steinkohlentheer getränkten und aus Föhrenholz gefertigten Prismen von 13 bis 16 cm Höhe gesetzt. Diese Prismen werden nicht aus Kernholz, sondern aus Föhren-Rundholz von 13 bis 16 cm Durchmesser theils mit dem Handbeil, theils mit einer Art Fallbeil, um lauter gleich große sechseckige Klötze zu erhalten, gefertigt. Der Arbeiter faßt beim Versetzen die Klötze nicht mit der Hand, sondern durch einen leichten Hieb mit dem Handbeil, und versetzt dieselben dann. Jeder Klotz, an einer Seite gebohrt, wird mit einem hölzernen Pflock von 19 mm Stärke und 78 mm Länge genagelt. Das fertige Pflaster wird nochmals stark getheert und soll bei starkem Verkehr 2 bis 3 Jahre halten.

Auch Versuche mit Asphaltpflaster, mit eisernem und equarrirtem Pflaster aus größeren Granitwürfeln wurden vorgenommen. In Cronstadt sind die Straßen in nicht geringer Ausdehnung mit eisernem Rippenpflaster versehen.

Herzbruch. Dempwolff.

Theoretische Bestimmung der Spannungen eines versteiften Parabelbogenwickels mit drei Gelenken.

(Mit Zeichnungen auf Blatt L im Text.)

Unter Parabelbogenwickel mit drei Gelenken ist eine Trägerconstruction verstanden, deren Mittellinien, wie auf Bl. L in Fig. 1 skizzirt, sämmtlich in einer Verticalebene liegen; hierbei ist die obere gerade, in horizontaler Lage angenommene Mittellinie durch Vertical- und Diagonalsteifen mit einem Parabelbogen verbunden, welcher eine verticale Axe besitzt und durch zwei, in einer Horizontalen liegende Kämpfergelenke, sowie durch ein Scheitelgelenk geht.

Die Bestimmung der Spannungen in den betreffenden Querschnitten geschehen unter Zugrundelegung der Theorie des Hrn. Oberbaurath Sternberg zu Carlsruhe; nach derselben wurden die Spannungen größtentheils durch Aufzeichnen verschiedener Curvenscharen aus Gleichungen bestimmt, wobei ein oder höchstens zwei Punkte jeder Curve verwerthet werden konnten, deren directe Bestimmung aus Gleichungen der Zweck nachstehender Entwicklungen ist.

Bezeichnungen (Bl. L Fig. 1).

Die positive x -Axe des zu Grunde gelegten rechtwinkligen Coordinatensystems gehe durch beide Kämpfergelenke, ist also horizontal, während die positive y -Axe, durch das linke Kämpfergelenk gehend, vertical aufwärts gerichtet ist; dann bezeichnen:

- $2a$ die Entfernung der Gelenkmittelpunkte;
- b die Scheitelpunktordinate zur Abscisse a ;
- c das Verhältniß $b : a$;
- x, y , die laufenden Coordinaten der Mittellinie des Bogens;
- m das Verhältniß $x : a$;
- α die horizontale, ununterbrochene Länge der rollenden, constanten Belastung von der y -Axe aus gemessen;
- n das Verhältniß $\alpha : a$,
- h die Höhe der Verticalständer;
- $K = y + h = \text{constante Entfernung}$;
- B, C, H, O und N seien Spannungen in den betreffenden Querschnitten, positiv als Druckspannung;
- Q und Q_1 die an dem linken resp. rechten Kämpfergelenke wirkende horizontale Reaktionskraft der Widerlager, und A und A_1 die verticalen Reaktionskräfte derselben, endlich p und q das Eigengewicht resp. die rollende, constante Belastung des Trägers pro Längeneinheit.

Betrachtet man nun im Folgenden immer denjenigen, durch einen nur drei Constructionsglieder treffenden Schnitt getrennten Trägertheil, welcher zwischen der y -Axe und der Schnittlinie liegt (linken Trägertheil), und bringt an den so durchschnittenen drei Gliedern die Resultirenden der auf den rechten, aber entfernt gedachten Trägertheil einwirkenden äußeren Kräfte an, so wird an dem Zustand des zu betrachtenden linken Theils nichts geändert. Man erhält sodann weiter:

M die Momentensumme der auf den linken Trägertheil wirkenden äußeren Kräfte in Bezug auf die Mittellinie des Bogens, positiv, wenn dieselbe die Bogenkrümmung zu verstärken strebt;

Q_0 die algebraische Summe der horizontalen Componenten der auf den linken Trägertheil wirkenden äußeren Kräfte, bezogen auf die Mittellinie des Bogens, positiv als Druck,

V die algebraische Summe der verticalen Componenten der auf den linken Trägertheil wirkenden äußeren Kräfte, positiv im Sinne verticalaufwärts; ist der Reductionspunkt ein Knotenpunkt, so soll V die event. Belastung des Knotenpunktes enthalten oder nicht, je nachdem der Knotenpunkt der linken oder rechten Trägerhälfte angehört.

Allgemeine Theorie.

Kommen im Nachstehenden gleichzeitig mehrere Bezeichnungen vor, so sind sie selbstverständlich immer sämmtlich auf ein und denselben Bogenknotenpunkt zu beziehen, wie aus Fig. 1 (Bl. L) leicht ersichtlich ist.

Die Gleichung der Parabel ist:

$$y = \frac{b}{a^2} (2ax - x^2) = bm(2 - m) \dots 1$$

$$\text{tang } \beta = 2 \frac{b}{a^2} (a - x) = 2c(1 - m) \dots 2$$

$$h = K - y = K - bm(2 - m) \dots 3$$

Aus den Bedingungen des Gleichgewichts der äußeren Kräfte des ganzen Trägers folgt:

$$\begin{aligned} 0 &= Q - Q_1 \\ 0 &= A + A_1 - 2ap - \alpha q \\ 0 &= 2aA_1 - 2a^2p - q \frac{\alpha^2}{2} \end{aligned}$$

somit:

$$\left. \begin{aligned} Q &= Q_1 = Q_0 \\ A &= ap + na \left(1 - \frac{n}{4}\right) q \\ A_1 &= ap + n^2 \cdot \frac{a}{4} q \end{aligned} \right\} \dots 4$$

Stellt man nun für das Scheitelgelenk die Momentensumme der äußeren Kräfte auf, indem man sich den rechten Trägertheil hinweg denkt, so hat man zwei Fälle zu unterscheiden:

- a) $\alpha \leq a$, d. i. $n \leq 1$ und b) $a \leq \alpha$, d. i. $1 \leq n$,

daher $0 = a \cdot A_1 - b \cdot Q - ap \cdot \frac{a}{2}$,

resp. $0 = a \cdot A - b \cdot Q - \frac{a^2}{2} (p + q)$

und hieraus:

$$Q_a = \frac{a}{2c} \cdot p + \frac{a}{4c} \cdot n^2 \cdot q$$

$$Q_b = \frac{a}{2c} (p + q) - \frac{a}{4c} (2 - n)^2 \cdot q \dots 5$$

Ist der Träger nur durch sein Eigengewicht belastet, ist also $q = 0$, dann folgt aus Gl. 4 und 5

$$A = A_1 = ap \text{ und } Q = \frac{a}{2c} \cdot p \dots 6$$

Zur Bestimmung des Werthes von V hat man ebenfalls zu unterscheiden:

- a) $\alpha \leq x$, d. i. $n \leq m$, und b) $x \leq \alpha$ d. i. $m \leq n$,

daher: $V = A - px - q\alpha$, $V = A - (p + q)x$

und hieraus

$$V = a(1 - m)p - n^2 \cdot \frac{a}{4} \cdot q$$

$$V = a(1 - m)p - a \left(\frac{n^2}{4} + m - n \right) \cdot q \dots 7$$

In Bezug auf M hat das Eigengewicht p keinen Einfluss; denn es sei $q = 0$, dann ist in Bezug auf irgend einen Bogenpunkt:

$$M = Ax - Qy - px \cdot \frac{x}{2}, \text{ somit nach 6}$$

$$M = 0 \text{ f\u00fcr } q = 0 \dots \dots \dots 6_a)$$

Es kann daher bei Bestimmung des Werthes M das Eigengewicht p au\u00dfer Betracht bleiben, und es sind dann der Klarheit wegen folgende zwei Hauptf\u00e4lle I und II zu untersuchen:

I. Linke Tr\u00e4gerh\u00e4lfte: $x \leq a$, d. h. $m \leq 1$.

I_a) $\alpha \leq x \leq a$, d. i. $n \leq m \leq 1$.

F\u00fcr irgend einen dieser Bedingung entsprechenden Bogenpunkt mit der Abscisse x ist dann:

$$M = Ax - Qy - q\alpha \left(x - \frac{\alpha}{2}\right),$$

somit
$$M = n^2 \cdot \frac{a^2}{4} (m^2 - 3m + 2) \cdot q.$$

I_b) $x \leq \alpha \leq a$, d. i. $m \leq n \leq 1$,

$$M = Ax - Qy - qx \cdot \frac{x}{2} = \frac{a^2}{4} \cdot m [n^2(m - 3) + 4n - 2m] \cdot q.$$

I_c) $x \leq a \leq \alpha$, d. i. $m \leq 1 \leq n$,

$$M = Ax - Qy - qx \cdot \frac{x}{2} = a^2 \cdot m (1 - m) \left(1 - \frac{n}{2}\right)^2 \cdot q.$$

Ebenso ergibt sich f\u00fcr den andern Hauptfall:

II. Rechte Tr\u00e4gerh\u00e4lfte: $x \geq a$, d. h. $m \geq 1$.

II_a) $\alpha \leq a \leq x$, d. i. $n \leq 1 \leq m$,

$$M = A \cdot x - Qy - q\alpha \left(x - \frac{\alpha}{2}\right) = n^2 \frac{a^2}{4} (m^2 - 3m + 2) \cdot q.$$

II_b) $a \leq \alpha \leq x$, d. i. $1 \leq n \leq m$,

$$M = Ax - Qy - q\alpha \left(x - \frac{\alpha}{2}\right) = a^2 \cdot \left[\frac{n^2}{4} (2 + m - m^2) + n(m^2 - 2m) + m - \frac{m^2}{2} \right] \cdot q.$$

II_c) $a \leq x \leq \alpha$, d. i. $1 \leq m \leq n$,

$$M = Ax - Qy - qx \frac{x}{2} = a^2 m (1 - m) \left(1 - \frac{n}{2}\right)^2 \cdot q.$$

Mittelst dieser Gleichungen k\u00f6nnen die einzelnen Spannungen bestimmt werden. Da nun namentlich die Maximal- und Minimalwerthe derselben in Betracht kommen, so sei vorher erw\u00e4hnt, da\u00df, wenn

$$a_{11}x^1 + 2a_{12}xy + a_{22}y^2 + 2a_{13}x + 2a_{23}y + a_{33} = 0 \dots 8$$

die allgemeine Gleichung 2ten Grades darstellt, und man f\u00fcr rechtwinklige Coordinaten x als Abscisse und y als Ordinate auftr\u00e4gt, die so entstehende Curve immer eine Parabel darstellt, wenn in Gl. 8

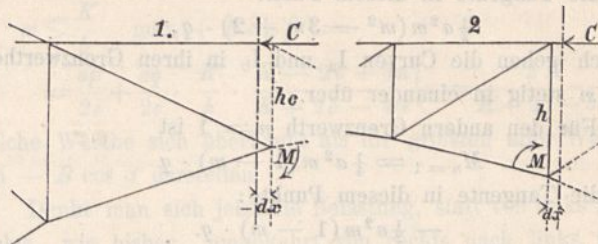
$$a_{12}^2 - a_{11} \cdot a_{22} = 0 \dots \dots \dots 9$$

Die Axe der Parabel bildet mit der $+x$ -Axe den Winkel \mathcal{P} , bestimmt aus:

$$\text{tang } \mathcal{P} = -\frac{a_{11}}{a_{12}} = -\frac{a_{12}}{a_{22}} \dots \dots \dots 10$$

wodurch s\u00e4mmtliche nachstehende Curven untersucht werden k\u00f6nnen.

α) Spannungen C in dem geraden*) Tr\u00e4ger. (Fig. 2 u. 3 Bl. L.)



Denkt man sich den Tr\u00e4ger durch einen Verticalschnitt nach den beistehenden Skizzen 1) und 2) in zwei Theile getheilt, und, wie hier auch in allen folgenden Untersuchungen, den linken Tr\u00e4gertheil in Betracht gezogen, so mu\u00df zur Herstellung des Gleichgewichts die Bedingung erf\u00fcllt sein:

$$M - Ch = 0,$$

daher
$$C = \frac{M}{h} \dots \dots \dots 11$$

C wird somit ein Maximum oder Minimum mit M , wodurch die fr\u00fcheren 6 F\u00e4lle I und II zu untersuchen sind.

I_a) $n \leq m \leq 1$. Durch Substitution der Gleichung 3 in I resp. II ergibt sich:

$$M = n^2 \cdot \frac{a^2}{4} (m^2 - 3m + 2) \cdot q.$$

Wird nun in allen derartigen folgenden Untersuchungen n als Abscisse zur Ordinate M eines rechtwinkligen Coordinatensystems aufgetragen, so stellt sich diese Gleichung als eine Parabel dar (Gl. 9), und zwar hat dieselbe f\u00fcr $n = 0$ einen Minimalwerth $M = 0$; der Scheitel der Parabel liegt im Coordinatenursprung, und die Axe ist vertical (Gl. 10).

F\u00fcr den Grenzwert $n = m$ ist

$$M_{n=m} = \frac{1}{4} a^2 \cdot m^2 (m^2 - 3m + 2) \cdot q,$$

und die Tangente in diesem Punkt $= \frac{1}{2} a^2 m (m^2 - 3m + 2) \cdot q$. (S. Fig. 2.)

I_b) $m \leq n \leq 1$, Analog I_a) findet man:

$$M = \frac{1}{4} a^2 m [n^2(m - 3) + 4n - 2m] \cdot q.$$

M stellt hier ebenfalls eine Parabel mit verticaler Axe dar, und da $\frac{dM}{dn} = \frac{1}{2} a^2 m [n(m - 3) + 2] \cdot q$ zu Null wird, f\u00fcr $n = 2 : (3 - m)$ (positiv) und $\frac{d^2M}{dn^2} = \frac{1}{2} a^2 m (m - 3)$

folglich immer negativ ist, so folgt, da\u00df die Parabel concav gegen die Abscissenaxe ist und einen Maximalwerth f\u00fcr $n = 2 : (3 - m)$ besitzt; es fragt sich nun zun\u00e4chst, ob n f\u00fcr die zul\u00e4ssigen Werthe von m ebenfalls innerhalb seiner Grenzen bleibt, d. h. ob f\u00fcr $0 \leq m \leq 1$ auch $m \leq 2 : (3 - m) \leq 1$ ist. Setzt man $f(m) = 2 : (3 - m)$, so ist $f'(m) = 2 : (3 - m)^2$ und folglich immer positiv, daher nimmt $f(m)$ zu mit wachsendem m , und umgekehrt; der kleinste Werth von $2 : (3 - m)$ ist somit $\frac{2}{3}$, der gr\u00f6\u00dfte gleich 1; obiger Maximalwerth von M f\u00fcr $n = 2 : (3 - m)$ liegt folglich innerhalb der zul\u00e4ssigen Grenzen, und ist

$$\max M = a^2 m \left(\frac{1}{3 - m} - \frac{m}{2} \right) \cdot q.$$

F\u00fcr den einen Grenzwert obiger Gleichung I_b), n\u00e4mlich $n = m$, ist

*) „Gerader Tr\u00e4ger“ und nicht „obere Gurtung“ genannt, um keine Verwechslung mit der oberen Gurtung des Bogens und des Tr\u00e4gers selbst zu verursachen, ebenso, um darauf hinzuweisen, da\u00df derselbe in Folge der event. Auflagerung der Fahrbahn selbst wieder verm\u00f6ge der Durchbiegung als eigener Tr\u00e4ger in Rechnung gezogen werden mu\u00df.

$$M_{n=m} = \frac{1}{4} a^2 m^2 (m^2 - 3m + 2) \cdot q$$

und die Tangente in diesem Punkt

$$\frac{1}{2} a^2 m (m^2 - 3m + 2) \cdot q,$$

folglich gehen die Curven I_a und I_b in ihren Grenzwerten $n = m$ stetig in einander über.

Für den andern Grenzwert $n = 1$ ist

$$M_{n=1} = \frac{1}{4} a^2 m (1 - m) \cdot q$$

und die Tangente in diesem Punkte:

$$-\frac{1}{2} a^2 m (1 - m) \cdot q.$$

$I_c) m \leq 1 \leq n$. Analog I_a) ergibt sich

$$M = a^2 m (1 - m) \left(1 - \frac{n}{2}\right)^2 \cdot q.$$

Diese Gleichung stellt ebenfalls eine Parabel mit verticaler Axe dar, deren Scheitelpunkt die Coordinaten $n = 2$ und $M = 0$ besitzt. Für den einen Grenzfall $n = 1$ ist

$$M_{n=1} = \frac{1}{4} a^2 m (1 - m) \cdot q,$$

und die Tangente in diesem Punkt

$$-\frac{1}{2} a^2 m (1 - m) \cdot q,$$

folglich an die Curve in I_b) für diesen Punkt sich stetig anschliessend.

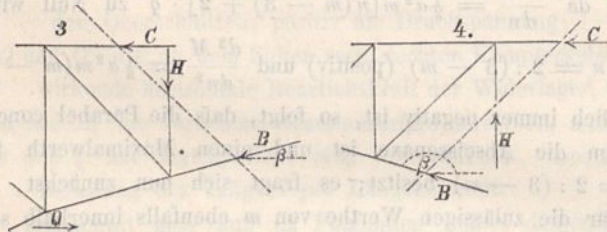
Durch ganz analoge Untersuchungen ergibt sich für Punkte m der rechten Trägerhälfte, dafs sämtliche Curven II_a) bis II_c) mit denjenigen von I_a) bis I_c) für symmetrisch liegende Punkte der linken Trägerhälfte congruent, aber von negativem Werthe sind (vergl. Fig. 2), woraus sofort folgt, dafs man die grössten resp. kleinsten Spannungen von C aus I_b) erhält, und zwar ist:

$$\text{für } m \leq 1 \quad \max (\pm C) = \frac{a^2 \cdot q}{2} \cdot \frac{m}{h} \cdot \frac{2 - m(3 - m)}{3 - m} \cdot 11a$$

Für symmetrisch liegende Punkte $(2 - m)$ sind die entsprechenden Spannungen mit diesen übereinstimmend. In Fig. 3 sind diese Maximalwerthe als Ordinate zur Abscisse m aufgetragen. Die ausgezogene Curve ist für fortschreitende Belastung von links nach rechts, die gestrichelte für solche von rechts nach links.

β) Spannungen B in dem Bogenträger.

(Fig. 4 u. 5 Bl. L.)



Denkt man sich wieder den Träger nach den bestehenden Skizzen 3 und 4 durch einen Schnitt getrennt und an den Schnittflächen die Normalkräfte C , B und H angebracht, so ist eine Bedingung des Gleichgewichts:

$$\text{für } x < a \quad Q - C - B \cdot \cos \beta = 0$$

$$\text{für } x > a \quad Q - C + B \cdot \cos \beta = 0,$$

daher unter Berücksichtigung der Gl. 11

$$\left. \begin{aligned} \text{für } x < a, \text{ d. i. } m < 1 \quad B \cos \beta &= Q - \frac{M}{h} \\ \text{für } x > a, \text{ d. i. } m > 1 \quad -B \cos \beta &= Q - \frac{M}{h} \end{aligned} \right\} \cdot 12$$

Zur Untersuchung der Maximal- resp. Minimalwerthe sind somit wieder analog α) die früheren Fälle I und II zu untersuchen, unter Berücksichtigung der Gl. 5, wie folgt:

$$I_a) n \leq m \leq 1. \quad B \cos \beta = \frac{ap}{2c} + \frac{a^2 q}{4h} \left(\frac{K}{b} + m - 2\right) \cdot n^2.$$

Wird nun wieder $B \cos \beta$ als Ordinate zur Abscisse n aufgetragen, so erhält man nach Gl. 8 bis 10 eine Parabel mit verticaler Axe. Ist nun $m = 2 - \frac{K}{b}$, dann wird die Klammergrösse $= 0$ und $B \cos \beta$ stellt sich für alle Werthe $n \leq 2 - \frac{K}{b}$ als eine, der Abscissenaxe in der Entfernung $\frac{ap}{2c}$ parallele Gerade dar (s. Fig. 4). Ist $m \leq 2 - \frac{K}{b}$, so liegt der Scheitel der Parabel in $n = 0$, und die Parabel selbst ist concav resp. convex gegen die Abscissenaxe; der Werth $B \cos \beta$ ist $= ap : 2c$ für $n = 0$ (vergl. Fig. 4).

Für $m = 0$ ist $n = 0$ und $B \cos \beta = \frac{ap}{2c}$; für $m = 1$ erhält man die stark ausgezogene Curve.

$$I_b) m \leq n \leq 1; \quad B \cos \beta = \frac{ap}{2c} + \frac{a^2 q}{4h} \left[\left(\frac{K}{b} + m\right)n^2 - 4mn + 2m^2\right].$$

Diese Gleichung repräsentirt ebenfalls wieder eine Parabel mit verticaler Axe; da der zweite Differentialquotient von $B \cos \beta$ nach n immer positiv ist, so ist der Scheitelpunkt ein Minimalpunkt und zwar für

$$n = 2m : \left(\frac{K}{b} + m\right),$$

jedoch nur so lange, als dies der Bedingung I_b) entspricht, d. h. für

$$m \leq 2m : \left(\frac{K}{b} + m\right) \leq 1,$$

oder

$$m \leq 2 - \frac{K}{b} \leq 1.$$

Ist somit $m = 2 - \frac{K}{b}$ und ≤ 1 , so ist für den Minimal-

punkt auch $n = m = 2 - \frac{K}{b}$ und $B \cos \beta = \frac{ap}{2c}$, d. h. diese Parabel schliesst sich an die Gerade in I_a) stetig an (Fig. 4).

Ist weiter $m < 2 - \frac{K}{b} \leq 1$, dann liegt die Scheitelabszisse n zwischen m und 1 ; für den Grenzfall $n = m$ schliesst sich diese Parabel an die in I_a) für dieselben Werthe n und m stetig an, und man erhält

$$\min B \cos \beta = \frac{ap}{2c} + \frac{a^2 q}{2h} \cdot \frac{m^2}{\frac{K}{b} + m} \left(\frac{K}{b} + m - 2\right)$$

für $m \leq 2 - \frac{K}{b}$.

Dieser Minimalwerth ist für die in der Praxis vorkommenden Fälle immer positiv, wovon man sich am einfachsten durch Beispiele überzeugen kann.

Ferner für $m > 2 - \frac{K}{b}$ und kleiner als 1 liegt der Scheitel der Parabel nicht mehr innerhalb der gültigen Grenzen, indem $n < m$ wird, und von der Parabel selbst sind nur die Punkte $n \geq m$ bis $n = 1$ gültig (s. Fig. 4).

Diese Parabel schliesst sich gleichfalls wieder an die denselben Bedingungen entsprechende in I_a) stetig an.

$I_c) m \leq 1 \leq n$:

$$B \cos \beta = \frac{ap}{2c} +$$

$$+ \frac{aq}{4h} \cdot \left[a \left(m - \frac{K}{b}\right)n^2 - 4a \left(m - \frac{K}{b}\right)n + 4a \left(m - \frac{K}{b}\right) + \frac{2h}{c} \right].$$

Diese Parabel mit verticaler Axe hat ihren Scheitelpunkt in

$n = 2$, $\max (+ B \cos \beta)$ ist $= \frac{ap}{2c} + \frac{aq}{2c}$, und sie schließt sich stetig an die Parabel in I_b für den Grenzwert $n = 1$ an.

Aus I_a bis I_c geht nun hervor, daß man den kleinsten positiven Werth von $B \cos \beta$ aus I_b und den größten $= \frac{ap}{2c} + \frac{aq}{2c}$ aus I_c erhält.

$$II_a) \quad n \geq 1 \geq m; \quad -B \cos \beta = \frac{ap}{2c} + \frac{a^2q}{4h} \left[\frac{K}{b} + m - 2 \right] n^2.$$

Da $\cos \beta$ immer negativ ist, so wird B positiv oder negativ, sobald es die rechte Seite der Gleichung ist; setzt man der Deutlichkeit wegen

$$\cos \beta' = -\cos \beta,$$

so stellt $B \cos \beta'$ wieder eine Parabel mit verticaler Axe dar; der Scheitel liegt in $n = 0$ und ist ein Minimalpunkt, und zwar

$$\min (+ B \cos \beta') = \frac{ap}{2c}.$$

$$II_b) \quad 1 \leq n \leq m \quad (-\cos \beta = \cos \beta' = \text{positiv})$$

$$B \cos \beta' = \frac{ap}{2c} + \frac{aq}{4hc} [-(K + 2b - bm)n^2 + 4 \cdot Kn - 2K].$$

Der Scheitelpunkt dieser Parabel ist ein Maximalpunkt für $n = 2K : (K + 2b - bm)$

und zwar ist:

$$\max (+ B \cos \beta') = \frac{ap}{2c} + \frac{aq}{2c} \cdot \frac{K}{h} \cdot \frac{K - 2b + bm}{K + 2b - bm}.$$

Dieser Werth ist jedoch an die Bedingung geknüpft, daß n , für welches der Maximalwerth eintritt, nicht größer ist als m , d. h. daß:

$$m \geq 2K : (K + 2b - bm),$$

oder $K(2 - m) - bm(2 - m) = 0$, d. i. $m \geq \frac{K}{b}$; tritt

somit der Fall ein, daß $m < \frac{K}{b}$ ist, so ist der größte

Werth $B \cos \beta'$, wenn $n = m$ gesetzt wird. Ist $m = \frac{K}{b}$

$$= n, \text{ so ist } \max (+ B \cos \beta') = \frac{ap}{2c} + \frac{aq}{2c}.$$

Diese Parabel schließt sich wieder für den Grenzwert $n = 1$ an die entsprechende II_a stetig an.

$II_c) \quad 1 \leq m \leq n$; setzt man wieder $\cos \beta' = -\cos \beta$, so ist

$$B \cos \beta' = \frac{ap}{2c} + \frac{aq}{4h} \left[a \left(m - \frac{K}{b} \right) n^2 - 4a \left(m - \frac{K}{b} \right) n + 4a \left(m - \frac{K}{b} \right) + \frac{2h}{c} \right].$$

Diese Parabel mit verticaler Axe hat ihren Scheitelpunkt in $n = 2$ liegen; für $m = \frac{K}{b}$ ist

$$B \cos \beta' = \frac{ap}{2c} + \frac{aq}{2c},$$

also eine mit der x -Axe parallele Gerade.

Ist $m \geq \frac{K}{b}$, so ist sie convex resp. concav gegen die Abscissenaxe und schließt sich für $n = m$ an diejenigen von II_b stetig an (s. Fig. 4).

Wie sich nun am einfachsten aus der Fig. 4 ergibt, erhält man die Maximalwerthe für die rechte Trägerhälfte, und zwar aus II_b resp. II_c , nämlich aus II_b für Punkte $m \leq \frac{K}{b}$, und aus II_c für $m > \frac{K}{b}$, und zwar:

$$1 \leq m \leq \frac{K}{b} \quad \max (+ B \cos \beta') = \frac{ap}{2c} + \frac{aq}{2c} \quad (n = 2),$$

$$m > \frac{K}{b} \quad \max (+ B \cos \beta') =$$

$$= \frac{ap}{2c} + \frac{aq}{2c} \cdot \frac{K}{h} \cdot \frac{K - 2b + bm}{K + 2b - bm} \quad \left(n = \frac{2K}{K + 2b - bm} \right),$$

welche Werthe sich überhaupt als die größten aller Werthe von $-B \cos \beta$ darstellen.

Denkt man sich jetzt die Belastung, statt von links nach rechts, wie bisher, umgekehrt von rechts nach links über den Träger rollen, so erhält man ein zur Verticalen in $n = 1$ symmetrisches Curvensystem, und die Maximalwerthe treten jetzt für symmetrische Punkte m der linken Trägerhälfte auf. Es ist deshalb sofort einleuchtend, daß man, um dieselben zu erhalten, in obigen Formeln zu setzen hat:

$2 - m$ statt m und $2 - n$ statt n , somit:

$$1) \quad 0 \leq m < 2 - \frac{K}{b};$$

$$\max (+ B \cos \beta) =$$

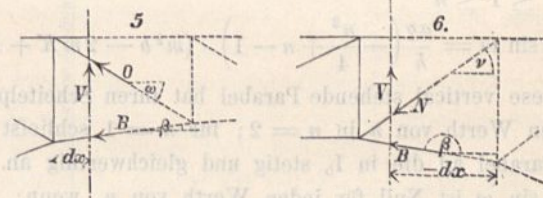
$$= \frac{ap}{2c} + \frac{aq}{2c} \cdot \frac{K}{h} \cdot \frac{K - bm}{K + bm} \quad \left(n = \frac{2K}{K + bm} \right).$$

$$2) \quad 2 - \frac{K}{b} \leq m \leq 1:$$

$$\max (+ B \cos \beta) = \frac{a}{2c} (p + q) \quad \text{für } n = 0$$

Dieselben sind in Fig. 5, untere Curve, dargestellt für die Abscissen m . Wird durch den Cosinus β dividirt, so findet man den Maximalwerth von B , der ebenfalls in Fig. 5, obere Curve, dargestellt ist.

γ . Diagonalspannungen O und N .
(Fig. 6 und 7 Bl. I.)



Mit Bezug auf Skizzen 5 und 6 hat man:

$$\text{für } m < 1 \quad 0 = V + O \sin \omega - B \sin \beta \text{ und}$$

$$\text{für } m > 1 \quad 0 = V - N \sin \nu + B \sin \beta,$$

somit nach Gl. 12:

$$\text{für } m < 1 \quad O \sin \omega = \left(Q - \frac{M}{h} \right) \tan \beta - V$$

$$\text{für } m > 1 \quad -N \sin \nu = \left(Q - \frac{M}{h} \right) \tan \beta - V \quad 13$$

wodurch man wieder die Fälle I und II zu untersuchen hat, wie folgt:

$$I_a) \quad n \leq m \leq 1$$

$$O \sin \omega = \frac{aq}{4h} [-bm^2 + (4b - 2K)m - (4b - 3K)] n^2.$$

Trägt man nun wie bisher $O \sin \omega$ als Ordinate zur Abscisse n auf, so erhält man hierdurch wieder eine Parabel mit verticaler Axe, die durch den Punkt $n = 0$ geht. Ist die Klammergröße gleich Null, d. h. ist

$$m = m_a = 2 - \frac{K + \sqrt{K(K - b)}}{b},$$

so ist $O \sin \omega = 0$ für jedes $n \leq m_a$, und zwar ist das positive Vorzeichen der Wurzel zu nehmen, da $m < 1$ sein muß. Wird aber die Klammergröße positiv oder negativ, so muß $m \geq m_a$ sein, und dann hat die Parabel einen

Minimal- oder Maximalwerth (vergl. Fig. 6). Ist insbesondere $m > m_a$, so hat die Parabel den größten Werth für $n = m$, und dann ist

$$\max(+O \sin \omega) = \frac{aq}{4h} \cdot m^2 [3K - 2Km - bm^2 - 4b(1-m)].$$

$$I_b) m \leq n \leq 1.$$

$$O \sin \omega = \frac{aq}{h} \left[\frac{n^2}{4} (3K - 2Km - bm^2) - n(K - bm^2 + m(K - bm)) \right],$$

die entsprechende Parabel mit verticaler Axe hat mit der vorhergehenden für $n = m$ denselben Werth, aber andere Tangentenrichtungen; der Scheitel der Parabel hat die Abscisse

$$n_0 = 2 \cdot \frac{K - bm^2}{3K - 2Km - bm^2},$$

und ist ein Minimalpunkt, da immer

$$m < 1 < \frac{-K + \sqrt{K(K + 3b)}}{b}$$

ist, und zwar ist:

$$\min(O \sin \omega) = -\frac{aq}{h} \cdot \frac{K(1-m)(K - 2Km + bm^2)}{3K - 2Km - bm^2}.$$

Da ferner n_0 nicht größer als 1 sein darf, so muß

$$m_b \leq \frac{K - \sqrt{K(K - b)}}{b}$$

sein; daraus folgt, daß obiges $\min(O \sin \omega)$ immer negativ ist.

Im Falle das Gleichheitszeichen von m_b Giltigkeit hat, ist $n_0 = 1$ und $\min(O \sin \omega) = 0$, somit liegt der Scheitel der Parabel in der n -Axe im Punkte $n = 1$ (Fig. 6).

Wird $m > m_b$, so erhält man den kleinsten zulässigen Werth für $n = 1$.

$$I_c) m \leq 1 \leq n$$

$$O \sin \omega = \frac{aq}{h} \left(-\frac{n^2}{4} + n - 1 \right) \cdot (m^2 b - 2mK + K).$$

Diese vertical stehende Parabel hat ihren Scheitelpunkt für jeden Werth von n in $n = 2$; für $n = 1$ schließt sich diese Parabel an die in I_b stetig und gleichwerthig an.

$O \sin \omega$ ist Null für jeden Werth von n , wenn:

$$m = m_c = \frac{K - \sqrt{K(K - b)}}{b} = m_b.$$

Ist $m \leq m_c$, so ist $O \sin \omega$ positiv oder negativ, und den größten resp. kleinsten Werth findet man für $n = 1$ (Fig. 6).

Aus diesen Gleichungen ergeben sich denn, wie am besten aus der Fig. 6 ersichtlich ist, die größten Werthe von $O \sin \omega$ für $m \leq 1$ wie folgt:

$$0 \leq m \leq 2 - \frac{K + \sqrt{K(K - b)}}{b} : \text{aus } I_b) \left. \begin{array}{l} \max(-O \sin \omega) = \\ = \frac{aq}{h} \cdot K(1-m) \cdot \frac{K - 2Km + bm^2}{3K - 2Km - bm^2} \end{array} \right\} a$$

$$2 - \frac{K + \sqrt{K(K - b)}}{b} < m < \frac{K - \sqrt{K(K - b)}}{b} \left. \begin{array}{l} \max(-O \sin \omega) = \\ = \frac{aq}{h} \left[K(1-m) \frac{K - 2Km + bm^2}{3K - 2Km - bm^2} + \right. \\ \left. + \frac{m^2}{4} (3K - 2Km - bm^2 - 4b(1-m)) \right] \end{array} \right\} b$$

Diese Summation ergibt sich daraus, daß man sich eine Belastungslänge gleich $n_0 - m$ (Differenz der die größten

Werthe in I_b und I_a erzeugenden Belastungslängen) denkt, wodurch man diese absolute Addition erhält:

$$\left. \begin{array}{l} \frac{K - \sqrt{K(K - b)}}{b} \leq m \leq 1 \text{ (aus } I_a) \\ \max(+O \cdot \sin \omega) = \\ = \frac{aq}{h} \cdot \frac{m^2}{4} [(3K - 2Km - bm^2) - 4b(1-m)] \end{array} \right\} c$$

Wie man sich nun auf ganz gleiche Weise wie vorstehend überzeugen kann, erhält man für die Diagonalen der rechten Trägerhälfte ein der Fig. 6 congruentes Curvensystem, entstanden durch Umklappen der Fig. 6, sowohl um die n -Axe, als auch um die Senkrechte in $n = 1$, und Vertauschen von $O \sin \omega$ mit $N \sin \nu$; Spannungen, welche dort positiv waren, werden also hier negativ, und umgekehrt; man ersieht daraus, daß symmetrisch liegende Diagonalen dieselbe Spannung aber von entgegengesetztem Vorzeichen erhalten; die Gleichungen a), b) und c), welche die größte Spannung der linken Trägerhälfte liefern, sind daher auch für die rechte maßgebend, wenn für m gesetzt wird $2 - m$. Die Bestimmung der Spannungen O genügen daher auch für die N , und man hat endlich, wenn gesetzt wird:

$$s = K - 2Km + bm^2$$

$$t = 3K - 2Km - bm^2$$

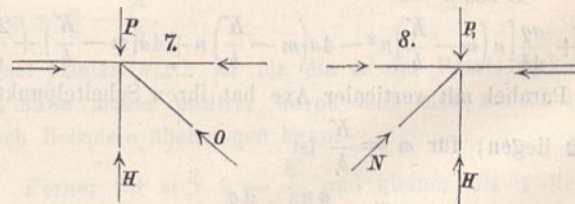
$$0 \leq m \leq 2 - \frac{K + \sqrt{K(K - b)}}{b} \left. \begin{array}{l} \max(\pm O \sin \omega) = \frac{aq}{h} \cdot K(1-m) \cdot \frac{s}{t} \end{array} \right\} 13a$$

$$2 - \frac{K + \sqrt{K(K - b)}}{b} < m < \frac{K - \sqrt{K(K - b)}}{b} \left. \begin{array}{l} \max(\pm O \sin \omega) = \\ = \frac{aq}{h} \cdot \left\{ K(1-m) \cdot \frac{s}{t} + \frac{1}{4} [t - 4b(1-m)] m^2 \right\} \end{array} \right\} 13b$$

$$\frac{K - \sqrt{K(K - b)}}{b} \leq m \leq 1: \left. \begin{array}{l} \max(\pm O \sin \omega) = \frac{aq}{4h} [t - 4b(1-m)] m^2 \end{array} \right\} 13c$$

Durch Division mit $\sin \omega$ ergeben sich endlich die größten positiven und negativen Werthe von O und damit die symmetrisch liegenden N , welche in Fig. 7 (Bl. L) aufgezeichnet sind.

8. Spannungen H in den Verticalen.



Nimmt man an, daß das auf eine Verticale reducirte Eigengewicht je zur Hälfte am oberen und unteren Knotenpunkt einwirke, so findet man, daß mit Bezug auf Skizze 7 und 8

$$H + O \sin \omega - P = 0 \quad H + N \sin \nu - P_1 = 0,$$

wenn P das Eigengewicht allein, P_1 aber das Eigengewicht plus rollende Belastung pro Knotenpunkt bedeutet; somit:

$$H = -O \sin \omega + P \quad H = -N \sin \nu + P_1 \quad . \quad 14$$

Da nach der Definition von V in der Entwicklung von $O \sin \omega$ die rollende Belastung stets inbegriffen, in $N \sin \nu$ aber ausgeschlossen ist, so folgt, daß, da $P_1 > P$ ist und

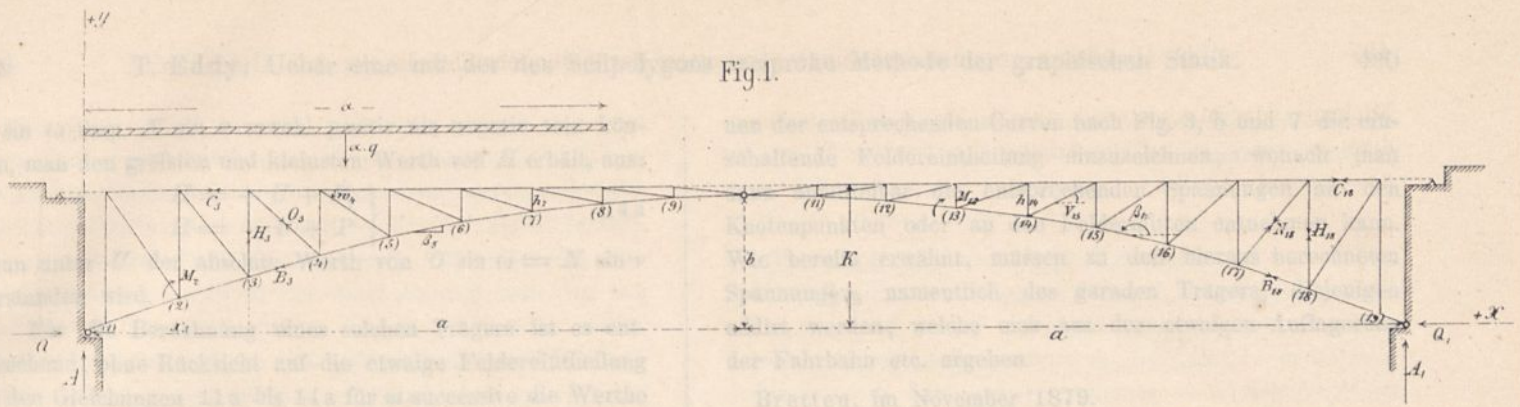


Fig.1.

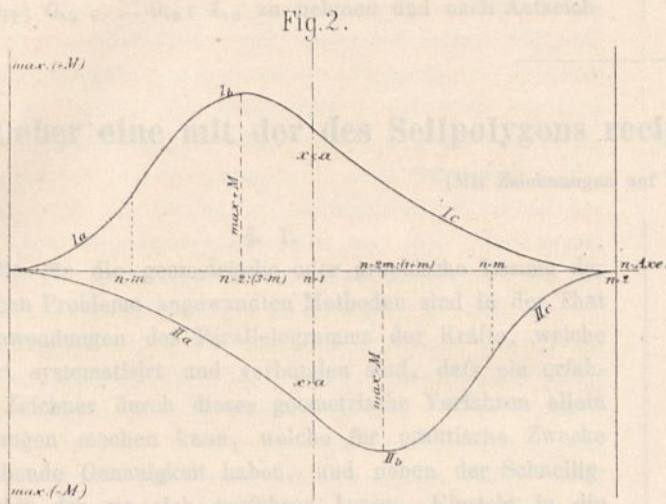


Fig.2.

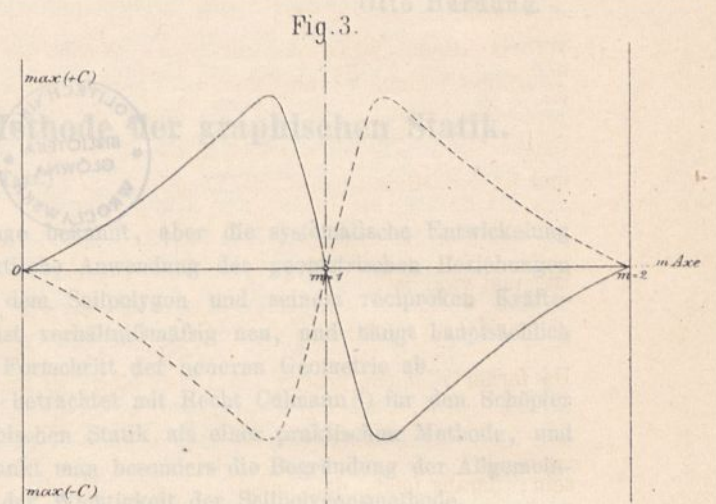


Fig.3.

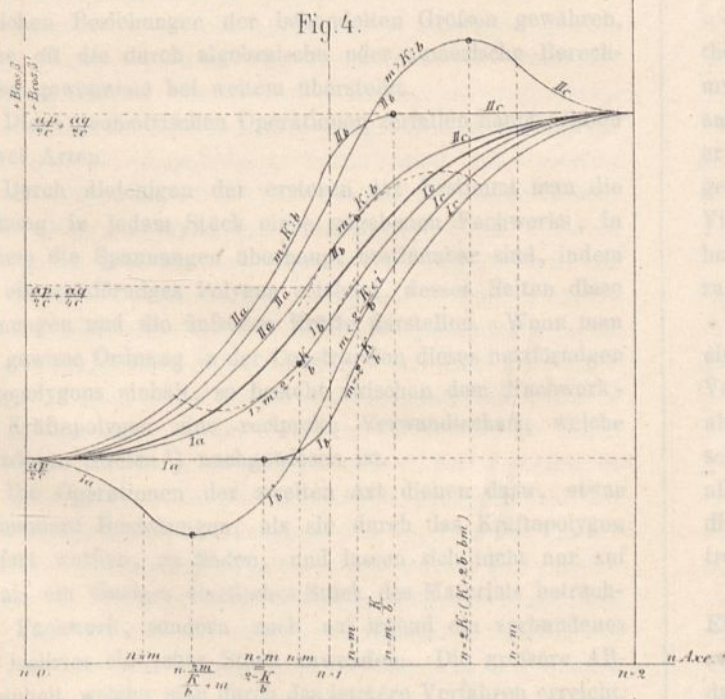


Fig.4.

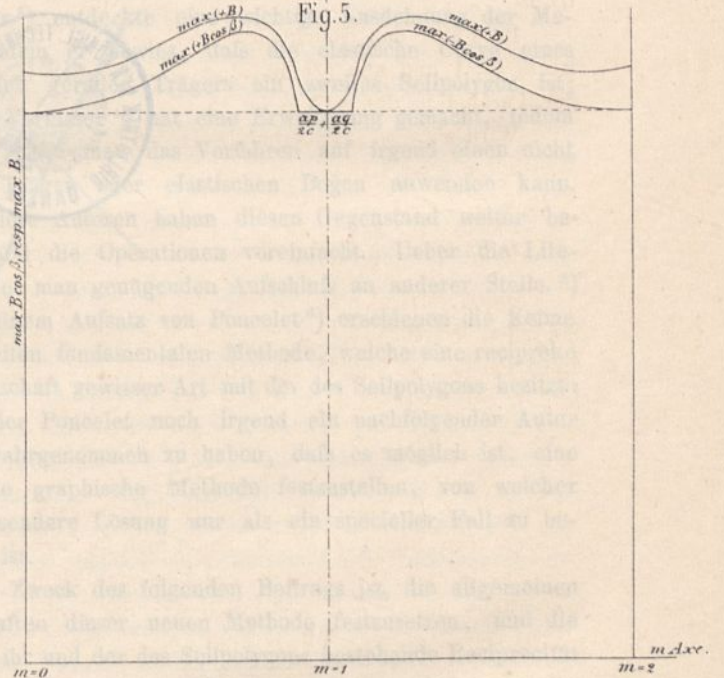


Fig.5.

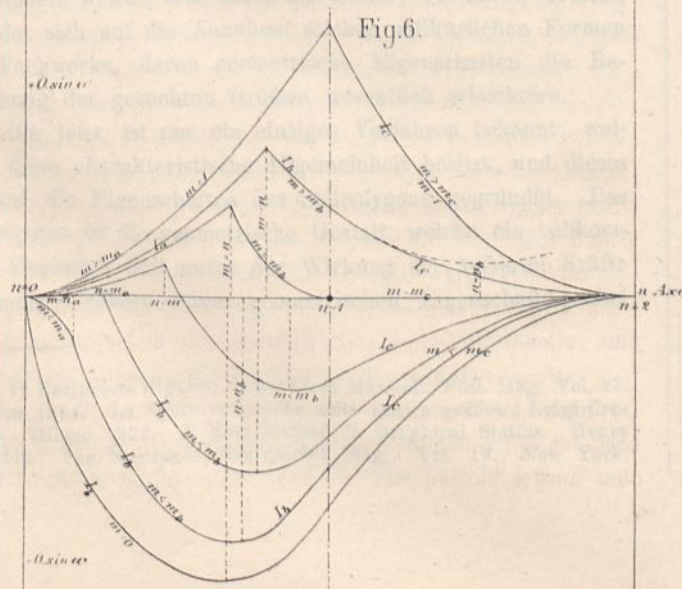


Fig.6.

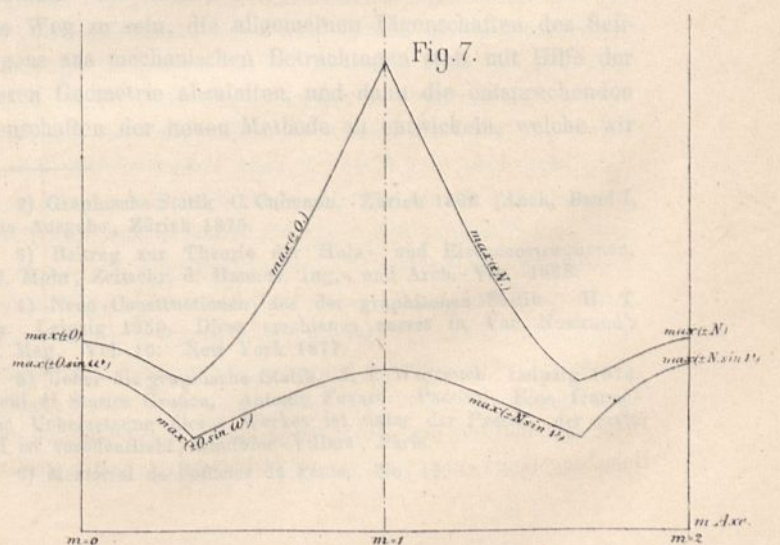


Fig.7.

$O \sin \omega$ resp. $N \sin \nu$ sowohl positiv als negativ sein können, man den größten und kleinsten Werth von H erhält, aus:

$$\left. \begin{aligned} H &= + U + P_1 \\ H &= - U + P \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots 14a$$

wenn unter U der absolute Werth von $O \sin \omega = N \sin \nu$ verstanden wird.

Für die Berechnung eines solchen Trägers ist es entsprechend, ohne Rücksicht auf die etwaige Feldereinteilung in den Gleichungen 11a bis 14a für m successive die Werthe $O_{,1}; O_{,2}; O_{,3} \dots O_{,9}; 1_{,0}$ zu nehmen und nach Aufzeich-

nen der entsprechenden Curven nach Fig. 3, 5 und 7 die einzuhaltende Feldereinteilung einzuzeichnen, wonach man dann unmittelbar die entsprechenden Spannungen an den Knotenpunkten oder an den Feldermitten entnehmen kann. Wie bereits erwähnt, müssen zu den hieraus berechneten Spannungen, namentlich des geraden Trägers, diejenigen addirt werden, welche sich aus der etwaigen Auflagerung der Fahrbahn etc. ergeben.

Bretten, im November 1879.

Otto Hardung.

Ueber eine mit der des Seilpolygons reciproke Methode der graphischen Statik.

(Mit Zeichnungen auf Blatt M im Text.)

§. 1.

Die für die geometrische oder graphische Lösung der statischen Probleme angewandten Methoden sind in der That nur Anwendungen des Parallelogramms der Kräfte, welche der Art systematisirt und verbunden sind, daß ein erfahrener Zeichner durch dieses geometrische Verfahren allein Rechnungen machen kann, welche für praktische Zwecke hinreichende Genauigkeit haben, und neben der Schnelligkeit, mit der sie sich ausführen lassen, Einsicht in die wirklichen Beziehungen der behandelten Größen gewähren, welche oft die durch algebraische oder numerische Berechnungen gewonnene bei weitem übersteigt.

Diese geometrischen Operationen zerfallen hauptsächlich in zwei Arten.

Durch diejenigen der ersteren Art bestimmt man die Spannung in jedem Stück eines gegebenen Fachwerks, in welchem die Spannungen überhaupt bestimmbar sind, indem man ein netzförmiges Polygon zeichnet, dessen Seiten diese Spannungen und die äußeren Kräfte darstellen. Wenn man eine gewisse Ordnung in der Construction dieses netzförmigen Kräftepolygons einhält, so besteht zwischen dem Fachwerk- und Kräftepolygon eine reciproke Verwandtschaft, welche an anderen Stellen¹⁾ nachgewiesen ist.

Die Operationen der zweiten Art dienen dazu, etwas allgemeinere Beziehungen, als sie durch das Kräftepolygon geliefert werden, zu finden, und lassen sich nicht nur auf ein, als ein einziges elastisches Stück des Materials betrachtetes Fachwerk, sondern auch auf irgend ein verbundenes oder isolirtes elastisches Stück anwenden. Die größere Allgemeinheit, welche man durch das letztere Verfahren erreicht, gründet sich auf die Annahme solcher willkürlichen Formen des Fachwerks, deren geometrische Eigenschaften die Bestimmung der gesuchten Größen wesentlich erleichtern.

Bis jetzt ist nur ein einziges Verfahren bekannt, welches diese charakteristische Allgemeinheit besitzt, und dieses ist auf die Eigenschaften des Seilpolygons gegründet. Das Seilpolygon ist die geometrische Gestalt, welche ein vollkommen biegsames Seil unter der Wirkung der äußeren Kräfte annimmt. Einige seiner geometrischen Eigenschaften sind

schon lange bekannt, aber die systematische Entwicklung und praktische Anwendung der geometrischen Beziehungen zwischen dem Seilpolygon und seinem reciproken Kräftepolygon ist verhältnißmäßig neu, und hängt hauptsächlich von dem Fortschritt der neueren Geometrie ab.

Man betrachtet mit Recht Culmann²⁾ für den Schöpfer der graphischen Statik als einer praktischen Methode, und ihm verdankt man besonders die Begründung der Allgemeinheit und der Wichtigkeit der Seilpolygonsmethode.

Mohr³⁾ entdeckte eine wichtige Ausdehnung der Methode, indem er bewies, daß die elastische Curve eines ursprünglich geraden Trägers ein zweites Seilpolygon ist; auch der Verfasser⁴⁾ hat eine Erweiterung gemacht, indem er zeigte, wie man das Verfahren auf irgend einen nicht geraden Träger oder elastischen Bogen anwenden kann. Viele andere Autoren haben diesen Gegenstand weiter behandelt und die Operationen vereinfacht. Ueber die Literatur findet man genügenden Aufschluß an anderer Stelle.⁵⁾

In einem Aufsatz von Poncelet⁶⁾ erschienen die Keime einer zweiten fundamentalen Methode, welche eine reciproke Verwandtschaft gewisser Art mit der des Seilpolygons besitzt; aber weder Poncelet noch irgend ein nachfolgender Autor scheint wahrgenommen zu haben, daß es möglich ist, eine allgemeine graphische Methode festzustellen, von welcher diese besondere Lösung nur als ein specieller Fall zu betrachten ist.

Der Zweck des folgenden Beitrags ist, die allgemeinen Eigenschaften dieser neuen Methode festzusetzen, und die zwischen ihr und der des Seilpolygons bestehende Reciprocität darzuthun. Um dieses Ziel zu erreichen, scheint uns der beste Weg zu sein, die allgemeinen Eigenschaften des Seilpolygons aus mechanischen Betrachtungen statt mit Hilfe der neueren Geometrie abzuleiten, und dann die entsprechenden Eigenschaften der neuen Methode zu entwickeln, welche wir

2) Graphische Statik. C. Culmann, Zürich 1866. Auch, Band I, zweite Ausgabe, Zürich 1875.

3) Beitrag zur Theorie der Holz- und Eisenconstructions, O. C. Mohr, Zeitschr. d. Hannov. Ing.- und Arch.-Ver. 1868.

4) Neue Constructionen aus der graphischen Statik. H. T. Eddy. Leipzig 1880. Diese erschienen zuerst in Van Nostrand's Eng. Mag. Vol. 16. New York 1877.

5) Ueber die graphische Statik. J. I. Weyrauch. Leipzig 1874. Lezioni di Statica Grafica. Antonio Favaro. Padova. Eine französische Uebersetzung dieses Werkes ist unter der Presse; der erste Band ist veröffentlicht, Gauthier-Villars, Paris.

6) Mémorial de l'officier du génie. No. 12.

1) Reciprocal Figures. James Clerk Maxwell. Phil. Mag. Vol. 27. London 1864. Le figure reciproche nella statica grafica. Luigi Cremona. Milano 1872. A New Method in Graphical Statics. Henry T. Eddy. Van Nostrand's Engineering Mag. Vol. 18. New York. 1878.

die Strahlenbüschelmethode zu nennen gewagt haben aus Gründen, die späterhin erhellen werden.

Die zu behandelnden Kräfte sollen alle in einer Ebene (Bl. M Fig. 1) liegen. Ihre Wirkungslinien seien die willkürlich angenommenen Geraden, auf deren beiden Seiten resp. die Buchstaben ab , bc , cd , de stehen; diese Geraden mögen ein Kräftepolygon genannt werden, und diese Bezeichnungweise ist angewendet, um bequem und deutlich die reciproke Verwandtschaft zwischen dem Diagramm zur Linken und dem Kräftepolygon zur Rechten der Figur zu zeigen. Zeichnen wir die Linien, an deren Enden ab , bc , cd , de stehen, in solchen Richtungen und von solchen Längen, daß sie sowohl die Richtung als auch in einem passenden Maafsstabe die Gröfse der Kräfte darstellen. Dadurch ist das Polygon der äufseren Kräfte gebildet. Da das Kräftepolygon die Richtung und die gegenseitige Lage der Kräfte, in einem bestimmten Maafsstabe darstellt, und das Kräftepolygon ihre bezügliche Gröfse und Richtung zeigt, so folgt augenscheinlich, daß ab u. s. w. auf dem Kräftepolygon parallel mit ab u. s. w. auf dem Kräftepolygon ist, und daß die Kräfte, welche man behandeln kann, weder der Zahl noch der Lage nach keineswegs auf diejenigen beschränkt sind, welche wir gewählt haben, um die Methode zu erklären. Es ist nothwendig, beim Zeichnen des Kräftepolygons $abcde$ auf das Vorzeichen der Kräfte zu achten, so daß beim ununterbrochenen Durchlaufen des Polygons die Bewegung stets in demselben Sinn mit den betreffenden Kräften stattfindet. Die Pfeile zeigen den Sinn, in welchem jede Kraft wirkt, an, und die Seiten des Polygons werden in demselben Sinn durchlaufen, wenn man es von e bis a ununterbrochen beschreibt.

Nehmen wir zunächst irgend einen Pol p als den gemeinsamen Punkt der Strahlen pa , pb u. s. w. des Kräftebüschels $p-abcde$ an. Die Längen der Strahlen pa stellen in dem gewählten Maafsstabe der Kräfte die Gröfse der Spannungen in den Gliedern eines Fachwerks dar, dessen Diagramm wir sogleich bilden werden, und die Richtungen von pa u. s. w. geben die Richtungen, in welchen die Glieder des Fachwerks liegen müssen. Zur Linken zeichnen wir die zwischen den Buchstaben pa liegende Linie parallel dem Strahl pa ; diese Linie ist, wie sich später ergeben wird, eine Seite eines Seilpolygons, und daher soll sie zum Unterschied von dem Strahl pa die Seite pa heißen. Die wirkliche Lage der Seite ist von keiner Bedeutung, ihr Parallelismus zum Strahl allein ist von Wichtigkeit. Von dem Punkte aus, worin die Seite pa das Diagramm der Kräfte ab schneidet, zeichnen wir die Seite pb parallel dem Strahl pb , und von dem Durchschnittspunkt der Seite pb mit dem Diagramm der Kraft bc aus ziehen wir die Seite pc parallel dem Strahl pc . In derselben Weise zeichne man eine Seite parallel jedem Strahl, sodafs endlich das Polygon $p-abcde$ mit jedem Strahl des Büschels $p-abcde$ eine parallele Seite enthält; dann sind die zwei Figuren reciprok. Die Reciprocität ist eine solche, wie sie zwischen einem Fachwerk und seinem Kräftepolygon gewöhnlich vorhanden ist, und auf welche wir gelegentlich der zuerst erwähnten Art des graphischen Verfahrens hingewiesen haben. Fassen wir die an dem Punkte pab des Diagramms wirkenden

Kräfte ins Auge, und nehmen wir an, daß zwei Glieder pa und pb eines Fachwerks in einem vollkommen biegsamen Gelenke hier zusammenstoßen und der Kraft ab das Gleichgewicht halten. Durch das Kräfteparallelogramm ist bekannt, daß die Seiten des Dreiecks pab die bezüglichen Gröfsen der an dem Gelenke pab im Gleichgewicht befindlichen Kräfte darstellen. Ebenso stellen die Seiten des Dreiecks pbc die bezüglichen Gröfsen der an dem Gelenke pbc sich das Gleichgewicht haltenden Kräfte dar; und in derselben Weise sind die Kräfte, die an den aufeinander folgenden Gelenken zusammentreffen, ihrer bezüglichen Gröfse nach durch die mit denselben Buchstaben bezeichneten Seiten des Dreiecks dargestellt. Die Seiten pa , pb u. s. w. bilden zusammen ein Seilpolygon, das so genannt ist, weil ein solches Fachwerk keine Versteifung braucht, um die äufseren Kräfte in Gleichgewicht zu halten. In dem angenommenen Falle sieht man, daß alle Spannungen Drucke sind, und daß das Fachwerk einen balancirten Bogen bildet.

In dem angewandten System der Bezeichnung soll p zur Linken die von dem Seilpolygon eingeschlossene Fläche, b die Fläche zwischen den Geraden ab , pb , cb , und c die Fläche zwischen bc , pc und dc bedeuten, gleichviel, ob diese Geraden convergiren oder nicht, d. h. ob die betreffende Fläche endlich ist oder nicht.

Schliessen wir das Kräftepolygon durch die Seite ae , dann repräsentirt ae die bezügliche Gröfse entweder der Resultante der äufseren Kräfte, oder der Kraft, welche ihnen das Gleichgewicht halten würde, je nach dem Sinn, in welchem man es nimmt, denn die Kräfte, welche proportional den Seiten eines geschlossenen Polygons sind, besitzen keine Resultante. Die Seite ae zeigt auch die Richtung der Resultante an; es handelt sich nur noch um die Lage derselben. Verlängern wir die erste Seite pa bis zu ihrem Durchschnittspunkt mit der letzten Seite pe , und ziehen durch diesen Durchschnittspunkt das Diagramm einer Kraft ae parallel mit der Schlufsseite ae des Kräftepolygons, so giebt das Diagramm ae die wirkliche Lage der Resultante. Denn nehmen wir an, daß die Verlängerung von pa und pe Glieder des Fachwerks seien und an ihrem Durchschnittspunkt ein Gelenk hätten, so stellen die Seiten des Dreiecks pae die bezüglichen Gröfsen der an diesem Gelenke wirkenden Kräfte dar, vorausgesetzt, daß eine Kraft an diesem Punkte wirkt, die den anderen dort wirkenden Kräften das Gleichgewicht hält. Ziehen wir irgend eine Gerade 2 3, welche die Seiten pa und pe schneidet, und parallel mit 2 3 auch die Gerade pq in dem Kräftepolygon, dann können die Punkte 2 und 3 als Stützpunkte des durch die äufseren Kräfte verursachten Druckes längs 2 3, dessen Gröfse durch die Länge pq gegeben ist, betrachtet werden. Dieser Druck pq kann durch ein die Punkte 2 3 verbindendes Glied oder durch diese Stützpunkte selbst kraft ihrer festen Lage ausgehalten werden. In jedem Falle stützen die Punkte 2 und 3 die Resultante, welche sich auf 2 und 3 mit aq und qe respective vertheilt, wie aus dem Umstand hervorgeht, daß die Dreiecke paq und qep die an 2 und 3 respective sich das Gleichgewicht haltenden Kräfte darstellen. Die Gerade 2 3 wird die Schlufslinie des Kräftepolygons p genannt.

Wählen wir jetzt irgend einen Pol p' als den Mittelpunkt des Kräftestrahlenbüschels $p'-abcde$. Um nicht zu

viele Geraden ziehen zu müssen, haben wir p' auf der Verlängerung von pq genommen. Bilden wir das Seilpolygon p' , dessen Seiten parallel mit den Strahlen des Büschels $p' - abcde$ sind, und ziehen, um wieder zu viele Geraden zu vermeiden, die Seite $p'a$ durch den Punkt 2. Die Seiten des Polygons p' sind alle außer $p'e$ gezogen, aber sie konnten auch alle gezogen oder alle gedrückt sein, hätten wir die Seite $p'a$ durch irgend einen anderen Punkt als 2 gehen lassen.

Wie wir in Beziehung auf das Polygon p gezeigt haben, muß die erste Seite eines Seilpolygons mit der letzten sich auf dem Diagramm der Resultante treffen, daher schneiden sich $p'a$ und $p'e$ auf der schon gezogenen Linie ae .

Verlängern wir die entsprechenden Seiten pa und $p'a$, pb und $p'b$ u. s. w., bis sie sich in 2, 1 u. s. w. schneiden, dann liegen die Punkte 1, 2, 3 u. s. w. auf einer und derselben Geraden. Denn nehmen wir an, daß die auf das Polygon p' wirkenden äußeren Kräfte umgekehrt seien, so muß das auf die Polygone p und p' wirkende Kräftesystem im Gleichgewicht sein, und die einzige nöthige Versteifung ist das gemeinsame Stück 2 3 parallel mit pp' , weil die auf das Polygon p wirkenden Kräfte einen Druck pq und die auf p' wirkenden einen Druck qp' längs 2 3 hervorbringen, während den Reactionskräften aq und qe in 2 und 3 das Gleichgewicht gehalten wird. Ein ähnlicher Schluss gilt für jede einzelne Kraft; z. B. die auf p und p' entgegengesetzt wirkenden Kräfte ab können betrachtet werden als an entgegengesetzten Punkten eines Vierecks angebracht, dessen übrige Punkte 1 und 2 sind; das diesem Viereck entsprechende Kräftepolygon ist $apbp'$, daher ist 1 2 parallel zu pp' , und daher sind die Punkte 1, 2, 3 auf einer und derselben Geraden gelegen. Ebenso kann gezeigt werden, daß die übrigen Durchschnittspunkte entsprechender Seiten auf derselben Geraden liegen. Der Durchschnittspunkt von pc und $p'o$ fällt außerhalb der Grenzen der Figur.

Die Eigenschaften, welche wir über die Beziehungen des Kräfte-diagramms und des Seilpolygons zu dem Kräftepolygon und dem Kräftestrahlenbüschel entwickelt haben, sind in Wirklichkeit geometrischer Natur und hängen nicht von dem Umstande ab, daß sie Beziehungen zwischen Kräften darstellen. Der Satz, welcher den obigen enthält, kann geometrisch folgendermaßen ausgedrückt werden:

Ziehen wir von irgend welchen Punkten a, b, c, d u. s. w. Gerade nach einem einzigen Punkte p als Pol, und von derselben Anzahl von Punkten 1, 2, 3, 4 u. s. w., die auf einer geraden Linie liegen, Gerade, welche mit je einer der durch a, b, c, d gezogenen parallel sind, so werden sich, wenn der gemeinsame Schnittpunkt p parallel zur Geraden 1 2 3 4 verschoben wird, die durch a, b, c, d u. s. w. und 1, 2, 3, 4 u. s. w. gezogenen Geraden um diese Punkte drehen, und es werden dann die Schnittpunkte der durch 1, 2, 3, 4 u. s. w. gezogenen Geraden gerade Linien beschreiben, die den Verbindungslinien der Punkte a, b, c, d u. s. w. parallel sind: und umgekehrt, wenn die Orte der Durchschnittspunkte des Systems der zu dem Strahlenbüschel mit dem Mittelpunkt p parallelen Geraden gerade Linien parallel mit den Verbindungslinien der Punkte a, b, c, d u. s. w. sind, so drehen sich alle jene Geraden um feste Punkte, wenn nur von einer derselben vorausgesetzt ist, daß sie immer durch einen und denselben Punkt geht.

Zur bequemerem Bezugnahme haben wir hier die besonderen Benennungen zusammengestellt, welche die verschiedenen Theile der auf der Linken und Rechten stehenden reciproken Figuren tragen:

Für die Richtung und die Lage	}	Kräfte-diagramm,	$abcd$,	Kräftepolygon,	Für die Richtung und die Größe
		Seilpolygon,	$p-abc$,	Kräftestrahlenbüschel,	
		Schlusslinie,	2 3 pq	Theilungsstrahl,	
		Resultantendiagramm,	ae	Resultante.	

§. 3.

Bei den meisten vortheilhaften Anwendungen graphischer Methoden handelt es sich um ein System paralleler Kräfte, in welchem Falle das Seilpolygon weitere wichtige Eigenschaften hat, die wir im Folgenden entwickeln wollen.

Es sei das System paralleler Kräfte (Fig. 2) das folgende: Die Verticalen 2, 3, 4 u. s. w. zwischen w_1, w_2, w_3 u. s. w. sollen die Diagramme der äußeren Kräfte sein, deren bezügliche Größen in dem Kräftepolygon auf der Rechten durch $w_1 w_2, w_2 w_3$ u. s. w. dargestellt werden. Das Kräftepolygon wird in diesem Falle eine Gerade, welche man die Gewichtslinie zu nennen pflegt, und die Schlussseite $w_5 w_1$ des Kräftepolygons fällt mit einer der Geraden $w_1 w_2$ u. s. w. zusammen.

Nehmen wir irgend einen Pol p für das Kräftestrahlenbüschel $p - ww$ an, und bilden in der früher erklärten Art das Seilpolygon $p - ww$ oder ee , dessen Seiten parallel mit den Strahlen des Kräftebüschels sind. Ziehen wir dann die Schlusslinie kk des Polygons ee durch die Punkte k_1 und k_6 , wo die erste und die letzte Seite des Seilpolygons die Verticalen 1 und 6 schneiden, welche letzteren als die Stützlilien der äußeren Kräfte angenommen sind. Ziehen wir den Theilungsstrahl pq parallel mit der Schlusslinie kk , dann theilt, wie wir früher bewiesen haben, dieser Strahl die Resultante $w_1 w_5$ im Punkte q in die zwei Theile, welche sich auf die Punkte in den Verticalen 1 und 6 stützen. Das Diagramm der Resultante fällt in die durch den Durchschnitt der ersten und letzten Seite gezogene Verticale mm , wie wir ebenfalls früher bewiesen haben.

Wählen wir einen zweiten Pol p' , um von ihm aus ein Kräftestrahlenbüschel zu ziehen. Da wir diesen Pol auf einer durch q gezogenen Horizontalen angenommen haben, so wird die Schlusslinie hh des zweiten Seilpolygons ee , dessen Seiten parallel mit den Strahlen des Büschels $p' - ww$ sind, auch horizontal sein. Die erste Seite muß auf der früher gefundenen Verticalen mm mit der letzten zusammentreffen; und die entsprechenden Seiten und Diagonalen der Polygone ee und ee schneiden sich alle auf einer und derselben Geraden yy , welche mit der Verbindungslinie pp' parallel ist, wie früher bewiesen wurde. Die so eben bemerkte Eigenschaft der Schnittpunkte würde für jeden praktischen Fall eine vollkommene Reihe von Controlen und Proben der Genauigkeit für die Zeichnung liefern.

Die Linie pp' und die mit ihr parallele yy haben wir in dieser Figur vertical gezogen, so daß p und p' von der Gewichtslinie ww gleich weit entfernt sind; diesen horizontalen Abstand zwischen ww und pp' bezeichnen wir durch den Buchstaben H . In Fig. 2 ist gerade $pw_1 = H$, aber in jedem Fall ist der Polabstand H die horizontale Componente der längs der Schlusslinie kk wirkenden Kraft pq .

Nun folgt aus der Aehnlichkeit der betreffenden Dreiecke:

$$k_1 e_2 (= h_1 h_2) : k_2 e_2 = p w_1 : q w_1,$$

oder

$$H \cdot k_2 e_2 = q w_1 \cdot h_1 h_2 = M_2,$$

wobei M_2 das Biegemoment ist, welches auf der Verticalen 2 in einem geraden Träger hervorgebracht werden würde, wenn er auf Punkte in den Verticalen 1 und 6 gestützt und mit den gegebenen Gewichten $w_1 w_2$ u. s. w. belastet wäre.

Wieder aus ähnlichen Dreiecken bekommen wir:

$$k_1 f_3 (= h_1 h_3) : k_3 f_3 = H : q w_1,$$

und

$$e_2 f_3 (= h_2 h_3) : e_3 f_3 = H : w_1 w_2,$$

und daraus ergibt sich:

$$H(k_3 f_3 - e_3 f_3) = H \cdot k_3 e_3 = q w_1 \cdot h_1 h_3 - w_1 w_2 \cdot h_2 h_3 = M_3,$$

wobei M_3 das in der Verticalen 3 hervorgebrachte Biegemoment eines geraden Trägers ist.

In ähnlicher Weise können wir allgemein beweisen, daß

$$H \cdot k e = M,$$

d. h. daß das in irgend einer Verticalen hervorgebrachte Biegemoment (sei die Verticale eine von den Verticalen 2, 3, 4 u. s. w. oder eine andere) gleich dem Product zweier Factoren ist, von welchen der eine der angenommene Polabstand H und der andere die zwischen dem Seilpolygon ee und seiner Schlußlinie kk eingeschlossene (verticale) Ordinate ist.

Offenbar müssen dieselben Eigenschaften in Beziehung auf die zwischen dem Seilpolygon ee und seiner Schlußlinie hh eingeschlossenen verticalen Ordinaten gelten, woraus sich ergibt, daß

$$k_2 e_2 = h_2 e_2 \text{ u. s. w., und } H \cdot k e = H \cdot h e = M.$$

Aus dem Vorhergehenden folgt ferner daß das für parallele Kräfte bestehende Seilpolygon eine Biegemomentencurve ist, d. h. daß seine (verticale) Ordinate in irgend einem Punkte der Spannweite proportional ist dem Biegemoment in demselben Punkte eines Trägers, welcher mit den gegebenen Gewichten belastet ist und auf zwei an seinen Enden befindlichen Stützen frei aufliegt.

Aus diesem Beweise erhellt, daß die Größen

$$H \cdot e_3 f_3 = w_1 w_2 \cdot h_2 h_3, \quad H \cdot m_1 m_2 = w_1 w_2 \cdot e_1 m_1,$$

$$H \cdot y_1 y_2 = w_1 w_2 \cdot h_2 h_3$$

die Biegemomente der Kraft $w_1 w_2$ um die Verticale 3, respective um die durch den Schwerpunkt gehende Verticale mm und um die Verticale 6 sind.

In ähnlicher Weise ist $m_1 m_3$ proportional mit dem Biegemoment aller Kräfte zur Rechten des Schwerpunktes und $m_3 m_5$ proportional dem aller Kräfte zur Linken desselben. Aber es ist

$$m_1 m_3 + m_3 m_5 = 0,$$

welche Gleichung an dem Schwerpunkte immer gelten muß, da das Biegemoment der äußeren Kräfte für denselben verschwindet.

Aus diesen Betrachtungen ergibt sich, daß die Stücke mm (oder nn) der Resultante proportional sind den Biegemomenten, welche durch die gegebenen Gewichte an ihrem Schwerpunkte hervorgebracht werden, wenn dieselben einen Träger belasten, der nur auf dem Schwerpunkte frei aufliegt.

In ähnlicher Weise sind die Segmente $y_1 y_2$, $y_2 y_3$ u. s. w. auch proportional den Biegemomenten, welche

an der Verticalen 6 durch die Gewichte $w_1 w_2$, $w_2 w_3$ u. s. w. hervorgebracht werden, wenn diese Gewichte die Belastung eines Trägers bilden, der an der Verticalen 6 eingemauert ist und keine anderweitige Unterstützung hat.

Eine Verticale, in welche die Resultante durch ein an dieser Verticalen eingeführtes Kräftepaar übertragen angesehen werden kann, mögen wir zur Bequemlichkeit als eine Pseudo-Resultante bezeichnen. In dem vorliegenden Fall ist yy eine solche Verticale. Die Größe des hier einzuführenden Kräftepaars ist

$$H \cdot y_1 h_6 = y_1 m_1 \cdot w_1 w_5,$$

wodurch die Schlußlinie kk , wie man oft sagt, in die Lage $k_1 y_1$ gebracht wird; aber wir ziehen vor, diese letztere die Pseudo-Schlußlinie zu nennen, entsprechend der Art der Befestigung und der Unterstützung in der Verticalen 6.

§. 4.

Es seien ab, bc, cd, de (Fig. 3) auf der Linken die Diagramme der äußeren Kräfte, und $abcde$ auf der Rechten das entsprechende Kräftepolygon. Wählen wir einen beliebigen Punkt auf dem Diagramm jeder Kraft, und verbinden die gewählten Punkte mit irgend einem beliebig angenommenen Mittelpunkt v' durch die Strahlen des Fachwerkstrahlenbüschels $a'b'c'd'e'$, und ziehen auch die Verbindungslinien bb', cc', dd' derselben Punkte, welche die Seiten eines Polygons sind, das wir das Fachwerkpolygon nennen mögen.

Nun denken wir uns die gegebenen äußeren Kräfte als durch dasjenige Fachwerk sich stützend, welches das Fachwerkstrahlenbüschel und das Fachwerkpolygon zusammen bilden. Ein solches Fachwerk übt eine Kraft in einer bis jetzt unbekanntem Richtung an dem Mittelpunkt v' und ebenso eine Kraft längs einer beliebig angenommenen Seite ee des Fachwerkpolygons aus. Von den Eckpunkten b, c, d, e des Kräftepolygons aus ziehen wir die Kraftlinien bb', cc', dd', ee' parallel mit den Seiten bb' u. s. w. des Fachwerkpolygons und von a ausgehend zeichnen wir das Kräfteeilpolygon $ab'c'd'e'$, dessen Seiten parallel mit den aufeinanderfolgenden Strahlen des Fachwerkstrahlenbüschels $a'b'c'd'e'$ sind: dann werden die in den Strahlen des Fachwerkstrahlenbüschels hervorgebrachten Spannungen in Bezug auf ihre bezüglichen Größen durch die Längen der entsprechenden Seiten des Kräfteeilpolygons dargestellt, und die Längen der Kraftlinien bb' u. s. w. stellen die in den Seiten bb' u. s. w. des Fachwerkpolygons bestehenden Spannungen dar. Die Richtigkeit dieser Sätze erhellt aus dem Umstand, daß man in der Figur zur Rechten, in welcher die Längen die Größen der Kräfte darstellen, ein geschlossenes Polygon finden kann, dessen Seiten parallel mit den Richtungen der an jedem Eckpunkte des Fachwerks zusammentreffenden Kräfte sind. Die früher eingeführte Bezeichnung hilft wesentlich zur Nachweisung der auf der Rechten und Linken stehenden entsprechenden Theile der Figuren.

Wenn man eine Schlußseite ae' des Kräfteeilpolygons, und parallel mit ihr von v' aus einen Resultantestrahle $a'e'$ zieht, so trifft dieser Strahl $a'e'$ die Seite ee' des Fachwerkpolygons in einem Punkte auf dem Diagramme der Resultante der gegebenen äußeren Kräfte; denn dieser Punkt hat die Eigenschaft, daß, wenn die Resultante allein an ihm angewendet wird, längs der Glieder $a'e'$ und ee' Span-

Fig.1.

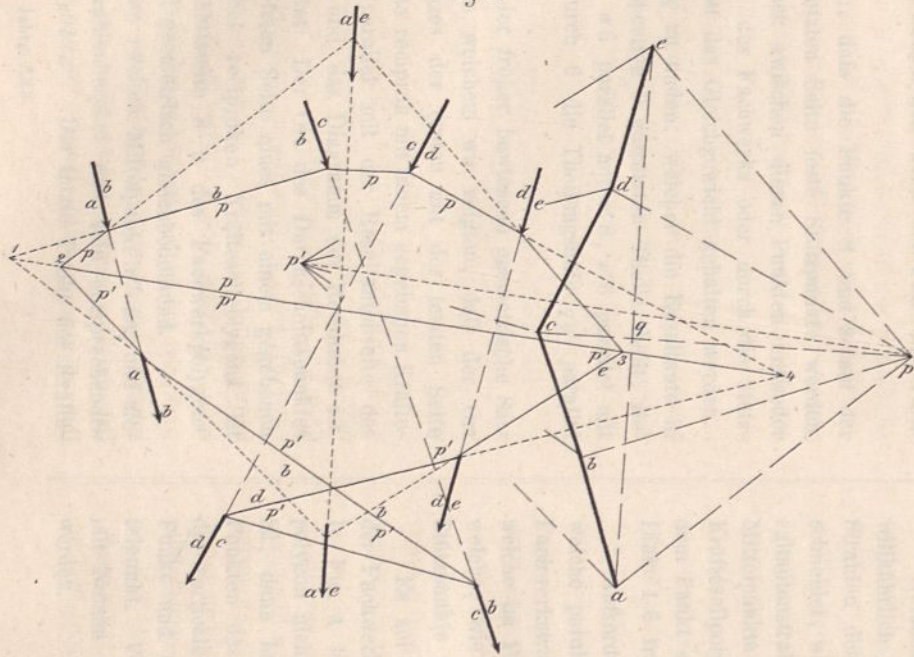


Fig.3.

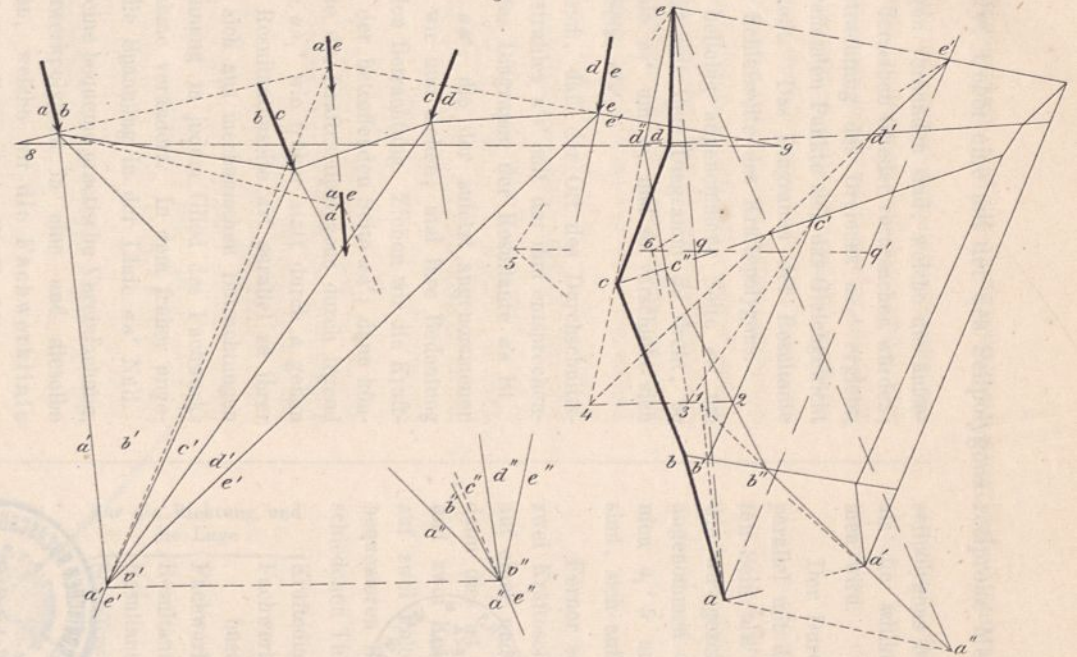


Fig.2.

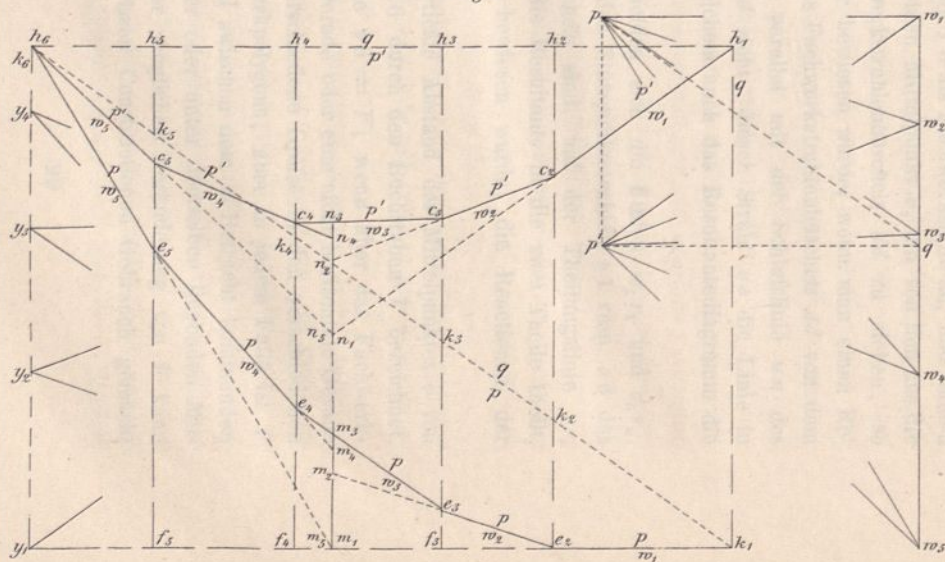
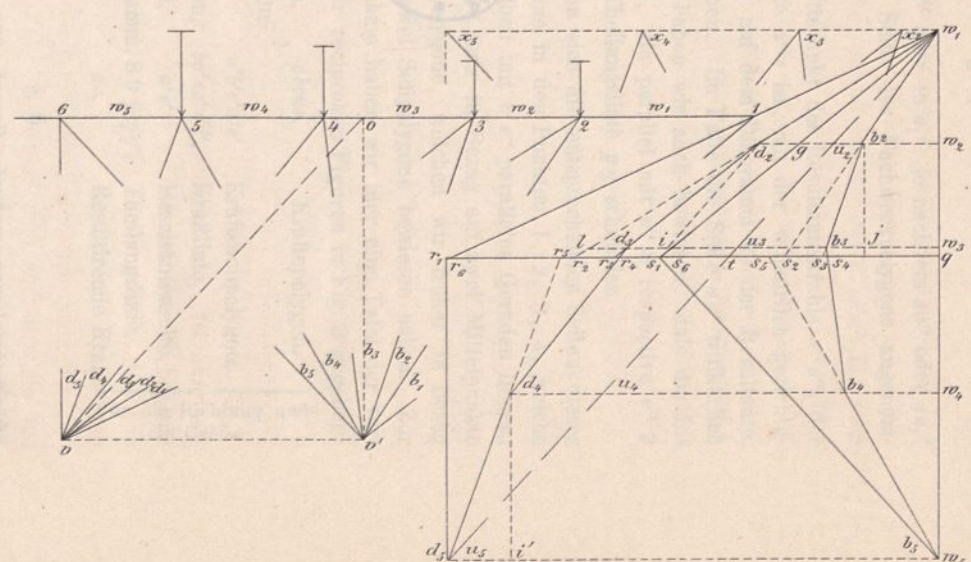


Fig.4.



nungen gleich denjenigen vorhanden sind, welche die äußeren Kräfte selbst längs derselben Glieder verursachen würden; wie sich aus der Betrachtung des Dreiecks $ae'e'$ ergibt, welche die in dem betreffenden Punkte sich das Gleichgewicht haltenden Kräfte darstellt. Das Diagramm der Resultante ist ae parallel mit der Schlusseite des Kräftepolygons.

Wenn sich die beliebig angenommene Seite ee' um ihren Durchschnittspunkt mit dem Diagramm de dreht, so dreht sich die Kraftlinie ee' um e , und so verschiebt sich der Punkt e' auf der Seite $d'e'$.

Hieraus ergibt sich, daß der Ort des Durchschnittspunktes des Resultantestrahles $a'e'$ mit der ihm entsprechenden letzten Seite ee' das Diagramm der Resultante ae ist.

Eine erste Seite aa' , die der zuletzt angenommenen ee' entspricht, können wir nun ziehen, und ihre Bedeutung erhellt aus der folgenden Betrachtung. Ziehen wir die Kraftlinie aa_1' parallel mit der betreffenden Seite aa' ; dann können wir die erste Seite des Kräftepolygons durch irgend einen Punkt der Linie aa_1' wie früher statt durch a gehen lassen, und so ist die Resultantenseite ae' parallel zu ihrer gegebenen Lage, wie sich aus mechanischen Betrachtungen ergibt, aber die Spannung in jedem Glied des Fachwerks wird durch diese Annahme verändert. In dem früher angenommenen Falle war die Spannung in der Linie aa' Null.

Gewöhnlich ist es eine bequeme practische Vereinfachung, alle Seiten des Fachwerkpolygons in eine und dieselbe Gerade fallen zu lassen, welche wir die Fachwerklinie nennen mögen. In diesem Falle sind alle Kraftlinien parallel mit derselben, und die Linie aa_1' (da sie eine der Kraftlinien ist) hat eine bekannte Richtung; auch bleiben die Spannungen in den Strahlen des Fachwerkstrahlenbüschels unverändert, wenn wir an irgend einem anderen Punkt der Linie aa_1' als a das Kräftepolygon beginnen. Es ist zu bemerken, daß das Seilpolygon auch ein Fall des Fachwerkpolygons ist.

Nehmen wir an, daß die Punkte 8 und 9 auf der ersten, respective letzten Seite feste Stützpunkte werden, dann kann dem Druck zwischen diesen Punkten entweder durch ein Glied 8 9 des Fachwerks oder durch die Stützpunkte 8 und 9 selbst das Gleichgewicht gehalten werden.

Um den Punkt q zu finden, welcher die Resultante in die zwei durch 8 respective 9 gestützten Theile theilt, ziehen wir die Linien $a6$ parallel mit $v'8$, $e'6$ parallel mit $v'9$, und endlich durch 6 die Theilungslinie qq' parallel mit 8 9.

Dies kann als der früher bewiesene geometrische Satz angesehen werden, in welchem wir zeigten, daß der Ort des Durchschnittspunktes der ersten mit der letzten Seite eines Seilpolygons, das reciprok mit einem gegebenen Kräftestrahlenbüschel ist, parallel mit der Resultantenseite des Kräftepolygons läuft und das Diagramm der Resultante ist. Der jetzige Satz lautet: Der Ort des Durchschnittspunktes der ersten mit der letzten Seite eines mit einem gegebenen Fachwerkstrahlenbüschel reciproken Kräftepolygons ist parallel mit der Schlusseite 8 9 des Fachwerkpolygons. Diese zwei Sätze sind geometrisch gleichbedeutend.

Nehmen wir einen zweiten Mittelpunkt v'' an, und ziehen das Fachwerkstrahlenbüschel und sein entsprechendes Kräftepolygon $ed''c''b''a''$. Der letzte Punkt des Kräfte-

seilpolygons ist in a'' oder in a_1'' , je nachdem aa'' oder aa_1'' als die willkürliche Seite des Fachwerkpolygons angenommen wird.

Der Durchschnittspunkt des Resultantestrahls $a''o''$, der parallel mit der Seite $a''e$ ist, mit der willkürlich gerichteten Seite aa'' liegt auf dem Diagramm ae der Resultante, wie wir gezeigt haben. Im Falle die Seite aa' willkürlich angenommen wird, haben wir auch bewiesen, daß die Linien $a_1'5$ und $e5$, die parallel mit $v''8$ respective $v''9$ sind, sich auf der Theilungslinie qq schneiden.

Ferner schneiden sich die entsprechenden Seiten dieser zwei Kräftepolygone in den Punkten 1, 2, 3, 4, welche auf einer und derselben mit $v''v''$ parallelen Geraden liegen; denn dies ist derselbe Satz in Bezug auf zwei Mittelpunkte und zwei Kräftepolygone, welchen wir früher in Bezug auf zwei Pole und zwei Seilpolygone bewiesen haben. Zur bequemeren Bezugnahme haben wir hier eine Tafel der verschiedenen Theile der reciproken Figuren in Fig. 3 gegeben:

Für die Richtung und die Lage	}	Kräftepolygon,	$abcde$,	Kräftepolygon,	Für die Richtung und die Größe.
		Fachwerkstrahlen-		Kräftepolygon,	
		büschel,	$a'b'c'd'e'$	Kräftepolygon,	
		Fachwerkpolygon,	$bb'cc'dd'$,	Kraftlinie,	
		Resultantestrah,	$a'e'$	Resultantenseite,	
		Resultantendiagramm,	$89 \parallel qq'$,	Theilungslinie,	
(Schlusseite,	ae ,	Resultierende Kraft.)			

§. 5.

Behandeln wir nun dasselbe System paralleler Kräfte durch die Fachwerkstrahlenbüschelmethode (Fig. 4), welches wir durch die Seilpolygonmethode (Fig. 2) behandelt haben, und denken wir uns die äußeren Kräfte mit den Angriffspunkten 2, 3, 4, 5 als die Belastung eines horizontalen Trägers, dessen Stützpunkte 1 und 6 sind.

Nehmen wir dann 1 6 als Fachwerklinie an, und wählen willkürlich irgend einen Mittelpunkt v , um von ihm aus die Strahlen des Fachwerkstrahlenbüschels dd zu ziehen, so schneidet, wie früher bewiesen wurde, wenn man einen Resultantenstrahl vo des Fachwerkstrahlenbüschels dd von dem Mittelpunkte v aus parallel mit der Schluslinie uu des Kräftepolygons dd zieht, dieser Strahl vo die Linie in dem Punkt o , in welchem auch das Resultantendiagramm die Linie 1 6 trifft.

Außerdem schneiden sich die Linien w_1r_1 und d_5r_5 , welche parallel mit den Stützpunktstrahlen $v1$ resp. $v6$ des Fachwerkstrahlenbüschels sind, auf der Theilungslinie rr , welche im Punkt q die Resultante in die zwei Theile theilt, welche, wie früher bewiesen wurde, die Reactionen der Stützpunkte sind.

Es sei der verticale Abstand des Mittelpunktes v von der Fachwerklinie 1 6 durch den Buchstaben V bezeichnet. In Fig. 4 ist gerade $v6 = V$; wenn aber das Fachwerkpolygon nicht eine Gerade oder eine nicht horizontale Gerade ist, dann hat V verschiedene Größe in den verschiedenen Punkten des Fachwerkpolygons; aber in jedem Falle ist V der verticale Abstand zwischen dem in Betracht kommenden Punkt und dem über oder unter demselben liegenden Mittelpunkt. Von dieser möglichen Veränderung von V kann mit Nutzen bei gewissen Constructionen Gebrauch gemacht werden.

Es folgt aus der Aehnlichkeit der betreffenden Dreiecke:
 $12 : v6 = r_1 r_2 : w_1 q$, oder $V \cdot r_1 r_2 = w_1 q \cdot 12 = M_2$,
 wobei M_2 das Biegemoment des Trägers in dem Punkt 2 ist.

Nun ziehen wir eine Gerade durch den Punkt w_1 parallel mit dem Strahl $v3$. Diese Linie fällt zufällig so genau mit der zu einem anderen Zwecke gezogenen Linie $w_1 s_1$ zusammen, daß wir diese als die verlangte Linie ansehen wollen.

Wieder aus ähnlichen Dreiecken bekommen wir:

$13 : v6 = r_1 s_1 : w_1 q$, und $23 : v6 = d_2 g (= r_3 s_1) : w_1 w_2$,
 und daraus ergibt sich:

$V(v_1 s_1 - r_3 s_1) = V \cdot v_1 r_3 = w_1 q \cdot 13 - w_1 w_2 \cdot 23 = M_3$,
 wobei M_3 das Biegemoment in 3 ist.

In ähnlicher Weise läßt sich allgemein beweisen, daß:

$$V \cdot r_1 r_n = M_n,$$

d. h. daß das Biegemoment in dem Angriffspunkt irgend einer Kraft auf einen Träger gleich dem Product aus dem angenommenen verticalen Mittelpunktabstand V in den entsprechenden Abschnitt der Theilungslinie rr ist.

Um das Biegemoment in irgend einem Punkt des Trägers zu finden, ziehen wir eine Tangente des Fachwerkpolygons (oder Curve), welche parallel mit einem durch diesen Punkt gehenden Strahl des Fachwerkstrahlenbüschels ist; dann hat das abgeschnittene Stück $r_1 r$ der Theilungslinie rr die Eigenschaft, daß $V \cdot r_1 r$ gleich dem verlangten Biegemoment ist.

Ferner ergibt sich aus ähnlichen Dreiecken:

$o2 : v6 = u_2 d_2 : w_1 w_2$, oder $V \cdot u_2 d_2 = w_1 w_2 \cdot o2$
 und $o2 (= o3 + 32) : v6 = u_3 l : w_1 w_3$,
 und auch $32 : v6 = d_3 l : w_2 w_3$;
 daraus folgt:

$V(u_3 l - d_3 l) = V \cdot u_3 d_3 = w_1 w_2 \cdot o2 + w_2 w_3 \cdot o3$,
 d. h. die horizontalen Abstände von dem Typus ud zwischen dem Kräfteeilpolygon dd und seiner Schlußseite uu sind, mit dem verticalen Abstand V multiplicirt, die algebraische Summe der Momente des in Betracht kommenden Theils der äußeren Kräfte in Bezug auf den Schwerpunkt aller äußeren Kräfte. Das Moment jeder einzelnen Kraft um diesen Schwerpunkt ist die Differenz zwischen zwei algebraischen Summen und kann in der folgenden Weise construirt werden: zieht man $d_2 i$ parallel mit der Linie uu , so ist das Product $V \cdot d_3 i$ das Moment der Kraft $w_1 w_2$ um den Schwerpunkt, wie aus ähnlichen Dreiecken folgt.

In ganz ähnlicher Weise wie früher sehen wir, daß die Gleichung

$$V \cdot w_2 d_2 = w_1 w_2 \cdot 26$$

gilt, und daß jede Seite die Größe des Moments der Kraft $w_1 w_2$ in Bezug auf den Punkt 6 ist. Ebenso ist

$$V \cdot w_3 d_3 = w_1 w_2 \cdot 26 + w_2 w_3 \cdot 36$$

gleich der Summe der Momente der Kräfte $w_1 w_2$ und $w_2 w_3$ in Bezug auf den Punkt 6.

Da ferner dieser Punkt 6 in keiner besonderen Beziehung mit den Angriffspunkten 1, 2, 3, 4 steht, so haben wir hiermit die folgende Eigenschaft des Kräfteeilpolygons bewiesen: Wenn wir einen Pseudo-Resultantestrahle $v6$ des Fachwerkstrahlenbüschels ziehen, dann sind die Horizontalabstände zwischen dem Kräfteeilpolygon und einer Seite

ww parallel mit jenem Strahl (ww mögen wir eine Pseudo-Schlußseite nennen) proportional der totalen Summe der Momente in Bezug auf den Punkt 6 jener Kräfte, welche zwischen diesem Punkt und dem Ende der Gewichtslinie, von der aus die Pseudo-Seite gezeichnet ist, vorhanden sind. Die Differenz zwischen zwei aufeinander folgenden totalen Summen ist das Moment einer einzigen Kraft, und eine Parallele mit der Pseudo-Seite giebt unmittelbar das Moment einer jeden Kraft um den betreffenden Punkt. Ziehen wir z. B. $d_4 i$ parallel mit ww , dann ist $V \cdot d_5 i$ das Moment der Kraft $w_4 w_5$ um den Punkt 6.

Nun bringen wir den Mittelpunkt in eine neue Lage v' auf derselben Verticalen mit o ; dann muß die Schlußseite des Kräfteeilpolygons (parallel mit dem Strahl $v'o$) in der Gewichtslinie liegen. Die Seiten des neuen Kräfteeilpolygons bb sind parallel mit den Strahlen des Fachwerkstrahlenbüschels, dessen Mittelpunkt v' ist. Bleibt V unverändert, so bleiben die horizontalen Abstände der Punkte des Kräfteeilpolygons von seiner Schlußseite und auch die Abschnitte ss der Theilungslinie rr unverändert, und die Linie vv' ist horizontal. Es ist zu bemerken, daß die Linie xx , welche parallel mit vv' ist, die Schnittpunkte der entsprechenden Seiten und Diagonalen des Kräfteeilpolygons enthält. Diese Sätze sind geometrisch gleichbedeutend mit denjenigen, welche wir in Beziehung auf das Seilpolygon und das Kräftestrahlenbüschel entwickelt und bewiesen haben.

§. 6.

In Fig. 2 und Fig. 4 haben wir gerade $H = V$ gewählt, daher finden wir die folgenden Gleichungen als gültig:

$$\begin{aligned} k_2 e_2 &= r_1 r_2, & k_3 e_3 &= r_1 r_3, & k_4 e_4 &= r_1 r_4, & \text{u. s. w.} \\ m_1 m_2 &= u_2 d_2, & m_1 m_3 &= u_3 d_3, & m_1 m_4 &= u_4 d_4, & \text{u. s. w.} \\ y_1 y_2 &= w_2 d_2, & y_1 y_3 &= w_3 d_3, & y_1 y_4 &= w_4 d_4, & \text{u. s. w.} \\ m_2 m_3 &= d_3 i, & \text{u. s. w.} & & y_4 k_6 &= d_5 i' & \text{u. s. w.} \end{aligned}$$

Durch den Gebrauch von u. s. w. tragen wir dem allgemeineren Falle beliebig vieler äußerer Kräfte ebenso wie den übrigen ähnlichen Gleichungen in Figur 2 und 4 Rechnung.

Aus diesen Gleichungen erhellt die Art der Verwandtschaft, die zwischen der Methode des Seilpolygons mit seinem Kräftestrahlenbüschel und der Methode des Fachwerkstrahlenbüschels mit seinem Kräfteeilpolygon besteht. Diese Verwandtschaft mögen wir in folgender Weise ausdrücken:

Der Polabstand (eine horizontale Kraft) und die Mittelpunktshöhe (ein verticaler Abstand) stellen die Art der Reciprocität dar, welche in den entsprechenden Theilen der Figuren zu finden ist.

Die Ordinaten des Seilpolygons (verticale Abstände) entsprechen den Abschnitten (horizontale Kräfte) der Theilungslinie rr , denn jede dieser Größen ist dem Biegemoment eines geraden Trägers proportional, welcher durch die gegebenen Gewichte belastet ist und auf zwei an seinen Enden vorhandenen Stützen frei aufliegt.

Die Abschnitte des Resultantendiagramms (verticale Abstände) entsprechen den Abscissen des Kräfteeilpolygons (horizontale Kräfte), denn jede dieser Größen ist dem Biegemoment eines geraden Trägers proportional, welcher

die gegebenen Gewichte trägt und nur auf einer an deren Schwerpunkt vorhandenen Stütze frei aufliegt.

Die Abschnitte irgend einer mit der echten Resultante parallelen Pseudo-Resultante, welche durch die Verlängerungen der Seiten des Seilpolygons entstehen, sind mit den Biegemomenten eines geraden Trägers proportional, welchen die gegebenen Gewichte belasten, und welche in dieser Pseudo-Resultante fest eingemauert ist; jenen Abschnitten entsprechen die Abscissen zwischen dem Kräfte-seilpolygon

und einer Pseudo-Seite desselben parallel mit dem Pseudo-Resultantestrahle.

Die hier entwickelte Methode haben wir auch an anderen Stellen angewendet. *) T. Eddy.

*) Researches in Graphical Statics Henry T. Eddy, New York. 1878. Dieses Werk enthält drei Abhandlungen, welche früher in Van Nostrand's Engineering erschienen und folgendermaßen betitelt sind: New Constructions in Graphical Statics. A New Method in Graphical Statics. Internal Stress in Graphical Statics.

Mittheilungen nach amtlichen Quellen.

Mittheilungen über die größeren Kunstbauten auf der Strecke Nordhausen-Wetzlar im Zuge der Staats-Eisenbahn Berlin-Metz.

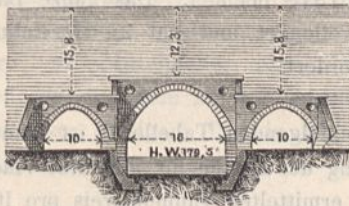
(Mit Zeichnungen auf Blatt 41 bis 49 im Atlas.)

(Schluß.)

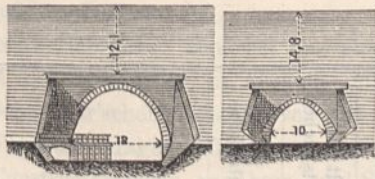
b. Der Viaduct über das Friedathal bei Frieda (Bl. 47).

Bei der Ueberschreitung der Bahn über das Friedathal bei Frieda mußte Rücksicht genommen werden auf Durchführung des Friedaflusses in einer lichten Weite von 16 m, der Chaussee von Eschwege nach Heiligenstadt in einer Breite von 10 m und eines Feldweges von 6 m Breite.

Behufs Lösung dieser Aufgabe wurden zunächst drei Concurrenzprojecte ausgearbeitet.



Project I beabsichtigte die Herstellung eines einzigen Bauwerks mit drei überwölbten Oeffnungen nach vorstehender Skizze; dasselbe erforderte eine längere Verlegung der Chaussee, und hätte der äußeren Erscheinung wegen die Feldweg-Unterführung eine über das Bedürfnis hinaus gehende lichte Weite erhalten.



Project II, wie vorstehend gezeichnet, ließ die Chaussee in ihrer bisherigen Lage durch Herstellung eines besonderen gewölbten Bauwerks für deren Unterführung, während ein zweites, gleichfalls gewölbtes Bauwerk zur Durchführung der Frieda und des Feldweges diente.

Project III nahm ein einziges, bis zur Planumshöhe entwickeltes Bauwerk an, welches wie die beistehende Skizze



zeigt, aus einer Oeffnung von 36 m lichter Weite bestand, die mit eisernem Ueberbau nach dem beim Effzeviaduct angewendeten System überspannt werden sollte. Die Construction der beiden Widerlager basirte auf dem Princip möglichst großer Materialersparniß durch Aussparungen im Mauerwerk der durch den Dammkegel zu umschüttenden

Pfeiler. — Es wurden im Innern jedes Pfeilers vier kegelförmige Hohlräume von 6 m Durchmesser der Grundfläche angenommen, welche oben durch schlanke überhöhte Kuppeln geschlossen werden sollten.

Vergleichende Kostenberechnungen ergaben zu Gunsten des Projects Nr. III eine Ersparniß von rot. 150000 \mathcal{M} . Nachdem dieses Project bereits zur Ausführung genehmigt war, zeigte sich, daß der in der Gegend zu gewinnende Buntsandstein der Triasformation nicht genügende Festigkeit besitzt, um die ihm bei der gewählten Kuppelconstruction zugemutheten Pressungen mit Sicherheit auszuhalten. Das Mauerwerk größtentheils aus Werksteinen herzustellen, wäre jedoch sehr kostspielig geworden. Von den, durch diese Erwägungen hervorgerufenen weiteren Parallelprojecten erhielt das zur Ausführung gebrachte, auf Blatt 47 dargestellte, bei welchem abermals eine Ersparniß von rot. 100000 \mathcal{M} erzielt wurde, den Vorzug.

Unter Beibehaltung der Mittelöffnung sind hier Seitenöffnungen von je 23 m angeordnet, welche wie jene mit eisernem, für das Bedürfnis einer zweigeleisigen Bahn ausgeführtem Ueberbau überdeckt sind. Die Pfeilhöhe der kleineren Träger ist so angenommen, daß die tiefsten Punkte der drei Constructionen wieder in einer der unteren Gurtung jedes Trägers ähnlichen Curve liegen.

Die Landpfeiler sind wie diejenigen des Effzeviaducts construiert, die Unterschneidung ist jedoch nur bis zur Terrainhöhe angeordnet, um größere Sicherheit bei der Ausführung zu erreichen, da die Hinterfüllung erst nach Fertigstellung der ganzen Pfeiler stattfinden konnte.

Um bei der beträchtlichen Höhe der schlanken Mittelpfeiler Schwankungen und Erschütterungen beim Befahren unschädlicher zu machen, sind die drei obersten, in Abständen von je 3 m angebrachten Binderschichten verklammert und durch je zwei kräftige Verticalanker miteinander verbunden.

Die Ausführung des Pfeilermauerwerks, welche die Zeit vom Mai 1877 bis October 1878 beanspruchte und für welche durchweg Sandstein zur Verfügung stand, erfolgte über Hand. Zum Besteigen der Pfeiler und zum Hinaufschaffen der Materialien wurden thurmartige Gerüste gebaut, welche durch Einbinden einzelner Etagenschwellen und Holme mit dem Mauerwerk in Verbindung gesetzt wurden. Das Versetzen der Abdecksteine erfolgte von den auf Blatt 45 dargestell-

ten haubenartigen, auf Consolen ausgekragten Rüstungen. Die Construction der Consolen gestattete, dieselben nachher leicht wieder zu entfernen. Als bei erreichter größerer Höhe der Pfeiler die Ausführung über Hand gefährlich erschien, wurde ein auf eisernen Stützhaken ruhendes Schutzgeländer um die Pfeiler angeordnet.

Die Herstellungskosten des Baues haben in Sa. 235000 \mathcal{M} betragen.

c. Der Viaduct über das Friedathal bei Lengenfeld.
(Bl. 47.)

Die Bahnlinie verfolgt, indem sie aus dem Werrathale kommt, zunächst das Friedathal bis Lengenfeld, überschreitet dasselbe mitten im Dorfe Lengenfeld in einer Curve von 400 m Radius, kehrt auf dem rechten Ufer des Thales bis zur Einmündung des Lutterthales zurück und verfolgt dasselbe bis zur Wasserscheide bei Küllstedt. Die an und für sich missliche Durchschneidung eines so engebauten Dorfes wie Lengenfeld konnte nur durch einen bedeutenden Aufwand von Kosten vermieden werden. Eine Linie unterhalb des Dorfes lieferte einen Damm von nahezu doppeltem Inhalt, aber doch nicht ausreichender Länge, um bei Küllstedt in günstiger Höhe die Wasserscheide zu überschreiten. — Eine Linie oberhalb des Dorfes bot allerdings eine größere Länge; es ist indessen das Thal hier so eng, daß die Rückkehr nur in einem Tunnel hätte bewerkstelligt werden können.

Für die somit ihrer Lage nach fixirte Thalüberschreitung mußte mit Rücksicht auf locale Verhältnisse und Kosten die Herstellung eines Viaducts als zweckmäßig anerkannt werden.

Der auf Bl. 47 dargestellte Viaduct überschreitet die Frieda in einer Höhe von rot. 24 m über Thalsole. Er liegt in einer Steigung von 1 : 110 und in einer Curve von 400 m Radius. Das Project zeigte ursprünglich 6 Oeffnungen à 32,2 m Stützweite, später wurden jedoch mit Rücksicht auf die örtlichen Verhältnisse noch 2 Oeffnungen à 17 m hinzugefügt. Der von vorn herein zweigeleisig hergestellte eiserne Ueberbau ist für die großen Oeffnungen nach dem System desjenigen des Effzeviaducts, für die beiden kleineren Oeffnungen nach dem System des Ueberbaues

der Fluthöffnungen der Werrabrücke bei Eschwege construiert. Die Details des Ueberbaues sind aus den Zeichnungen ersichtlich.

Die Auflager haben auf den Zwischenpfeilern verbundene Unterlagsplatten erhalten, so daß ein Rolllager entbehrt und ein Gleitlager angeordnet werden konnte, da nicht zu befürchten ist, daß die Reibung bei elastischen Bewegungen der Auflager die Pfeiler zerreißt, deren Stabilität vielmehr durch diese Anordnung noch erhöht worden ist.

Die Fundirung der Pfeiler bot keine Schwierigkeiten, da der Baugrund aus festem Rothschiefer bestand, doch wurde im Uebrigen die Ausführung durch die Lage der Dorfstraßen und die Schwierigkeit, geeignete Lagerplätze zu gewinnen, sehr erschwert.

Die Pfeiler sind ebenso construiert wie die des Friedaviaducts und auch unter Anordnung der dort beschriebenen Gerüste ausgeführt. Die Mittellinie jedes Pfeilers ist nach dem Mittelpunkt der Curve gerichtet, der Pfeiler selbst jedoch der leichteren Ausführung wegen in der Grundfläche rechtwinkelig construiert und in den oberen Binderschichten wie bei dem Friedaviaduct mit durchgehenden eisernen Ankern versehen.

Als Material stand für das Mauerwerk guter Muschelkalk der Triasformation, für die Binderschichten und Abdecksteine guter Sandstein aus naheliegenden Brüchen zu Gebote.

Die Maurerarbeiten wurden im Juni 1877 begonnen und im Herbst 1878 beendet. Das ganze Bauwerk war im August 1879 vollendet und hat an Herstellungskosten rot. 375796 \mathcal{M} erfordert.

In der nachfolgenden Tabelle II ist eine vergleichende Zusammenstellung der Kosten für alle drei Viaducte gegeben, um durch den ermittelten Einheitspreis pro lfd. Meter Viaduct und pro Quadratmeter Viaduct-Ansichtsfläche einen Anhalt zur schnelleren Beurtheilung der Frage zu gewähren, ob es in ähnlichen Fällen billiger ist, Dammschüttung auszuführen oder einen Viaduct herzustellen. Als Ansichtsfläche der Viaducte ist hier die in der Mittelaxe der Bahn zu construirende Verticalfläche des verdrängten Dammkörpers gedacht.

Tabelle II.

Lfd. Nr.	Benennung des Viaducts	Länge des Viaducts m	Maximalhöhe m	Größte Spannweite m	Kosten des für 2 Geleise ausgeführten Mauerwerks \mathcal{M}	Eiserner Ueberbau		Gesamtkosten \mathcal{M}	Kosten pro lfd. m Viaduct \mathcal{M}	Inhalt der Ansichtsflächen qm	Kosten pro qm Ansichtsfläche \mathcal{M}	Bemerkungen.
						Zahl der Geleise	Kosten \mathcal{M}					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Effzeviaduct bei Relbehausen	205,0	30,0	31,5	259000	1	105796	367870	1794	5183	71	NB. Rubrik 6 und 8 geben zusammengerechnet nicht die Gesamtkosten rubr. 9, da in jenen die Kosten der Zimmerarbeiten etc. nicht enthalten sind.
2	Friedaviaduct bei Frieda	98,7	25,7	36,0	149511	2	77899	235000	2381	2500	94 59,8	Von den Gesamtkosten berechnet. Von dem Mauerwerk berechnet.
3	Friedaviaduct bei Lengenfeld a/St.	244,1	24,0	32,0	159966	2	187912	375796	1540	3690	101,9 43,35	Von den Gesamtkosten berechnet. Von dem Mauerwerk berechnet. ad 2 u. 3. Es ist zwar der eiserne Ueberbau für 2 Geleise ausgeführt, der Schwellen- und Bohlenbelag jedoch nur für ein Geleise.

3. Eisenbahn-Unterführungen.

Hierher gehören: die Unterführung der Deutz-Gießener Eisenbahn bei Wetzlar, die Unterführung der Bergisch-Märkischen Bahn (Hessische Nordbahn) bei Malsfeld, die Unterführung der Bebra-Friedländer Bahn bei Reichensachsen vor Bahnhof Niederhous, endlich die Unterführung der Gotha-Leinefelder Bahn bei Bahnhof Silberhausen-Dingelstedt.

Vorstehend aufgeführte Bauwerke sind auf Blatt 48 in der allgemeinen Anlage und den wichtigsten Details dargestellt.

a. Unterführung der Deutz-Gießener Bahn bei Wetzlar. (Bl. 48.)

Die Deutz-Gießener Eisenbahn, welche an der Kreuzungsstelle in einer Curve von 750 m Radius liegt, wird bei Wetzlar von der Berlin-Coblenzer Eisenbahn unter einem Winkel von $40^{\circ}10'$ überschritten. Die Verwaltung derselben verlangte die Unterführung in einer lichten Weite, welche ihr gestatte, noch zwei weitere Geleise neben den bestehenden beiden Hauptgeleisen hindurchzuführen. Hier-nach mußte das Bauwerk zwischen den Widerlagern eine lichte Weite von 16,607 m (normal gemessen) resp. von $\frac{16,607}{\sin 40^{\circ}10'} = 25,747$ m (in der Bahnaxe der Berlin-Coblenzer Eisenbahn gemessen) erhalten.

Da der Abstand der Schienenoberkanten beider Bahnen an der Kreuzungsstelle nur 5,44 m beträgt, mußte ein eiserner Ueberbau angewendet werden.

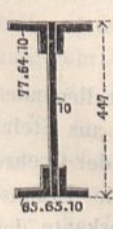
Die Frage, ob Mittelpfeiler anzuordnen seien oder nicht, entschied, da die Bahn an der betreffenden Stelle in einem Einschnitt von felsigem Terrain liegt, eine vergleichende Kostenberechnung unbedingt zu Gunsten einer Öffnung.

Die Widerlager mit Parallelfügeln sind in üblicher Weise für das Bedürfnis einer zweigeleisigen Bahn in Bruchstein mit einer Binderschicht zur Ausführung gebracht worden.

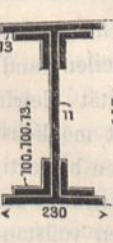
Zwischen den 4,5 m entfernten Geleisen der Deutz-Gießener Bahn sind zwei Abzugsgräben für die Länge des Bauwerks von 17,4 m angelegt, welche dann in die Seiten-gräben übergeführt werden.

Der eiserne Ueberbau, zunächst nur eingeleisig ausgeführt, besteht aus zwei in 4,4 m Abstand aufgestellten Trägern nach Schwedler'schem System von 28 m Stützweite, welche die Fahrbahn tragen. Diese ist mit Rücksicht auf die geringe Constructionshöhe aus Quer- und Schienenträgern gebildet, welche letzteren die Fahrschienen des Hilfschen

Oberbaues direct tragen. Die 28 m langen Schienenträger, Blechträger von nebenstehendem Querschnitt, sind zu diesem Zweck mit Unterlagsplatten von geneigter Oberfläche belegt. Die Endschienenträger haben auf beiden Landpfeilern eine gleiche Länge erhalten, damit der Anschluß der Hilfschen Langschwelen an derselben Stelle des Geleises stattfindet.

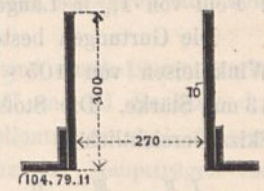


Um Spurerweiterungen zu vermeiden, haben die Schienenträger in der Mitte ihrer Länge eine kräftige Querverbindung erhalten. Die Querträger, von nebenstehendem Querschnitt, sind an die Verticalplatten des Hauptträgers genietet und auch mit den Knotenplatten verbunden.



Die Hauptträger sind 4 m hoch und in 9 mittlere Felder à 2,8 m und zwei Endfelder à 1,4 m getheilt.

Die obere Gurtung besteht aus zwei verticalen 12 mm starken Blechen, zwei Winkeleisen und einer Deckplatte. Die Stehbleche sind in jedem Felde dreimal ausgesteift. In den Knotenpunkten werden sie durch aufsen übergelegte, 12 mm starke Deckbleche und durch die bis an die Winkeleisen reichenden 15 mm starken Knotenplatten gestosfen.



Die Winkeleisen sind mittelst besonderer Deckwinkel gelascht. Die untere Gurtung hat nebenstehenden Querschnitt.

Die Diagonalen bestehen aus doppelten Flacheisen von je 13 mm Stärke und sind an 15 mm starke Knotenplatten angeschlossen. Die Verticalen haben durchweg denselben Querschnitt und bestehen aus einem Blech von 240 mm Breite und 4 Winkeleisen à 72 · 72 · 10 nach nebenstehender Form.



Das Gewicht der Eisenconstruction beträgt an Schmiedeeisen 39620 kg, an Gufseisen 3800 kg.

Die Kosten des ganzen Bauwerkes betragen 43957 M.

b. Unterführung der Bergisch-Märkischen Eisenbahn bei Malsfeld. (Bl. 48.)

Die Bergisch-Märkische Bahn wird von der Berlin-Coblenzer Bahn bei Bahnhof Malsfeld unter einem Winkel von $71^{\circ}43'$ überschritten. Bei Bestimmung der Dimensionen des Bauwerks war zu berücksichtigen, daß außer den beiden Hauptgeleisen der Bergisch-Märkischen Eisenbahn noch ein Verbindungsgeleis zwischen Bahnhof Malsfeld der Berlin-Coblenzer Bahn und Bahnhof Beiseförth der Bergisch-Märkischen Bahn, sowie ein 6 m breiter Weg als Güterzufuhrweg für Bahnhof Malsfeld und Bestellungsweg für die hinter der Bahn liegenden Ländereien unterführt werden mußten. Bei einem Abstände der Hauptgeleise der Bergisch-Märkischen Bahn von 3,5 m, des Verbindungsgeleises von 4,5 m ergab sich daher die normal zu den Widerlagern gemessene lichte Weite zu $6 + 2 + 4,5 + 3,5 + 2 = 18$ m und die lichte Weite in der Bahnaxe gemessen zu $\frac{18}{\sin 71^{\circ}43'} = 18,957$ m.

Die Geleise des Bahnhofes Malsfeld der Berlin-Coblenzer Eisenbahn mußten zweckmäßig so überführt werden, daß keine Constructionstheile störend über den Bohlenbelag hervorragten, was bei den gegebenen Höhen durch Anordnung der Träger unter der Fahrbahn erreicht ist. Die zu Gebote stehende Constructionshöhe beträgt 2,121 m; hiervon sind für die Construction von Schienenoberkante bis Trägerunterkante 2,054 m verwendet, so daß für die Durchbiegung des Trägers das mehr als ausreichende Maafs von 0,067 m bleibt.

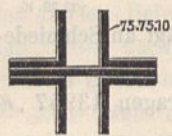
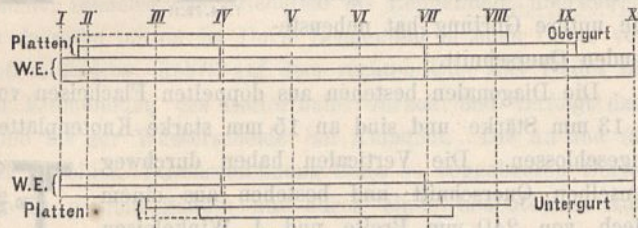
Die Stützweite der Träger, von denen je zwei für ein Geleise in 3 m Abstand von einander angeordnet wurden, beträgt 20 m.

Zunächst sollen 3 Geleise überführt werden, doch ist mit Rücksicht auf event. eintretende größere Verkehrsentwicklung auf Bahnhof Malsfeld, sowie bei der Annahme, daß mit der Zeit an dieser Stelle ein größerer Personenübergang stattfinden wird, in Folge dessen die jetzt ganz primitiv angelegte Haltestelle Malsfeld der Bergisch-Mär-

kischen Bahn angemessen ausgebaut werden muß, die Länge der Widerlager so bemessen, daß noch ein viertes Geleis und ein Fußweg für Passagiere überführt werden kann.

Die als Fachwerksträger mit parallelen Gurtungen und gezogenen Diagonalen construirten Hauptträger haben 1,85 m theoretische Höhe und sind in 8 Felder à 2,375 m und 1 Feld von 1,0 m Länge getheilt.

Die Gurtungen bestehen aus je zwei ungleichschenkligen Winkeleisen von 105 · 108 · 13 mm und Deckplatten von 13 mm Stärke. Die Stofsvertheilung ist aus der beistehenden Skizze ersichtlich.



Die Verticalen sind aus 4 Winkeleisen mit zwischenliegender Blechplatte von 10 mm sämtlich nach beistehender Figur gebildet.

Die Diagonalen haben Stärken von 26,13 bzw. 10 mm erhalten, und sind mit doppel-

ten Knotenblechen an die Gurtungen angeschlossen.

Die Schwellenträger, in 1,50 m Abstand angeordnet, sind Blechträger von 350 mm Höhe, 10 mm Blechstärke und Winkeleisen von 65 · 65 · 10 mm. In der Mitte der Felder haben dieselben eine Queraussteifung aus Winkelisen erhalten.

Bei 2,37 m Länge des Trägers beträgt die Schwellentheilung 790 mm.

Die Querträger haben bei 3,0 m Länge eine Höhe von 500 mm, 10 mm Blechstärke, Winkeleisen von 72 · 72 · 10 mm und sind mit vier einschnittigen und zwei zweiseitigen Nietten von 20 mm Stärke an die Verticalen des Fachwerks befestigt.

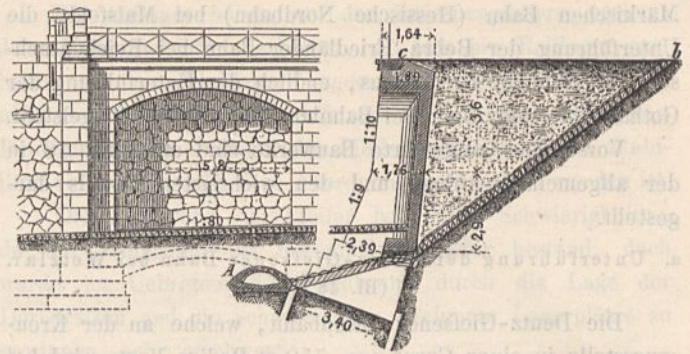
Die Schwellen sind mittelst verticaler Schraubenbolzen direct mit dem oberen Winkeleisen der Schwellenträger verbunden. In Höhe der unteren Gurtung ist außerdem ein kräftiger Horizontalverband aus Winkeleisen von 50 · 80 · 10 mm angebracht, welcher durch den Verticalverband befähigt wird, seitliche Drucke aufzunehmen und auf die Auflager zu übertragen.

Die drei Ueberbaue sind durch Querschwellen verbunden, welche dem ganzen System gegen Seitenschwanken erhöhte Widerstandsfähigkeit verleihen. Ueber den Auflagern ist noch eine leichte Querverbindung zwischen den Hauptträgern angeordnet, an welche auch die Endschwellenträger angeschlossen sind.

Das Gewicht eines Ueberbaues beträgt: an Schmiedeeisen 24282 kg, an Gußeisen 1394 kg und an Stahl 80 kg.

An das westliche Lager der Unterführung schließt sich eine Futtermauer, welche den Bahnhof Malsfeld gegen die Bergisch-Märkische Bahn abschließt. Der äußerst ungünstige Baugrund (plastischer Thon mit geneigt liegenden, stark wasserführenden Tribsandschichten) bedingte eine Construction von großer Stabilität bei möglichst geringen Mauer Massen, welche auch die Anlage einer zweckentsprechenden Entwässerung gestattet.

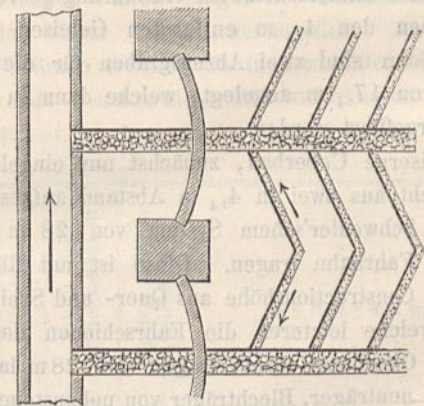
Auf Grund dieser Bedingung wurde das auf Blatt 48 im Grundriss, in beistehendem Holzschnitt in Ansicht und Durchschnitt dargestellte Project im Laufe des Sommers 1878



ausgeführt. Danach besteht die Futtermauer aus einzelnen Pfeilern mit zwischengespannten Gewölben. Das stehende Gewölbe soll den Erddruck aufnehmen und auf die Pfeiler übertragen, das untere dient dem stehenden zur Stütze und ermöglicht eine gute Entwässerung, das obere Gewölbe schließt das stehende Gewölbe und macht den darüber liegenden Raum nutzbar.

Das Fundament wurde des schlechten Baugrundes wegen bedeutend verbreitert und gegen das Ausweichen durch eine Spundwand gesichert.

Mit Ausnahme der Ecken und vorderen Theile der Gewölbe wurde die Futtermauer durchweg in Cyclopmauerwerk ausgeführt, weil die Bearbeitung der zur Disposition stehenden Steine, meist Findlinge, zu viel Abfall ergeben und bedeutendere Herstellungskosten erfordert haben würde. Letztere stellen sich jetzt auf rot. 114 \mathcal{M} . pro lfd. m, während eine volle Mauer nach den gebräuchlichen Profilen auf etwa 161 bis 200 \mathcal{M} . pro lfd. m zu stehen gekommen wäre. Mauern, wie die hier ausgeführten, sind daher besonders bei stärkeren Dimensionen wohl zu empfehlen.



Die Entwässerung des hinter der Futtermauer liegenden Erdreichs wurde durch Anlage von Sickerkanälen aus Steinpackung, welche in der Ebene *ab* (obensteh. Figur) der Grenze der rechtsseitigen Schüttung liegt, bewirkt. Die Erdausfüllung des Dreiecks *abc* erfolgte von der Oberkante der Mauer aus.

Der Abzugschanal *A* ist aus Cementbeton hergestellt. Letzterer bestand aus 1 Theil Cement und 7 Theilen Sand; die verwendete Steinmenge war der Mörtelquantität gleich. Die Mischung von Sand und Cement erfolgte mit möglichst geringem Wasserzusatz zu einer ziemlich trockenen breiartigen Masse. Die Steine, welche bei der Herstellung des Bauwerks in die Masse eingedrückt wurden, waren vollstän-

dig staub- und schmutzfrei und wurden vor der Verwendung bis zur vollen Sättigung in Wasser gelegt.

Was die Größe der Steine anlangt, so hängt dieselbe von den Dimensionen des herzustellenden Bauwerks ab; vorzugsweise eignen sich solche mit rauhen, möglichst großen Oberflächen. Berücksichtigt man, daß ca. 30 pCt. schwinden, so erfordert 1 cbm hergestellten Betons:

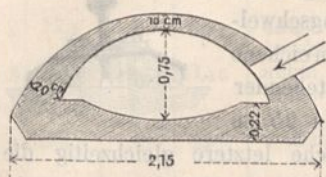
$$\text{an Cement } 1,3 \cdot 0,5 \cdot \frac{1}{8} = 0,0810 \text{ cbm}$$

$$\text{an Sand } 1,3 \cdot 0,5 \cdot \frac{7}{8} = 0,5690 \text{ "}$$

$$\text{an Steinen } 1,3 \cdot 0,8 = 0,6500 \text{ "}$$

zusammen 1,3000 cbm Betonmasse.

Der Canal erhielt einen Querschnitt von 0,9 qm nach



nebenstehender Figur und kostete pro lfd. m 16,48 \mathcal{M} . Da ein Durchlaß aus Bruchsteinen von derselben lichten Weite und Höhe etwa 35 \mathcal{M} pro lfd. m gekostet haben

würde, so beträgt die Ersparnis rot. 53 pCt.

Die Kosten der ganzen Unterführung haben sich auf 63234 \mathcal{M} gestellt.

c. Unterführung der Bebra-Friedländer Eisenbahn bei Reichensachsen. (Bl. 48.)

Die Bebra-Friedländer Eisenbahn und die dicht daneben liegende Chaussee von Niddawitzhausen nach Reichensachsen werden von der Berlin-Coblenzer Eisenbahn bei Station 1493 + 38,5 m unter einem Winkel von $31^{\circ} 11'$ und mit einem Gefälle von 1 : 130 mittelst eines Bauwerks überschritten. Die Höhendifferenz der Schienenoberkante der beiden Bahnen beträgt an der Kreuzungsstelle 5,98 m.

Für die lichten Weiten der Brücke war maßgebend, daß sowohl die Chaussee, als auch die Bebra-Friedländer Eisenbahn in einer Breite von 9 m, normal zu den Widerlagern gemessen, oder von $\frac{9}{\sin 31^{\circ} 11'} = 17,382$ m, in der Bahnaxe gemessen, unterführt werden sollte.

Vergleichende Kostenberechnungen ergaben als zweckmäßig, einen Mittelpfeiler und, da die größte zulässige Höhe der Hauptträger nur $\frac{1}{13}$ der Stützweite betragen kann, einen eisernen Ueberbau mit Blechträger-Construction anzuordnen. Letzterer ist zunächst nur für ein Geleise ausgeführt, sämtliches Mauerwerk dagegen für zwei Geleise.

Die Construction der Pfeiler ist aus der Zeichnung auf Blatt 48 ersichtlich. Die Fundirung konnte ohne Schwierigkeit auf dem aus festgelagertem Kies bestehenden Baugrund ausgeführt werden.

Die beiden Hauptträger des eisernen Ueberbaues sind in 3,1 m Abstand von einander angeordnet. Da noch 10 m der Uebergangcurve der an die Brücke anschließenden Curve von 500 m auf die Chausseeöffnung fallen, mußten hier die Hauptträger 30 mm tiefer gelegt werden, als bei der Ueberbrückung der Bahn. Dieselben haben bei 19,5 m Stützweite eine Höhe von 150 mm, 12 mm Blechstärke, Winkelleisen von 120 · 120 · 13 mm und 3 Deckplatten von 252 · 13 mm. Der Nettoquerschnitt beträgt hiernach 152,60 qcm.

Zwischen den Querträgeranschlüssen sind zur Aussteifung der Hauptträgerwand noch je zwei verticale Winkelleisen angeordnet.

Da der Ueberbau ursprünglich für Verwendung von 7 m langen Schienen projectirt ist, da ferner auf dem Mittelpfeiler die festen Auflager sich befinden, so wurden die Querträger, von der Mitte der Brücke ausgehend, in 3,5 m weiten Abständen angeordnet, so daß sich mit Ausnahme der Endschwellerträger gleichlange Schwellerträger ergaben, und eine symmetrische Vertheilung der Schwellen auf denselben ermöglicht wurde.

Die Auflager der Hauptträger sind durch 10 mm starke Bleche, welche in den Anschlüssen II und III die Höhe der freiliegenden Blechwand der Schwellerträger von 360 mm, in den Endstücken die freie Höhe der Hauptträger von 1180 mm haben, sowie durch zwei einfassende Winkelleisen von 72 · 72 · 10 mm kräftig mit einander verbunden.

Das Verticalblech der Endverbindung ist unmittelbar gegen die Blechwand der Hauptträger gelegt.

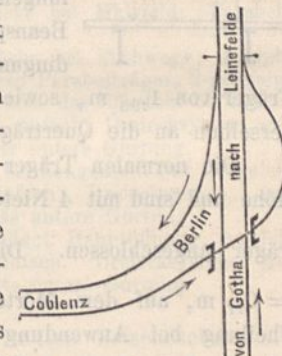
Das Gewicht des Ueberbaues einer Oeffnung beträgt an Schmiedeeisen 25334 kg, an Gußeisen 335 kg.

Die Kosten dieses Bauwerks haben 46123 \mathcal{M} betragen.

d. Unterführung der Gotha-Leinefelder Eisenbahn.

(Bl. 48.)

Wie schon Eingangs erwähnt, mündet die Berlin-Coblenzer Bahn in der Nähe der Station Silberhausen-Dingelstedt in die Gotha-Leinefelder Bahn ein. Da nun Berlin-Coblenz zwischen Eschwege und Leinefelde zweigeleisig befahren werden sollte, und somit auch auf der betreffenden Strecke der Gotha-Leinefelder Bahn das zweite Geleise hergestellt wird, erübrigte nur, behufs Vermeidung von Niveaureuzungen verschiedener Bahngeleise, die Berlin-Coblenzer Geleise in entsprechender Entfernung vor dem Anschlußpunkte an Gotha-Leinefelde nach nebenstehender Skizze derartig zu trennen, daß das linke Geleise selbstständig direct in das linke Geleise der Gotha-Leinefelder Bahn mündet, dagegen das rechte Geleise von Berlin-Coblenz, zunächst beide Gotha-Leinefelder Geleise mittelst Ueberführung kreuzt und hierauf erst an das rechte Gotha-Leinefelder Geleise mittelst Weiche angeschlossen wird.



Dieses rechte Geleise von Berlin-Coblenz überschreitet bei Station 1917 + 22,71 m in einer Curve von 400 m und in horizontaler Strecke die Gotha-Leinefelder Bahn nebst einem daneben liegenden Parallelweg unter einem Winkel von $31^{\circ} 55' 53''$.

Die Unterführung der beiden Verkehrswege geschieht durch zwei Oeffnungen von je 8 m normaler Lichtweite. Der Vorzug in der Anordnung zweier Oeffnungen besteht darin, daß die Breite der Construction zwischen den Hauptträgern, welche sich durch das Normalprofil und den Curvenausschlag bestimmt, entsprechend geringer bemessen werden kann, sowie darin, daß die Hauptträger solche Stützweite und Höhe erhalten können, welche die Wahl von Blechträgern zulassen.

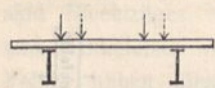
Letztere bieten größere seitliche Widerstandsfähigkeit, was bei Curvenbrücken besonders erforderlich ist, und gestatten bequeme und leichte Ausführung, sowie bei schiefen Brücken leichte Anbringung der Zwischenconstruction.

Die beiden Ueberbaue sind so angeordnet, daß ihre Axen parallel den Sehnen sind, welche die Durchschnittspunkte der Pfeilerkanten und der Geleiseaxe verbinden. Sie bilden mit den Pfeilrichtungen Winkel von $31^{\circ}55'53''$.

Die Entfernung der beiden Hauptträger wurde zu 3,92 m, die Stützweite zu 17,5 m bestimmt, wobei das Normalprofil in seinen ungünstigsten Stellungen noch rot. 80 mm von den Hauptträgern bleibt. Die Querträgertheilung und die Anordnung des Horizontalverbandes gehen aus der Zeichnung hervor. Das zwischen den normalen Querträgern liegende Feld wurde in 4 Theile à 2,8 m getheilt, die Theilung im Uebrigen, hervorgehend aus der Disponierung der Endconstructions über dem Mittelpfeiler, beträgt 2,35, 2,55 m und 1,4 m. Die unnormalen Querträger finden ihre Unterstützung an einem Hauptträger und durch auf den Pfeilern ruhende gulseiserne Platten von 300 mm Breite und 400 mm Länge. Der auf eine Platte kommende Auflagerdruck beträgt 14400 kg, demnach $\frac{14400}{30 \cdot 40} = 12$ kg pro qcm ihrer Grundfläche.

Die Hauptträger sind Blechträger von 1350 mm Höhe, 10 mm Blechstärke, mit Winkeleisen von 118 · 118 · 10 mm und zwei Deckplatten, die obere 280 · 13 mm, die untere 270 · 13 mm.

Die Schwellenträger sind so angeordnet, daß die auf ihnen ruhenden Schwellen bei den beiden äußersten Stellungen der Raddrücke (s. Figur) gleiche Beanspruchungen erfahren. Diese Bedingung erfordert einen Abstand der Träger von 1,93 m, sowie eine unsymmetrische Aufhängung derselben an die Querträger.



Die normalen Träger haben 2,8 m Länge und 340 mm Höhe und sind mit 4 Nieten von 23 mm Stärke an die Querträger angeschlossen. Die Schwellentheilung beträgt $\frac{2,8}{4} = 0,7$ m, auf dem Mörtelpfeiler dagegen 0,89 m, welche Theilung bei Anwendung des Hilfschen Oberbaues noch zulässig ist. Je zwei Schwellenträger sind in der Mitte eines Feldes durch steife Querverbindungen verbunden, außerdem auch mit dem Horizontalverband vernietet.

Die Querträger haben bis 3,92 m Stützweite in der Mitte 580 mm, an den Enden 502 mm Höhe.

Die Auflager, von denen die festen auf dem Mittelpfeiler angeordnet sind, sind sämtlich als Zapfenlager construirt.

Die Untertheile derselben werden bei den unbeweglichen durch Nasen und Keile festgehalten.

Die Enden der Brückenconstructions theile sind über den Pfeilern durch schräge steife γ -förmige Endquerverbindungen, von Auflager zu Auflager gehend, unwandelbar mit einander verbunden.

Die 100 mm betragende Ueberhöhung der äußeren Schiene ist durch unter die Schwellen gelegte, mit ihr verbundene und verbolzte Futterhölzer in einfachster Weise bewirkt.

Das Gewicht des eisernen Ueberbaues einer Oeffnung beträgt an Schmiedeeisen 21668 kg, an Gulseisen 1441 kg.

Die Construction der Pfeileranordnung, der Flügel etc. ist aus der Zeichnung ersichtlich.

Die Kosten dieses Bauwerks haben rot. 41400 \mathcal{M} . betragen.

Schlufsbemerkungen.

Sämmtliche vorbeschriebene Bauwerke sind ursprünglich unter Annahme eines gewöhnlichen Oberbaues mit hölzernen Querschwellen und 131 mm hohen Schienen projectirt. Während der Ausführung indessen wurde die ausschließliche Anwendung des Hilfschen Oberbausystems auf der ganzen Strecke beschlossen. Die projectirten Querschwellen wurden jedoch beibehalten und eine Vermehrung derselben nur dann vorgenommen, wenn der Lichtraum zwischen zwei Schwellen mehr als 70 cm betrug. Die Hilfsche Langschwelle wurde nun direct auf die Querschwelle verlegt, und mit 4 Schrauben auf jeder Schwelle befestigt. In die beiden Hohlräume der Langschwellen wurden an den Auflagerstellen eichene genau passende, nach nebenstehender Skizze geformte Futterklötze von 25 cm Länge eingebracht, durch welche letztere gleichzeitig die vorgeschriebene Neigung der Schienen von $\frac{1}{20}$ unverrückbar hergestellt wird.



Zur Unterstützung eines etwa zwischen zwei Querschwellen treffenden Schienen- und Langschwellenstofses ist ein Wechsel mit Brustzapfen eingelegt, und wurden überdies die eichenen Füllhölzer der Langschwelle über mindestens zwei Querschwellen fortgestreckt.

Die 31,5 mm betragende Höhendifferenz zwischen dem Hilfschen Oberbau und der 131 mm hohen Schiene für Querschwellen-Oberbau wurde dadurch ausgeglichen, daß entweder der ganze Ueberbau 31,5 mm tiefer oder das Geleise eine kurze Strecke vor und hinter der Brücke um dieses Maaß höher gelegt wurde.

Die nachfolgende Tabelle III giebt eine Zusammenstellung der Hauptabmessungen und Gewichte der eisernen Ueberbaue.

II. Gewölbte Brücken. (Bl. 49.)

Eine Anzahl von Thalüberschreitungen, welche mittelst Dämme bis zu 26 m Höhe bewirkt wurden, machten für die Durchführung des betreffenden Thalbaches in Folge der bedeutenden Dammhöhe größere Bauwerke erforderlich, bei welchen vergleichende Kostenberechnungen für Anlage gewölbter Brücken entschieden.

Auf Blatt 49 sind zwei derselben, die Beisebrücken bei Station 1051 und 1057, dargestellt. Die übrigen schließt sich diesen in Bezug auf die Construction an. Um eine große Tiefe der betreffenden Bauwerke zu vermeiden, sind dieselben bis unter das Planum entwickelt, wodurch bei zweigeleisiger Ausführung nur eine Breite von 8 m bedingt wurde. Ferner stellte es sich als billiger heraus, die Widerlager — statt dieselben mit Flügeln zu versehen, oder als Kastenpfeiler zu construiren — durch eine offene Bogenconstruktion, deren Oeffnungen durch das Schüttungsmaterial theilweise ausgefüllt werden, aufzulösen.

Die Schüttungskegel sind in der Mehrzahl mit $\frac{5}{4}$ facher Dossirung angelegt, bei den höchsten Bauwerken ist einfache Dossirung angewendet. Die Kegel wurden aus Schüttsteinen gebildet, welche die naheliegenden Einschnitte in ausreichender Menge lieferten.

Um die Längenausdehnung der Bauwerke noch möglichst einzuschränken, sind am Fufse der Kegel steilgeböschte Mauern angeordnet, welche gleichzeitig die Dämme gegen

Tabelle III.

Uebersicht der Hauptabmessungen und Gewichte der eisernen Brücken im Zuge der Berlin-Coblenzer Eisenbahn, Strecke Nordhausen-Wetzlar.

Lfd. Nr.	Abmessungen in Meter			Lage der Fahrbahn in Bezug auf die Träger	Gesamtgewicht der Eisenconstruction in kg			Gewicht p. lfd. m der Stützweite für ein Geleis		Beanspruchungen pro qm in kg	Schmiedeu. Gußeisengewicht pro lfd. m Geleis nach der Formel $p=a+bl$ $p=$	Bemerkungen.
	Stützweite	Trägerhöhe in d. Mitte d. Oeffnung	Entfernung der Träger-mitten		an Schmiedeeisen	an Gußeisen	an Stahl	an Schmiedeeisen	an Gußeisen und Stahl			
1	17,0	2,0	2,00	oben	9565	228	—	562,6	13,4	750	131,4+26,16 l	Fluthöffnung d. Werrabrücke bei Eschwege, doppeltes Fachwerkssystem.
2	17,5	1,35	3,92	unten sehr beschränkt	21668	1441	—	1238,2	82,3	700	629,54+39,48 l	Unterführung der Gotha-Leinefelder Bahn, sehr schief. Blechträger.
3	19,5	1,42	3,10	unten sehr beschränkt	25334	335	—	1299,2	17,2	700	509,23+41,3 l	Unterführung der Bebra-Friedländer Bahn bei Reichensachsen, sehr tief, Blechträger.
4	20,0	1,87	3,00	mitten	24282	1394	80	1214,1	73,7	700	526,70+37,89 l	Unterführung der Bergisch-Märkischen Bahn bei Malsfeld, Fachwerkträger mit paralleler Gurtung.
5	22,50	2,56	4,30	unten	22727	1518	—	1010,0	67,4	700	493,84+25,94 l	Lahnbrücke bei Wetzlar, Parabelträger.
6	23,00	3,08	6,00	oben	50219	1785	—	1091,7	38,8	700	530+26,11 l	Friedaviaduct, Seitenöffnungen zweigeleisig. Einfaches Dreieckssystem ohne Verticale mit gekrümmter unterer Gurtung.
7	26,60	3,00	3,00	oben	34261	1831	89,7	1288,0	72,2	700	535+30,9 l	Lahnbrücke bei Dorlar, Fachwerkträger mit parallelen Gurten.
8	27,70	3,50	3,00	oben	39359	1071	64	1421,0	41,0	700	627,6+30,04 l	Lahnbrücke bei Lollar, Fachwerkträger mit parallelen Gurten, Fußsteig für Personenverkehr.
9	28,00	4,00	4,40	unten sehr beschränkt	39620	3800	—	1415,0	135,8	700	693,6+30,61 l	Unterführung der Deutz-Giefsener Bahn bei Wetzlar; Schwedlerträger.
10	28,06	3,704	2,80	oben	30899	1806	822	1101,2	93,7	750	476,8+24,54 l	Fuldabrücke bei Malsfeld, Parabelträger.
11	31,50	3,89	8,30	unten	78277	2822	625	1244,5	54,7	750	580,81+22,43 l	Werrabrücke bei Eschwege, Hauptöffnungen Parabelträger, 2-geleisig.
12	31,50	4,24	2,80	oben	43358	2306	676	1376,5	94,76	700	688,02+25,19 l	Viaduct über das Effzethal bei Reibhausen, einfach. Dreieckssystem, gekrümmte untere Gurtung.
13	32,20	4,314	5,50	oben	84333	2592	—	1309,5	40,2	700	525,25+24,8 l	Viaduct bei Lengenfeld a/St., 2-geleisig; einfach. Dreieckssystem, gekrümmte untere Gurtung.
14	36,00	4,78	6,00	oben	98100	4110	188	1362,5	60,0	700	590,57+23,03 l	Friedaviaduct, Hauptöffnung, 2-geleisig; einfach. Dreieckssystem, gekrümmte untere Gurtung.

den Angriff des Hochwassers schützen. Die Fundirung ist bei allen Bauwerken ohne Schwierigkeit bewerkstelligt worden, da der gute Baugrund sich meist schon in geringer Tiefe als Fels oder grober Kies vorfand.

Als Baumaterial standen gute Bruchsteine, welche der Buntsandstein-Formation angehören, zu Gebote.

Die Gewölbe, Brüstungen, sowie die Binderschichten, deren Anordnung in Abständen von 2 bis 3 m bei der immerhin beträchtlichen Höhe der Pfeiler zur Bewirkung einer gleichmäßigen Druckvertheilung geboten erschien, sind aus guten Quadern hergestellt. Zur Entlastung der Mittelpfeiler, sowie zur Ersparung von Material und behufs raschen Austrocknens sind gewölbte oder durch Auskragung hergestellte, mit Platten überdeckte Capellen angeordnet.

Die Abwässerung der Gewölbe geschieht nach beiden Widerlagern hin, zu welchem Zwecke der mit einer Asphaltlage bedeckten doppelten Ziegelfachschicht eine entsprechende Neigung gegeben ist. Das in den Capellen sich sammelnde Schwitzwasser wird an den Stirnen der Mittelpfeiler durch Oeffnungen abgeleitet.

Die Form der Bögen wurde der aus der ungünstigsten Belastung sich ergebenden Stützlinie möglichst angepaßt. Die Gewölbe sind daher theils als Halbkreis, theils als überhöhte Korbbögen aus drei Mittelpunkten construiert.

Bei den auf Blatt 49 dargestellten Beisebrücken sind die Mittelbögen weiter und höher gespannt, als die Seitenbögen, damit zur Entwässerung nach den Widerlagern hin das nöthige Gefälle gewonnen werde.

Die Widerlagspfeiler sind auf ihre Stabilität untersucht für den Fall, daß das Gewölbe ausgerüstet aber noch nicht hinterfüllt ist, und für den Fall, daß das Bauwerk vollständig fertig gestellt ist und die ungünstigste Belastung eintritt.

Die Mittelpfeiler sind unter Berücksichtigung des auf sie wirkenden Erddruckes und der für ihre Stabilität ungünstigsten Belastung berechnet.

Die Arbeits- und Lehrgerüste wurden zum großen Theil von der Bauverwaltung gestellt, die Ausführung der Maurerarbeiten dagegen Unternehmern übertragen.

Zum Lösen der Lehrbogen dienten Keile, Schrauben oder Sandtöpfe. Sämmtliche Methoden haben sich gut bewährt und geben zu besonderen Bemerkungen keine Veranlassung.

Hinsichtlich der Senkung der Lehrgerüste ist zu bemerken, daß dieselbe bei der Beifsebrücke in Station 1051 10 mm betrug. Bei der Brücke in Station 1057 senkte sich der Scheitel der Mittelöffnung um 40 mm, derjenige der Seitenöffnungen um 15 mm.

Die Tabelle IV giebt eine Uebersicht der hierher gehörigen ausgeführten Bauwerke und deren Kosten. Als Ansichtsfläche ist in der Tabelle die von der Profilinie des betreffenden Thales und Schienenunterkante einerseits, von

der Durchschnittslinie der beiden Dammkegel mit der Vorderfläche des Bauwerks andererseits begrenzte Fläche und als größte Höhe die Entfernung der betreffenden Flußsohle von Schienenunterkante verstanden.

Tabelle IV.

Lfde. Nr.	Name des Bauwerks	in Station	Größte		Anzahl der Öffnungen	Spannweite der Öffnungen	Material	Inhalt der Ansichtsflächen	Kosten im Ganzen	Kosten pro qm Ansichtsfläche	Ein Hfd. Meter Ansichtsfläche kostet	Ein qm Mauerwerk kostet	Bemerkungen.	
			Länge	Höhe										
			m	m				qm	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ		
1	Ohebrücke	826+91,3	46,50	20,80	1	10,50	Sandstein	521	80200	154	1724,8	28,85	ad. 9 u. 10. Die verhältnißmäßig großen Kosten dieser beiden Bauwerke resultiren aus den hohen localen Materialpreisen; außerdem war bei beiden, besonders bei 10 die Ausführung umfangreicher Trockenmauern erforderlich.	
2	Beisebrücke I	1022	37,96	15,25	2	10,00	"	339	63395	184	1670,0	35,40		
3	" " II	1047	39,40	13,84	1	11,0	"	332	56942	171	1445,2	35,10		
4	" " III	1050+70	44,60	14,20	2	9,5	"	375	47791	130	1071,5	30,06		
5	" " IV	1057	53,00	24,00	3	12,0	"	752	109576	146	2067,5	29,60		
6	Pfieffebrücke	1222	14,54	8,50	1	10,0	"	127	17021	134	1170,7	22,30		
7	Wehrebrücke	1383	52,0	19,80	4	10,0	"	669	111084	166	2131,6	27,43		
8	Vierbachbrücke	1476	43,0	14,0	4	8,5	"	368	67473	183	1569,1	29,17		
9	Chausseeunterführung mit 3m weitem Durchlaß	1818+62	39,1	17,5	1	11,0	Kalkstein Gewölbe aus Sandstein	381	77990	201	1995	38,9		
10	Brücke über d. Unstrut	1875+33	52,86	25,7	2	9,0	"	754	192000	255	3642,8	42,8		

Auf Blatt 49 ist schließlic noch die Brücke über die Vocke dargestellt, welche allerdings nicht zu den großen Kunstbauten zählt, dennoch insofern von Interesse ist, als durch dieses Bauwerk in seinem unteren Theile der Vocke-

bach, in seinem oberen die Chaussee von Spangenberg nach Bischofferode unterführt wird. Die Construction ist aus den Zeichnungen ersichtlich.

Frankfurt a/M. im August 1879.

Lehwald.

Zusammenstellung der bemerkenswertheren Preussischen Staatsbauten, welche im Laufe des Jahres 1879 in der Ausführung begriffen gewesen sind.

(Aus den Jahres - Rapporten pro 1879.)

(Mit Zeichnungen auf Blatt 61 im Atlas.)

A. Aus dem Gebiete des Landbaues.

I. Kirchen.

Im Jahre 1879 befanden sich nach den Jahres-Rapporten 49 Kirchenbauten (gegen 52 im Vorjahre) in der Ausführung, darunter 32, welche fortgesetzt, 17, welche neu angefangen wurden.

Fortgesetzte Kirchenbauten.

Von den fortgesetzten Kirchenbauten sind 20 in 1879 zu Ende geführt worden. Unvollendet blieben noch:

die Kirchen-Neubauten zu Ossig, Reg. B. Breslau, zu Falkowitz, Reg. B. Oppeln, zu Rzadkwin, Reg. B. Bromberg, zu Steglitz und zu Friedersdorf, Reg. B. Potsdam, und die St. Nicolaikirche zu Breslau;

der Bau der Thürme der St. Servatii-Schloßkirche in Quedlinburg, Reg. B. Magdeburg, von welchen der südliche bis auf die Giebeldreiecke im Mauerwerk vollendet wurde;

die Reparaturbauten am Dome zu Minden und an der St. Moritz-Kirche zu Naumburg a/S., Reg. B. Merseburg;

die Restaurationsbauten der Schloßk. zu Meisenheim, Reg. B. Coblenz, der K. zu Hillersleben, Reg. B. Magdeburg und der Wiesenkl. zu Soest, Reg. B. Arnberg.

Die angeführten Bauten werden mit Ausnahme des letztgenannten und des Baues der Nicolai-Kirche zu Breslau, welcher nach längerer Unterbrechung wegen mangelnder Geldmittel erst im Jahre 1879 wieder aufgenommen wurde, voraussichtlich im Laufe des Jahres 1880 zu Ende geführt werden.

Neu angefangene Bauten.

Kirchen-Neubauten.

Es wurde in 1879 mit dem Bau von 6 Kirchen (gegen 12 im Vorjahre) begonnen. Dieselben sind sämtlich einschiffig und sollen, sofern nichts besonderes weiter unten bemerkt ist, im Backsteinrohbau mit Holzdecken ausgeführt werden. Es sind dies:

die K. zu Hoff, Reg. B. Stettin, Anschlagss. 43000 ℳ (143 ℳ à qm), mit 403 Sitzplätzen für Erwachsene und 96 Sitzplätzen für Kinder;

die K. zu Bückwitz, Reg. B. Potsdam, Anschlagss. 34100 ℳ (153,2 ℳ à qm), welche im Schiff 182, auf den Emporen 62, zusammen 244 Sitzplätze für Erwachsene und auf der Orgelempore 30 Sitzplätze für Kinder enthält;

die K. zu Alt-Kugelwitz, Reg. B. Coeslin, Anschlagss. 39555 \mathcal{M} (143 \mathcal{M} à qm), mit Sitzplätzen für 348 Erwachsene und 90 Kinder;

die K. zu Hohkirch, Reg. B. Liegnitz, Anschlagss. 58000 \mathcal{M} (168 \mathcal{M} à qm), welche 349 Sitzplätze für Erwachsene und 100 Sitzplätze für Kinder aufnehmen und in hammerrechtem Bruchstein-Mauerwerk von Sandsteinen ausgeführt werden soll;

die K. zu Friedrichsbrunn, Reg. B. Magdeburg, Anschlagss. 15150 \mathcal{M} (84 \mathcal{M} à qm), kleine Dorfkirche ohne Thurm mit 190 Sitzplätzen, in Granitbruchsteinen mit Ecken, Einfassungen und Bögen von Backsteinen;

die K. zu Siemowo, Reg. B. Posen, Anschlagss. 41700 \mathcal{M} (168,5 \mathcal{M} à qm), deren Schiff mit einfachen Kreuzgewölben überdeckt wird.

Kirchen-An- resp. Erweiterungsbauten.

Von derartigen Bauten sind im vorigen Jahre 5 in Angriff genommen worden, darunter 3 Thurmeubauten:

der Anbau eines Thurmes an die K. zu Alt-Krüssow, Reg. B. Potsdam, Anschlagss. 26100 \mathcal{M} ;

ein Thurmbau vor dem westlichen Giebel der K. zu Nikolaiken, Reg. B. Gumbinnen, Anschlagss. 28100 \mathcal{M} (881 \mathcal{M} à qm); die Kirche ist ein Putzbau aus dem Jahre 1840, der neue Thurm wird indessen im Ziegelrohbau ausgeführt,

der Neubau des Thurms der kath. Stadtpfarrkirche zu Naumburg a/Q., Reg. B. Liegnitz, Anschlagss. 59200 \mathcal{M} .

Da diese K. im Renaissancestil erbaut worden, so ist für den Thurm, welcher in den Außenflächen und Gesimsen von Sandstein hergestellt wird, derselbe Stil gewählt. Der Bau wurde bis zur Höhe des Dachfirstes der Kirche gefördert und wird voraussichtlich bis zum Herbst d. J. vollendet werden. Auf Bl. 61 sind Grundriss und Ansicht des Thurmes wiedergegeben.

Bei der K. zu Wüstebriese, Reg. B. Breslau, wurde der Bau eines neuen Langschiffes, Anschlagss. 27000 \mathcal{M} (78,8 \mathcal{M} à qm), im Juni begonnen und vor dem Eintritt des Winters im Rohbau vollendet. Das Schiff wird, dem vorhandenen alten Thurm- und Chorbau entsprechend, in gothischem Backsteinstil ausgeführt und mit einer Holzdecke versehen.

Ein an der K. zu Neusalz a/O., Reg. B. Liegnitz vorgenommener Erweiterungsbau, Anschlagss. 68100 \mathcal{M} , erstreckte sich auf die Herstellung eines Querschiffes und einer Altarnische, welche, wie das bestehende Langschiff der Kirche, überwölbt und außen wie innen geputzt werden.

Kirchen-Restaurationsbauten.

Es wurden in 1879 an 6 Kirchen Restaurationsbauten vorgenommen. Von diesen kommen 3 auf den Reg. B. Magdeburg, nämlich:

der Restaurationsbau der St. Nicolaik. zu Quedlinburg, einer gothischen, dreischiffigen Anlage; hier mußten die Dächer und die aus Tuffsteinen mit Sandsteinrippen hergestellten Kreuzgewölbe einer durchgreifenden Reparatur unterzogen werden; Anschlagss. 22500 \mathcal{M} ;

der Restaurationsbau der St. Marienk. zu Aken, welche ein romanisches Langschiff und 2 frühgothische Thürme aufweist; die aus späterer Zeit stammenden baufälligen Einbauten wurden entfernt und die Restauration der vielfach schadhafte Gesimse, besonders des Hauptgesimses, eingeleitet; Anschlagss. 47000 \mathcal{M} ;

der Restaurationsbau der einschiffigen, gothischen Kirche zu Cochstedt, welche neue Emporen nebst den erforderlichen Zugängen erhielt, und deren vermauerte Fenster in der ursprünglichen Form wiederhergestellt wurden. Nach der Restauration wird die Kirche Platz für 498 Erwachsene und 78 Kinder bieten. Anschlagss. 20600 \mathcal{M} .

Die übrigen Restaurationsbauten betreffen die St. Adalbertsk. zu Breslau, deren Maafswerke stilgemäß erneuert wurden, Anschlagss. 16000 \mathcal{M} , die K. zu Pr. Eylau, Reg. B. Königsberg und die Garnisonk. zu Potsdam.

Bei letzterer handelt es sich hauptsächlich um die Restauration des Thurmes, dessen Mauerwerk und Gesimse ausgebessert werden müssen, sowie um die theilweise Erneuerung der Dächer und Einrichtung einer Luftheizung mit Pulsionsventilation. Anschlagss. 66070 \mathcal{M} .

Bei der K. zu Pr. Eylau ist Balkenlage und Dach vollständig erneuert, der aus dem Loth gewichene Ostgiebel abgetragen und in der alten Form wieder aufgemauert, sowie an Stelle der alten, mit dem restaurirten Hauptbau nicht harmonirenden, baufälligen Vorhalle eine neue erbaut worden. Anschlagss. 38925 \mathcal{M} .

Die Arbeiten an dieser Kirche haben bereits in 1879 beendigt werden können, während die übrigen, vorerwähnten Restaurationsbauten erst im Jahre 1880 zur Vollendung gelangen werden.

II. Pfarrhäuser.

Von den 13 Pfarrhausbauten, welche in 1879 sich in der Ausführung befanden (gegen 18 im Vorjahre) wurden die vor 1879 begonnenen bis auf das Pfarrhaus zu Heiligenstadt, Reg. B. Erfurt, an dessen innerem Ausbau noch Einiges fehlte, vollständig fertig gestellt.

Neu angefangen wurden 4 Pfarrhausbauten, von denen 2, nämlich die Pfarrhäuser zu Schmiedefeld, Reg. B. Erfurt, Anschlagss. 32312 \mathcal{M} , und zu Altenplathow, Reg. B. Magdeburg, Anschlagss. 19600 \mathcal{M} , in demselben Jahre vollendet wurden. Jenes enthält noch eine Lehrerwohnung und ist zweistöckig in ausgemauertem Fachwerk mit massiver Unterkellerung ausgeführt, dieses steht auf abfallendem Terrain und ist nur zu $\frac{2}{3}$ der Grundfläche unterkellert; über seinem massiven Erdgeschofs ist ein Dremfelstock angeordnet, welcher die Einrichtung von 3 Stuben im Bodenraum gestattet.

Unvollendet blieben die Pfarrhäuser zu Berkholz, Reg. B. Potsdam, Anschlagss. 26000 \mathcal{M} , und zu Fürstenwerder, Reg. B. Danzig, Anschlagss. 16600 \mathcal{M} , beide einstöckige Ziegelrohbauten mit Dremfelwand, letzterer auf Sandschüttung fundirt.

Die Kosten dieser Bauten f. d. qm bebauter Grundfläche schwanken nach den Anschlägen zwischen 97 \mathcal{M} (Fürstenwerder) und 142 \mathcal{M} (Schmiedefeld) und stellen sich in medio auf 100 \mathcal{M} (gegen 92 \mathcal{M} im Vorjahre).

III. Elementarschulen.

Von den Elementarschulbauten, welche in 1879 zur Ausführung kamen (21 gegen 19 im Vorjahre), wurden die vor 1879 in Angriff genommenen in diesem Jahre sämtlich vollendet.

Unter den neu angefangenen Bauten, 14 an der Zahl, sind am zahlreichsten die einklassigen Schulen mit Wohnung für einen verheiratheten Lehrer vertreten. Solche sind die Schulhäuser zu

Thiergarten, Anschlagss. 10700 *M.*,
Olmscheid, Anschlagss. 13520 *M.* einschl. Stall- und Abtrittsgebäude, und

Jucken, Anschlagss. 10740 *M.* einschl. Wirtschaftsgebäude, sämtlich im Reg. B. Trier;

die Schulhäuser zu Neu-Mönchwinkel, Anschlagss. 12400 *M.* einschl. Stallung und Brunnen, und zu Lüdersdorf, Anschlagss. 12700 *M.*, beide im Reg. B. Potsdam;

die Schuletabellements zu Abstich, Anschlagss. 11700 *M.* und zu Schaltischledimmen, Anschlagss. 14730 *M.*, beide im Reg. B. Königsberg

und das kath. Schuletabellement zu Bunzlau, Reg. B. Liegnitz, Anschlagss. 11083 *M.*

An zweiklassigen Schulbauten kamen zur Ausführung:

ein Schuletabellement zu Dahnen, Reg. B. Trier, Anschlagss. 20817 *M.*, mit Wohnungen für einen verheiratheten und einen unverheiratheten Lehrer;

ein Schuletabellement zu Neuenhagen, Anschlagss. 27600 *M.*;

ein Schulhaus zu Lunow, Anschlagss. 18500 *M.*, beide im Reg. B. Potsdam belegen.

Im Bezirk derselben Regierung wurde der Bau einer achtklassigen Mädchenschule mit Wohnungen für 4 Lehrerinnen zu Nowawefs in Angriff genommen, welcher im Stil des mittelalterlichen märkischen Backsteinbaues ausgeführt und mit einer Luftheizung versehen wird. Anschlagss. 45000 *M.*

An den Schulhäusern zu Malsdorf und Biesdorf, Reg. B. Potsdam, wurden Erweiterungsbauten vorgenommen, durch welche je 2 neue Klassenräume gewonnen wurden. Anschlagss. 10000 *M.* bez. 11700 *M.*

Die aufgeführten Bauten sind mit Ausnahme des in ausgemauertem Fachwerk hergestellten Schulhauses zu Lüdersdorf sämtlich Massivbauten und wurden zum größeren Theile in 1879 bereits vollendet.

Die pro Quadratmeter bebauter Fläche berechneten Baukosten bewegen sich zwischen 45,5 *M.* (Bunzlau) und 119 *M.* (Neuenhagen) und betragen im Durchschnitt 78 *M.* (72,5 *M.* im Vorjahre).

IV. Realschulgebäude, Gymnasien.*)

Im Jahre 1879 wurden von den früher begonnenen derartigen Bauten im Rohbau fertig gestellt:

der Bau des Kaiser-Wilhelms-Gymnasiums zu Hannover;
der Bau des Gymnasiums zu Krotoschin, Reg. B. Posen, und

des Gymnasiums zu Graudenz, Reg. B. Marienwerder.

Bis auf geringe Theile des inneren Ausbaues wurden vollendet:

der Erweiterungsbau des Gymnasiums zu Ratibor, Reg. B. Oppeln, die Neubauten des Joachimsthal'schen Gymnasiums und der Kgl. Realschule zu Berlin, sowie des Klassenhauses für die Kgl. Luisenschule zu Posen.

Bei dem Gymnasialbau zu Danzig, dessen Fundirung im vorjährigen Bericht eingehender beschrieben ist, wurden die Fundamente hergestellt und die Kellermauern bis zur Fußbodenhöhe des Erdgeschosses aufgeführt.

*) In den beigegebenen Grundrisskizzen bezeichnen: *a* Aula, *b* Klassenräume, *c* Gesang- resp. Zeichensäle, *d* Dienstwohnung, *e* Sammlungsräume, Konferenzzimmer, Bibliothek, *f* Turnhalle.

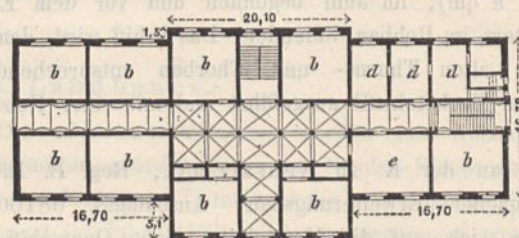
Die übrigen in 1879 fortgesetzten Gymnasial- bez. Realschulbauten wurden im Laufe des Jahres vollständig beendet.

Unter den in 1879 begonnenen Bauten waren 6 Neubauten, welche sämtlich im Backsteinrohbau ausgeführt werden, und 5 Um- bez. Erweiterungsbauten.

Neubauten.

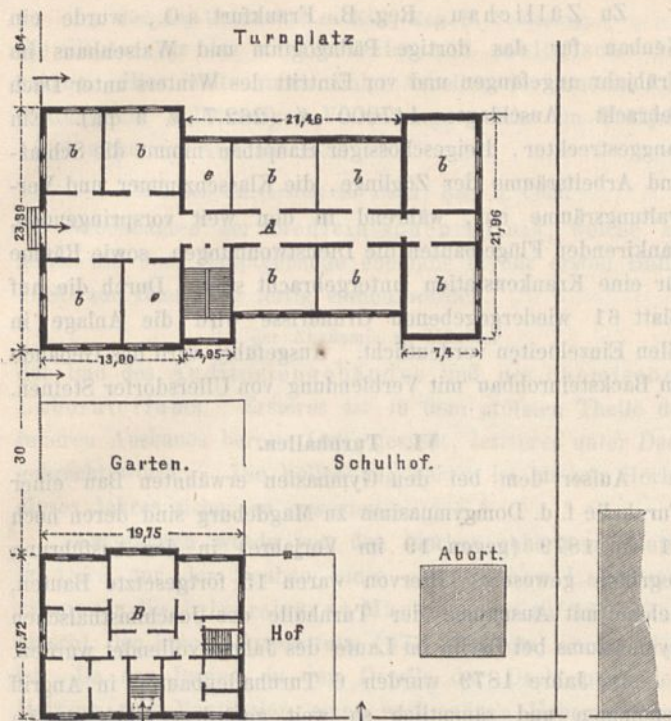
In Frankfurt a/O. wurde im October mit dem Bau eines Klassenhauses für das dortige Friedrichs-Gymnasium begonnen. Anschlagss. 267000 *M.* (271,6 *M.* à qm). Derselbe wird auf dem Abhange einer nicht unbeträchtlichen Bodenerhebung errichtet und in diesen theilweis eingeschnitten. Das dreigeschossige Gebäude wird im Backsteinrohbau mit Formsteinen und farbigen Schichten ausgeführt und besteht, wie aus den auf Bl. 61 dargestellten Grundrissen ersichtlich, aus einem Mittelbau, welcher im II. Stock nach seiner ganzen Breite und Tiefe von der Aula eingenommen wird, und zwei mit einem gewölbten Mittelcorridor versehenen Flügeln, in denen Unterrichts- und Sammlungsräume sowie die Wohnung des Pedells liegen. Symmetrisch zur Queraxe sind 2 massive Haupttreppen den Seiten des Mittelbaues angefügt. Am Schlusse des Jahres waren die Erdarbeiten zum größten Theil vollendet.

Eine ganz ähnliche Grundrissbildung zeigt das zur Aufnahme von 500 Schülern in 12 Klassen eingerichtete Gebäude des Domgymnasiums zu Magdeburg. Die Klassenräume befinden sich hier ausschließlich im Erdgeschoß und I. Stock, während der II. Stock die Aula nebst Bibliothekräumen und die Zimmer für den physikalischen Unterricht aufnehmen soll. An die kurzen Seiten des Klassengebäudes schliessen sich einerseits ein zweigeschossiges Director-Wohnhaus, andererseits die Turnhalle an. Diese werden ebenso wie das Hauptgebäude im Backsteinrohbau mit Gesimsen von Postelwitzer Sandstein ausgeführt. Die Kosten sind einschliesslich des Directorwohnhauses, der Turnhalle und aller übrigen Nebengebäulichkeiten auf 425000 *M.* veranschlagt.



Das vorstehend im Grundriss wiedergegebene Klassengebäude des Gymnasiums zu Lissa, Reg. B. Posen, setzt sich ebenfalls aus einem Mittelbau und zwei Flügeln zusammen, weicht aber darin von den vorgenannten ab, daß nur zwei Geschosse angeordnet sind und daß die im I. Stockwerk belegene Aula nur die vordere Hälfte des Mittelbaues einnimmt. Hierdurch ist die Anlage einer Haupttreppe in der Mittelaxe des Gebäudes ermöglicht. Vor dem Treppenhaus erweitert sich der Mittelgang des Erdgeschosses zu einem zweischiffigen Vestibül von 5 Axen, dessen Decke auf Granitssäulen ruhende Kreuzgewölbe bilden. Da die Haupttreppe nur bis zum I. Stock führt, so ist am Kopf des einen Flügels eine Nebentreppe angeordnet, welche vom Keller bis zum Dachboden steigt. Die Bauarbeiten wurden im April begonnen und trotz des ungünstigen Baugrundes, welcher aus schlüpfrigem Lettenboden besteht und drainirt werden mußte, so weit gefördert, daß bei Beginn des Winters die Flügelbauten

unter Dach gebracht waren. Anschlagss. 201000 \mathcal{M} . einschl. der Nebenbauten.



In Stargard i/Pom., Reg. B. Stettin, sind die Baulichkeiten des Kgl. Gymnasiums, bestehend aus dem Klassengebäude, dem Directorwohnhaus und der Abtrittsanlage, im August in Angriff genommen worden. Hier wendet sich das dreigeschossige Klassengebäude *A*, wie der vorstehende Holzschnitt zeigt, mit einer schmalen Seite der Straße zu, weshalb der Haupteingang am Kopf des nach der Längsrichtung das Gebäude durchschneidenden Mittelganges liegt. Im II. Stock des vorderen Querbaues, welcher um eine Höhe von etwa 2 m das übrige Gebäude überragt, liegt die Aula, ihr gegenüber im hinteren Querbau der Zeichensaal, zwischen ihnen sind die Bibliothekräume und eine Reserveklasse untergebracht. Die übrigen Schulzimmer befinden sich in den beiden unteren Geschossen zu beiden Seiten des Mittelganges. Die Communication zwischen den Geschossen vermittelt eine seitlich von diesem belegene, geräumige, massive Treppe, welche ebenso wie Flur und Gänge auf eisernen Trägern überwölbt ist. Anschlagss. 260000 \mathcal{M} . (297 \mathcal{M} . à qm).

Das isolirt stehende Wohngebäude des Directors, *B*, besteht aus einem 4,10 m hohen, vollständig unterkellerten Hauptgeschofs von 6 Zimmern mit Küche und Speisekammer, und einem Kniestock, in welchem 2 geräumige Dachstuben eingerichtet werden. Dasselbe wird ebenso wie das Klassengebäude in Backsteinrohbau, aber in einfacheren Formen als dieses ausgeführt.

Auf dem Grundstück des Kgl. Gymnasiums zu Altona, Reg. B. Schleswig, wurde an Stelle dreier alter, abgebrochener Gebäude ein Neubau in Angriff genommen, welcher ausser einigen Klassenzimmern und Bibliothekräumen die für 500 Sitzplätze bemessene Aula und unter derselben eine Turnhalle für 70 Turner aufnehmen soll.

Die Räumlichkeiten sind so gruppiert, dass Aula und Turnhalle den Frontbau nach der Straße zu bilden und die übrigen Localitäten sich in einem kurzen Flügel nach der Tiefe des Grundstücks zu anschließen. Die Ecke, in welcher beide Bautheile sich treffen, ist zur Anlage des Treppen-

hauses benutzt worden. Im November war der Bau bereits unter Dach gebracht, so dass seine Vollendung bis zum October dieses Jahres sicher zu erwarten ist. Anschlagss. 190000 \mathcal{M} . (310 \mathcal{M} . à qm).

Von dem neuen Klassenhause, welches für das Gymnasium zu Salzwedel, Reg. B. Magdeburg, errichtet wird, ist auf Blatt 61 der Grundriß des Erdgeschosses gegeben. Wie aus demselben ersichtlich, setzt sich dies Gebäude aus zwei Frontbauten von ungleicher Länge und einem das Haupttreppenhaus aufnehmenden Mittelbau zusammen. Der vordere Frontbau ist dreigeschossig und enthält im II. Stock die Directorwohnung, zu welcher eine besondere Treppe führt; der Mittelbau zeigt im Querschnitt eine basilikenartige Anlage, indem das Treppenhaus höher als die zweigeschossigen Seitentheile geführt ist und durch zwei Reihen hochliegender Fenster erhellt wird; den hinteren Frontbau bilden Aula und Turnhalle in einer ähnlichen Anordnung wie bei dem vorgenannten Gymnasium zu Altona. Das Gebäude wird im Charakter der mittelalterlichen, märkischen Backsteinbauten ausgeführt und erhält bis auf die mit Holzcement eingedeckten Seitentheile des Mittelbaues steile Ziegeldächer. Die Fundirung bot einige Schwierigkeiten, da die Baustelle im Inundationsgebiete des Jeezeflusses und die Fundamentsohle beträchtlich tiefer als der Grundwasserspiegel liegt. Anschlagss. 287109 \mathcal{M} . (245 \mathcal{M} . à qm).

Aus- bez. Erweiterungsbauten.

In Wiesbaden wurde im April der Erweiterungsbau des sog. Gelehrten-Gymnasiums begonnen, bestehend in der Erhöhung des vorhandenen Langbaues und eines anschließenden Flügels durch Aufführung eines II. Stocks von 4 m l. Höhe. Den vorhandenen 10 Lehrsälen nebst Aula, Director- und Pedellenwohnung werden hierdurch 5 neue Lehrsäle, 1 Zeichensaal und 3 Räume f. d. Bibliothek, sowie ein Archivzimmer und ein physikalisches Cabinet hinzugefügt. Anschlagss. 72000 \mathcal{M} .

Ebenda wurde das Gebäude des Realgymnasiums durch einen an die Hinterfront desselben sich anlehenden Anbau von 11,6 m Länge und 5,78 m Tiefe um 2 neue Lehrsäle und ein Treppenhaus bereichert. Anschlagss. 27000 \mathcal{M} .

Der im April begonnene Erweiterungsbau des Gymnasiums zu Burgsteinfurt, Reg. B. Münster, enthält im Erdgeschofs und I. Stock je 4 Klassenzimmer und im II. Stock eine Aula von 192 qm Grundfläche. Anschlagss. 47000 \mathcal{M} .

An das vorhandene Gymnasialgebäude zu Glückstadt, Reg. B. Schleswig, wurde ein zweistöckiger, theilweis unterkellert Anbau angefügt, welcher die Directorwohnung, bestehend aus 8 Zimmern und den nöthigen Wirtschaftsräumen, sowie mehrere Unterrichts- und Sammlungsräume aufnehmen soll. Anschlagss. 38800 \mathcal{M} .

Ein von dem Kgl. Gymnasium zu Tilsit, Reg. B. Gumbinnen, erworbenes Wohnhaus wurde einem Umbau unterzogen, um bei nothwendig werdender Erweiterung der Schulräume zur Directorwohnung dienen zu können. Der auf 20770 \mathcal{M} . veranschlagte Bau wurde im December vollendet.

V. Seminarbauten, Pädagogien. *)

In der Ausführung begriffen waren in 1879 19 Bauten (gegen 14 im Vohrjahre), darunter 12 früher begonnene.

*) In den bezüglichen Grundrissen auf Bl. 61 bedeuten: *a* Aula, *b* Wohn- und Schlafräume der Seminaristen, *c* Speisesaal, *d* Wohnräume der Lehrer, *e* Wohn- und Wirtschaftsräume des Oekonomen, *f* Musikzellen, *g* Sammlungs-, Conferenz- und Bibliothek-Räume, *h* Unterrichtsräume.

Von diesen wurden 7 im Laufe des Jahres ganz oder bis auf wenige Arbeiten der inneren Einrichtung vollendet. Die übrigen werden voraussichtlich in diesem Jahre beendet werden. Es sind dies die Seminarbauten zu Pyritz, Reg. B. Stettin, zu Soest, Reg. B. Arnberg, zu Tuchel und Löbau, Reg. B. Marienwerder. Von letzterem zeigt Blatt 61 die Grundriffsanordnung im Erdgeschoss und I. Stock, welche im Wesentlichen der für Internate festgestellten Norm entspricht.

Mit Ausnahme zweier unbedeutenden Umbauten zu Rosenberg und Pilchowitz, Reg. B. Oppeln, bei denen es sich um Herstellung und Trockenlegung von Seminarräumen handelte, bezogen sich die in 1879 begonnenen Seminarbauten auf neue Anlagen.

Zu Erfurt wurde der auf 176000 *M.* (237 *M.* à qm) veranschlagte Bau des Hauptgebäudes für das dortige Lehrerseminar (Externat), nachdem die Baugrube bereits im November 1878 ausgeschachtet worden war, im April 1879 in Angriff genommen und bis zum Winter unter Dach gebracht. Auf dem Grundstück steht noch ein bisher als Seminar benutztes, altes Klostergebäude, welches nach Vollendung des Neubaus — voraussichtlich im März 1881 — abgebrochen werden soll. Dann erst kann mit der Ausführung der Turnhalle und der übrigen Nebenbauten vorgegangen werden. Der 42,46 m lange, 16,89 m tiefe Hauptbau mit einem 16,3 m breiten, 1,2 m vorspringenden Mittelrisalit enthält über dem Keller 3 Geschosse von durchschnittlich 4,1 m lichter Höhe. Im Keller befinden sich die Wirtschaftsräume, im Erdgeschoss und I. Stock die Dienstwohnungen des Directors und eines Lehrers, sowie die Schul- und Uebungsklassen, im II. Stock die Aula, die Säle für Musik- und Zeichenunterricht, ein großer Arbeitsaal und einige Bibliothek- und Sammlungsräume. Die Wohnungen sind von den Schulräumen durch Glaswände geschieden und durch eine besondere Treppe zugänglich. Die Façaden werden bis auf die Plinthe, Hauptgesims und Portal, für welche Sandstein zur Verwendung kommt, in Ziegeln hergestellt.

Nach nahezu demselben Programm entworfen und ganz ähnlich gestaltet und ausgestattet sind die Seminargebäude für die Externate zu Neu-Ruppin, Reg. B. Potsdam, Anschlagss. 131000 *M.* (182,7 à qm), und zu Königsberg N/M. Reg. B. Frankfurt a/O., Anschlagss. 129250 *M.* (168 *M.* à qm). Dieselben wurden in 1879 im Rohbau vollendet und eingedeckt.

Der im Mai begonnene Neubau eines Schullehrer-Seminars zu Hannover, Anschlagss. 300100 *M.* (262 *M.* à qm), wurde bis zur zweiten Balkenlage aufgeführt. Das für 30 interne und 60 externe Zöglinge einzurichtende Gebäude wird in 3 Geschossen über dem gewölbten Keller außer den Unterrichtsräumen und der Aula noch Wohnungen für den Director und 2 verheirathete, sowie für einen unverheiratheten Lehrer, für den Oekonomen und die internen Seminaristen enthalten. Die auf Blatt 61 dargestellten Grundrisse des Erdgeschosses und II. Stocks zeigen die verlangten Räumlichkeiten in einem Mittelbau und zwei Flügeln so untergebracht, daß die Unterrichtsräume hauptsächlich in ersterem, die Wohn-, Schlaf- und Speiseräume in letzteren liegen. Die Façaden werden im Backsteinrohbau von feinen Verblendziegeln und Terrakotten mit Gesimsen von Haustein

ausgeführt. Die Heizung soll durch Mantelöfen bewirkt und mit einer Ventilationseinrichtung verbunden werden.

Zu Züllichau, Reg. B. Frankfurt a/O., wurde ein Neubau für das dortige Pädagogium und Waisenhaus im Frühjahr angefangen und vor Eintritt des Winters unter Dach gebracht. Anschlagss. 447000 *M.* (262,7 *M.* à qm). Ein langgestreckter, dreigeschossiger Hauptbau nimmt die Schlaf- und Arbeitsräume der Zöglinge, die Klassenzimmer und Verwaltungsräume auf, während in den weit vorspringenden, flankirenden Flügelbauten die Dienstwohnungen, sowie Räume für eine Krankenstation untergebracht sind. Durch die auf Blatt 61 wiedergegebenen Grundrisse wird die Anlage in allen Einzelheiten verdeutlicht. Ausgeführt wird das Gebäude im Backsteinrohbau mit Verblendung von Ullersdorfer Steinen.

VI. Turnhallen.

Außer dem bei den Gymnasien erwähnten Bau einer Turnhalle f. d. Domgymnasium zu Magdeburg sind deren noch 21 in 1879 (gegen 19 im Vorjahre) in der Ausführung begriffen gewesen. Hiervon waren 15 fortgesetzte Bauten, welche mit Ausnahme der Turnhalle des Joachimsthalschen Gymnasiums bei Berlin im Laufe des Jahres vollendet wurden.

Im Jahre 1879 wurden 6 Turnhallenbauten in Angriff genommen und sämmtlich so weit gefördert, daß sie im Jahre 1880 in Benutzung genommen werden können. Es sind dies die Turnhallen für die Gymnasien zu Ratibor, Reg. B. Oppeln, Anschlagss. 19000 *M.* (145 à qm), zu Inowrazlaw, Reg. B. Bromberg, Anschlagss. 19800 *M.* (73 *M.* à qm), zu Charlottenburg, Reg. B. Potsdam, Anschlagss. 23000 *M.* (83 *M.* à qm) und Glückstadt, Reg. B. Schleswig, Anschlagss. 28200 *M.* (96 *M.* à qm), die Turnhalle für das Seminar zu Königsberg N/M., Reg. B. Frankfurt a/O., Anschlagss. 12300 *M.* (62 *M.* à qm) und die für die Taubstummen-Anstalt zu Berlin, Anschlagss. 28000 *M.* (111 *M.* à qm).

Die Kosten für das qm bebauter Grundfläche schwanken bei diesen, durchgehends in einfachem Ziegelrohbau ausgeführten Bauten nach den Anschlägen zwischen 62 *M.* (Königsberg N/M.) und 145 *M.* (Ratibor) und stellen sich i. m. auf 95 *M.*

VII. Universitätsbauten.

Von den aus früheren Jahren fortgesetzten Universitätsbauten wurden in 1879 beendet: der Bau des botanischen Instituts zu Königsberg, der combinirten Station für äußerliche Kranke zu Berlin, der Umbau des katholischen Convicts und Neubau eines Gärtnerhauses für die Universität zu Bonn und der Neubau einer Lazarethbaracke für die Universität zu Kiel.

Unvollendet blieben folgende Universitätsbauten:

Bei der Universität zu Königsberg

die Gebäude der chirurgischen Klinik, bestehend in zwei Krankenpavillons, zwei Isolirbaracken und einem Verwaltungsgebäude. Dieselben sollen mit allen Nebenbaulichkeiten im Sommer des Jahres 1880 vollendet und zur Benutzung übergeben werden.

Bei der Universität zu Berlin

der Bau der klinischen Institute auf dem Grundstücke Ziegelstraße Nr. 5—9. Am Schluß der Bauperiode war das Vordergebäude in dem Theil, welcher überhaupt vorerst aufgeführt werden konnte, nebst dem anschließenden west-

lichen Seitenflügel und den drei Pavillons im Rohbau vollendet.

Bei der Universität zu Kiel, Reg. B. Schleswig, die Bauten für das anatomische und zoologische Institut. Hier fehlten noch einige Arbeiten der inneren Ausstattung zur vollständigen Vollendung, welche im Frühjahr 1880 sicher in Aussicht steht.

Bei der Universität zu Bonn, Reg. B. Cöln, die Nebenbauten der medicinischen Klinik, welche zugleich mit dem Hauptgebäude ebenfalls in der ersten Hälfte 1880 zur Benutzung fertig stehen werden.

Bei der Akademie zu Münster der Bau des Auditoriengebäudes und des chemischen Laboratoriums. Ersteres ist in dem größten Theile des inneren Ausbaues bereits fertig gestellt, letzteres unter Dach gebracht worden. Die Vollendung beider ist bis zum Herbst dieses Jahres sicher zu erwarten.

Angefangen wurde von den hierher gehörigen Bauten in 1879 nur der Neubau eines chemischen Laboratoriums für die Universität zu Marburg, der auf 220000 \mathcal{M} einschl. der innern Ausstattung (273 \mathcal{M} à qm) veranschlagt ist. Da das Project in den Details der Dachconstruction, Heizung und Ventilation einer nochmaligen Ueberarbeitung unterliegt, so wurde nur die Fundamentirung soweit gefördert, daß die Frühjahrs-Hochwasser den Fortgang des Baues nicht mehr beeinträchtigen können.

VIII. Gebäude für wissenschaftliche und künstlerische Institute, resp. Sammlungen.

Von den neun in 1879 in der Ausführung befindlichen derartigen Bauten kommen fünf auf Berlin. Diese sind: der Umbau des Königl. Zeughauses, der Neubau des Kunstgewerbe-Museums und des Herbariums im botanischen Garten, ferner zwei in diesem Jahre begonnene und beendigte Umbauten an der Sternwarte und dem bisherigen Gebäude der Bergakademie im Lustgarten.

Bei dem Umbau des Königl. Zeughauses in eine Deutsche Ruhmeshalle sind im Laufe des Jahres 1879 sämtliche Rohbau-Arbeiten und ein Theil der Arbeiten des inneren Ausbaues vollendet worden. Namentlich sind die Fußböden und Wandflächen bis auf die reicher decorirten Theile im Kuppelraum fertig hergestellt und die Tischler-, Schlosser- und Glaserarbeiten zum größten Theile beendigt worden. Die Pfeiler und Paneele des 1. Stocks sind zur Hälfte fertig mit Stuckmarmor bekleidet und die für die Freitreppe im Hofe erforderlichen Steinmetz- und Bildhauer-Arbeiten in Angriff genommen worden. Die Dachconstruction über dem Hofe war vor Eintritt des Winters fertig montirt. Die Heizung wurde im November in Betrieb gesetzt, nachdem das Dienstgebäude Mollersgasse Nr. 1, in welchem die Kessel der Heizung untergebracht sind, bereits im October der Zeughaus-Verwaltung übergeben worden war.

Zur künstlerischen Ausstattung sind die Vorarbeiten soweit gediehen, daß im Frühjahr 1880 mit der Ausführung an Ort und Stelle vorgegangen werden kann.

Das Gebäude des Kunstgewerbe-Museums hat seine definitive Eindeckung durch Wellenzink und durch die Herstellung und Verglasung der Oberlichter erhalten. Die Hinterfront ist mit der Ziegelverblendung versehen worden. An den anderen Fronten fehlt dieselbe noch, ebenso wie

der plastische und malerische Schmuck, dagegen sind die Sandsteinarbeiten der Gesimse und Fensterumrahmungen am Aeußern überall beendigt und das Hauptgesims von Terrakotten aufgebracht und abgedeckt. Im Innern des Gebäudes sind die Nebentreppen von Granit versetzt und die Stufen der Haupttreppe für den Belag aufgemauert. Sämmtliche Gewölbe wurden ausgeführt, die Räume bis auf wenige geputzt und auch zum Theil bereits mit Stuck ausgestattet. Nach vollständiger Herstellung der Heizungs-, Gas- und Wasseranlagen ist der Anschluß an die städtische Canalisation bewirkt worden. Der für die Vollendung des Baues in Aussicht genommene Termin, 1. April 1881, wird innegehalten werden.

Das im Jahre 1878 in Angriff genommene Gebäude für ein Herbarium und botanisches Museum im botanischen Garten wurde bis auf die Arbeiten der inneren Ausstattung vollendet, so daß es sicher in diesem Frühjahr der Benutzung übergeben werden kann.

Mit dem auf 32000 \mathcal{M} veranschlagten Umbau der Königl. Sternwarte zu Berlin wurde im März 1879 begonnen. Bei demselben sind folgende Aenderungen vorgenommen worden:

Das Nordzimmer hat an Stelle des alten, unbeweglichen, hölzernen Daches ein neues, eisernes, drehbares Kegeldach mit Meridianschlitz erhalten. Das Dach ist außen mit verzinktem Eisenblech, innen mit glattem Zinkblech gedeckt. Zum Schluß des Schlitzes dienen Seitenschieber.

Das Südzimmer ist niedriger gemacht und über demselben ein neues Observatorium mit eiserner Drehkuppel angelegt worden, deren Meridianschlitz durch stählerne Rolljalousien verschließbar sind.

Im Meridianzimmer sind an Stelle der früheren massiven Wände solche von eisernem Fachwerk mit Wellblechverkleidung getreten. Diese Construction ist auch bei einem an dem Westgiebel neu errichteten Observatorium angewendet worden.

Für die provisorische Unterbringung der geographischen und musikalischen Abtheilung der Königl. Bibliothek ist das am Lustgarten zu Berlin gelegene bisherige Gebäude der Berg-Akademie einem Umbau unterzogen worden, welcher sich auf den 1. Stock und einige Räume des Erdgeschosses erstreckte. Dieselben sind in Stand gesetzt und mit Repositorien versehen worden. Im Zwischengeschos über der Durchfahrt wurde eine Dienstwohnung für einen unverheiratheten Bibliothekar eingerichtet. Die Kosten betragen nach dem Anschlage 16850 \mathcal{M} —

In Düsseldorf fand am 20. October 1879 die Eröffnung des neuen Gebäudes der Kunstakademie statt, nachdem dasselbe bis auf einige Decorationen am Aeußern und unbedeutende Theile der innern Ausstattung vollendet war.

In Wiesbaden wurde im Anfang des Juni mit dem Neubau eines Staatsarchiv-Gebäudes begonnen. Anschlagssumme 247000 \mathcal{M} (465,24 \mathcal{M} à qm). Die Baustelle liegt auf der Südseite der Stadt nach der Mainzer Straße. In den Fundamenten wird das Gebäude aus Bruchsteinen, sonst aus Backsteinen mit Gesimsen und Einfassungen von Nahesandstein errichtet. Das 2,8 m im Lichten hohe Kellergeschos enthält die Wohnung für einen Archydiener und Räume für Kisten und Brennmaterial. Die Anordnung der Räume in den darüber befindlichen Stockwerken ist aus den

Zeichnungen auf Blatt 61 ersichtlich. In dem 4,5 m im Lichten hohen Erdgeschofs liegen drei Archivsäle *a*, und ein Lesezimmer *b*, ausserdem drei Bureauräume *c* für Archivbeamte und ein Dienerzimmer *d*. Das 1. und 2. Stockwerk enthalten gleichmäfsig je drei durch die Haupttreppe erreichbare Archivsäle. Zur Erzielung möglicher Feuersicherheit sind sämmtliche Räume, die gröfseren mit Zuhilfenahme eiserner Stützen und Träger überwölbt worden.

Im Reg. B. Cassel ist das Gebäude der Zeichen-Akademie zu Hanau vollendet und mit dem Umbau des Schlosses in Marburg behufs Umwandlung desselben zum Staatsarchiv des Regierungs-Bezirktes weiter vorgegangen worden. Nach Beendigung der Arbeiten in dem Ostflügel, dem sog. Stockhause, wurde im Juli mit dem Abbruch des Daches und der alten Decken im Südfügel begonnen. Derselbe soll eiserne Decken und Dachconstruction erhalten und zum 1. November 1880 wieder benutzbar hergestellt werden. Die Kosten sind auf 48500 *M.* veranschlagt.

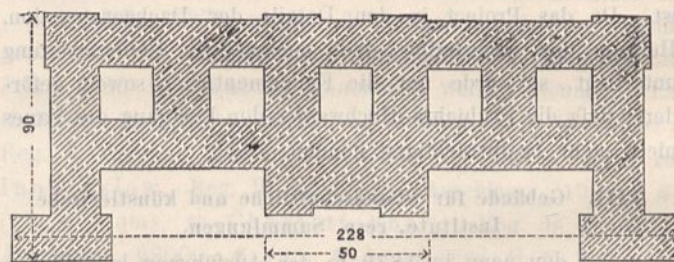
IX. Technische Lehranstalten. Fachschulen.

In Berlin waren 1879 in der Ausführung begriffen: die Neubauten für die Königl. technische Hochschule, für die Kunst- und Gewerkschule und für das landwirthschaftliche Museum.

Letzteres liegt auf dem östlichen Theile des Grundstücks der ehemaligen Königl. Eisengießerei als rechter Flügel einer Gebäudegruppe, welche aus dem bereits vollendeten Hause der Bergakademie,*) dem die Mitte bildenden, projectirten Gebäude für naturhistorische Sammlungen und dem landwirthschaftlichen Museum bestehen soll. Das dreigeschossige Hauptgebäude ist 71 m lang, 55 m tief und 21,75 m bis zum Hauptgesims hoch. Die vier Flügel desselben umschliessen, wie die auf Blatt 61 dargestellten Grundrisse**) zeigen, einen Hof von 42 m Länge, 19 m Tiefe und 13 m lichter Höhe, welcher mit Glas auf Eisen gedeckt ist und zu periodischen Ausstellungen landwirthschaftlicher Maschinen dienen soll. Das Erdgeschofs und 1. Stockwerk sind zur Aufnahme der Sammlungen des landwirthschaftlichen Museums bestimmt, während das 2. Stockwerk die Laboratorien, Lehr- und Sammlungsräume für das landwirthschaftliche Lehrinstitut enthält. Im Keller liegen Dienstwohnungen für Unterbeamte, Modellwerkstätten und die für Heizung und wirtschaftliche Zwecke erforderlichen Räume; die Fronten des Gebäudes sind mit Ausnahme der geputzten Hinterfront mit Sandstein und Tuffstein aus dem Brohlthal verblendet. Der Sandstein ist für den Sockel und alle profilirten, dem Wetter ausgesetzten Gliederungen, der Tuffstein für die Flächenbekleidung verwendet. Für die zahlreichen Deckenstützen im Innern, von denen einige sehr bedeutende Belastungen erfahren, waren Gesteinssorten von grofser Festigkeit erforderlich; es ist daher rheinischer und schlesischer Marmor, sowie belgischer und schwedischer Granit zur Verwendung gekommen. Der Keller und die beiden unteren Geschosse sind ebenso wie die Treppenhäuser durchgängig überwölbt. Ueber dem 2. Stockwerk liegen Balkendecken, welche zur Isolirung des Dachbodens mit

Gypsestrich bedeckt wurden. Die Erwärmung der Räume wird im Allgemeinen durch Luftheizung, für zwei auf dem Dache befindliche Gewächshäuser durch Warmwasser-Heizung bewirkt. Die Baukosten betragen nach dem Anschlage 1800000 *M.* (469,73 *M.* à qm).

An die Nordostecke *AA* schlielst sich als einfaches geputztes Hintergebäude das auf 340000 *M.* (296,43 *M.* à qm) veranschlagte Laboratorium an, welches sich in seiner ca. 61 m betragenden Länge an die östliche Grenze des Grundstücks anlehnt. Auf Blatt 61 sind die Grundrisse dieses Gebäudes wiedergegeben. Es enthält ein Auditorium und zwei grofse Laboratorien, denen sich in zwei Geschossen von gewöhnlicher Höhe die erforderlichen Nebenräume anfügen. Zur Unterbringung zweier für den Betrieb nothwendigen Dampfkessel ist ein besonderes, nur bis zur Brüstungshöhe des Erdgeschosses reichendes Gebäude der Längsfront vorgelegt. Die Laboratorien erhalten ihr Licht durch sägeförmige Oberlichte. Zur Erwärmung des Gebäudes dient eine Dampfheizung; für Lüftung ist durch einen grofsen Aspirationsschlot gesorgt, in welchem der Schornstein der Dampfkesselfeuerungen aufsteigt.



Das Hauptgebäude der Königl. technischen Hochschule wurde bis zur Fußboden-Höhe des 1. Stocks aufgeführt. Dasselbe ist nach der vorstehenden Grundrißform gebildet und enthält vier Geschosse von 5,5 bis 6,5 m Höhe. Die äußeren Façaden werden in Sandstein, die der vier offenen Höfe im Ziegelrohbau mit Gliederungen von Sandstein und Sgraffitoverzierungen hergestellt werden. Der mittlere, glasbedeckte und in den oberen Stockwerken von Hallen umgebene Hof dagegen wird im Putzbau ausgeführt. Der Haupteingang befindet sich im Mittelbau, welcher aufser den Vestibülen und Treppen noch die Aula, einige Sitzungs- und Lehrsäle, die gröfseren Auditorien und die Verwaltungsräume aufnimmt. Die Nordseite der Flügel wird hauptsächlich von den Zeichensälen eingenommen, während die Sammlungs- und Hörsäle auf die minder günstig beleuchteten Seiten vertheilt sind. Im untersten Geschofs ist eine Anzahl von Wohnungen untergebracht. Ueber die Anlage der Nebengebäude, des chemischen Laboratoriums, des Kesselhauses etc. ist noch keine endgiltige Entscheidung getroffen.

Der Bau der Kunst- und Gewerkschule ist in 1879 soweit gediehen, daß am Schlusse des Jahres der innere Ausbau nahezu vollendet und nur noch die Ausstattung mit Utensilien und Beleuchtungs-Gegenständen im Rückstand war.

Die übrigen vor d. J. 1879 begonnenen, hier zu erwähnenden Staats-Bauten wurden in diesem Jahre sämmtlich beendigt. Es sind dies: der Ausbau des Welfenschlosses in Hannover zur technischen Hochschule, die Neubauten des chemischen Laboratoriums zu Aachen und des pomologischen Instituts zu Proskau, Reg. B. Oppeln, sowie der Navigations-

*) Conf. Bl. 62 im Atlas des Jahrg. 1879 dies. Zeitschr.

**) In denselben bedeutet: *a* Maschinenhalle, *b* Ausstellungsräume, *c* Räume des Lehrinstituts, *d* Räume für die Verwaltung, *e* Dienstwohnung, *f* Laboratorien, *g* Auditorien und *h* Arbeits-, Vorbereitungs- und Nebenräume.

schulen zu Arnis, Reg. B. Schleswig, und Geestemünde, Landdrostei Stade.

Im April 1879 wurden die mit 120000 *M.* veranschlagten und in demselben Jahre beendigten Arbeiten zur Einrichtung einer neuen Heiz- und Ventilations-Anlage für das Hauptgebäude der technischen Hochschule zu Aachen in Angriff genommen. Sämmtliche Auditorien-, sowie die Aula

und einige Zeichensäle erhielten eine Dampfheizung, verbunden mit Pulsionsventilation, die übrigen Räume Dampfheizung. Der Dampf wird in drei Röhrenkesseln mit gemeinschaftlichem Dampfsammler erzeugt, welche nebst einer kleinen Dampfmaschine und einem Ventilator im früheren Kohlenkeller aufgestellt sind.

Mittheilungen aus Vereinen.

Architekten-Verein zu Berlin.

Festrede beim Schinkelfest am 13. März 1880*)

gehalten von Herrn Dr. Guido Hauck, Professor an der technischen Hochschule in Berlin.

Hochgeehrte Festversammlung!

Wohl dürfte es Jedem von uns ein Bedürfnis sein, in dem Einerlei des Alltagslebens, wo Jedem nur das einförmige Geräusch des Rades, das er umtreibt, im Ohre tönt, sich von Zeit zu Zeit einen Rasttag zu gönnen, an dem der Geist sich frei macht von dem Mechanismus der Berufstätigkeit und — gehoben von froher Feststimmung — den Blick auf das große Ganze richtet, um sich Rechenschaft zu geben über die Beziehungen der persönlichen Arbeit zu den allgemeinen Fragen, welche die Zeit bewegen, und zu den großen Aufgaben, deren Lösung das ideale Ziel menschlichen Daseins bildet.

Solche Rasttage empfangen ihre schönste Weihe durch das Andenken unsrer Geistesheroen, die nicht bloß in ihrem speciellen Berufsfache sich den Ruhm der Virtuosität errungen, sondern die weit über die Grenzen des engeren Kreises ihrer Thätigkeit hinaus Leben weckend und Licht spendend gewirkt haben und damit von entscheidendem Einfluß auf die ganze Richtung ihrer Zeit geworden sind. — Die innige Vertiefung in das geistige Leben und Schaffen eines solchen Genius ist oft gerade um so anregender und erfrischender, je weiter der Schwerpunkt seines Schaffens von dem engeren Gebiete unsres eigenen Berufsfaches entfernt liegt. Es bildet sich ja Jeder seine Lebens- und Weltanschauung von seinem individuellen Standpunkte aus; so weit auch sein Gesichtskreis reichen mag, so laufen doch die perspectivischen Linien seines geistigen Erkenntnisbildes alle in einem einzigen, ihm eigenthümlichen Augpunkte zusammen. Und je weiter nun zwei Standpunkte auseinander liegen, um so schöner werden sich die beiderseitigen Anschauungen gegenseitig ergänzen, um so kräftiger werden die Schlaglichter sein, welche die eine auf die andere wirft, um so lebendiger und fruchtbarer die Anregungen, welche jede von der andern empfängt. —

In diesem Sinne möge es gedeutet werden, wenn ein Mathematiker sich in die Betrachtung einer Künstlernatur versenkt, wenn er der unwiderstehlichen Anziehungskraft nachgiebt, die ein Genius wie Carl Friedrich Schinkel auf seine Seele ausübt.

Die Bedeutung des Mannes, dessen Gedächtnisse der heutige Tag geweiht ist, ist in der That eine universelle.

*) Primo loco veröffentlicht im August-Heft der „Preussischen Jahrbücher“. Verl. v. G. Reimer. Berlin.

Sein Name ist nicht bloß mit goldenen Lettern eingegraben am Ruhmestempel der bildenden Kunst, er bedeutet vielmehr einen der Marksteine in der allgemeinen Geschichte menschlicher Cultur. Und jeder, der sich den Sinn für die idealen Ziele der Menschheit bewahrt hat, wird heute liebend und verehrend des Mannes gedenken, der durch Wort und Werk und That uns die sittlichen Aufgaben der Wissenschaft und Kunst zu neuem Bewußtsein gebracht hat, der die Bestimmung der Kunst dahin definirte, daß ihre Werke „ein Bild der sittlichen Ideale der Zeit“ sein sollen.

Von diesem Gesichtspunkte aus sage ich Ihnen, meine Herrn, meinen wärmsten Dank, daß Sie mir, dem Nicht-Architekten, gestatten, hier vor Ihnen Zeugnis abzulegen von der innigen Verehrung, die auch der außerhalb Ihres engeren Kreises Stehende für den großen Genius hegt, den Sie so glücklich sind, den Ihrigen nennen zu dürfen.

Wohl mag es in erster Linie dem Künstler oder Kunsthistoriker geziemen, den Mann zu preisen, der uns den reinen Quell der Schönheit in seiner lebensprudelnden Kraft neu erschlossen hat, und wohl mag vielleicht der Künstler allein im Stande sein, Schinkel in seinem ganzen Denken und Fühlen vollkommen zu erfassen.

Ich erkenne dies zu sehr an, als daß ich den Versuch wagen möchte, über die künstlerische Bedeutung Desjenigen zu Ihnen zu sprechen, der in Ihnen Allen lebt und Leben weckend wirkt.

Wohl aber darf und soll auch der außerhalb Stehende, der sich mächtig angezogen fühlt von der sympathischen Gewalt, welche dieser herrliche Geist in seiner harmonischen Einheit und Ganzheit auf ihn ausübt, — der Frage nachspüren: Was ist es denn, was mich an dem Manne so sympathisch berührt? Was ist der Anknüpfungspunkt, der mir sein Denken und Fühlen als ein dem meinigen geistesverwandtes erscheinen läßt? —

Der Mathematiker braucht nicht lange zu suchen, um diesen Anknüpfungspunkt aufzufinden.

Kaum wird eines Mannes Denkarbeit mit mehr Recht ein vom Geiste mathematischer Schärfe Durchdrungenes genannt werden können, als wir dies von Schinkel sagen dürfen.

Das Wesen der Mathematik beruht ja nicht in dem Zauber der Formeln, sondern vielmehr in der Schärfe der Abstraction, in der Zurückführung der Probleme auf ihre

Principien, von denen aus dann eine Kette von Schlußfolgerungen — in streng logischer Folgerichtigkeit eine aus der andern herauswachsend — fortgeführt wird, so weit, bis das letzte Glied der Kette die Antwort auf die gestellte Frage enthält.

Und wenn wir nun Schinkel in seiner geistigen Thätigkeit belauschen, wenn wir beobachten, wie er nicht bloß die allgemeine Frage nach dem Wesen und der Aufgabe der Kunst begrifflich zergliedert und mit zwingender Logik der Gedanken zum bewußten Systeme klärt, sondern wie er auch jede einzelne Specialaufgabe auf den principiellen Gedanken zurückführt, dessen künstlerische Verwirklichung ihm das Problem repräsentirt, — wenn wir dann weiter beobachten, wie er die tektonischen Form-Elemente zu organischen Complexen combinirt, die gleich einem aus mathematischen Symbolen gefügten Formelsystem den vollen Inhalt seiner geistigen Vorstellungen wiedergeben: — müssen wir da nicht das Wesen Schinkel'scher Geistesthätigkeit als ein mathematisches im eminentesten Sinne des Wortes bezeichnen?

Schinkel selbst sagt*): „Nur da wo man sucht, ist man wahrhaft lebendig, . . . und in jeder künstlerischen Darstellung muß die Kritik heraustreten, die dem schöpferischen Geiste nothwendig beiwohnen muß.“ Und dasselbe drückt er in seinem Wahlspruch ebenso kurz als bezeichnend aus mit den Worten: „Unser Geist ist nicht frei, wenn er nicht Herr seiner Vorstellungen ist.“ —

Wenn wir so erkennen, wie bei Schinkel die Poesie des Künstlers und die Strenge des Mathematikers sich vereinigen zur Kraft der schöpferischen Originalität, so denke ich, es möchte der Weihe unsres Festes nicht unwürdig sein, wenn ich mir erlaube, auf eine nähere Besprechung des Themas:

Die Stellung der Mathematik zur Kunst und Kunstwissenschaft einzugehen. —

Die Stellung der Mathematik zur Kunstwissenschaft! — Kann man denn heute überhaupt noch von Beziehungen zwischen Beiden reden? Scheint es nicht vielmehr, als ob gerade in gegenwärtiger Zeit, wo der Gegensatz zwischen humanistischer und realistischer Bildung sich zur höchsten Schroffheit gesteigert hat, eine Kluft zwischen jenen zwei Wissenschaften befestigt wäre, die eine gegenseitige Annäherung unmöglich erscheinen läßt?

In der That! Die Zeiten der Lionardo da Vinci, Michel Angelo, Albrecht Dürer sind längst vorüber. Verächtlich schaut der Vertreter der exacten Forschung auf die speculativen Bemühungen der Kunstphilosophen herab, und abwehrend ruft die Kunst der Mathematik das Veto⁵ zu:

Rühr' mich nicht an mit Deiner kalten Hand,
Vor Deinem Hauche fürcht' ich zu erstarren! — —

Das war freilich alles ganz anders in jener sonnigen Zeit, wo die poetisch-ästhetische Weltauffassung eines Plato dem Ideenleben der jugendfrohen Menschheit ihre erhabene Weihe gab.

Dort in den heiteren Gefilden des alten Hellas, dort in der Liebesheimath unsres Schinkel, war jene großartig-

*) Diese und die folgenden Citate sind dem Werke entnommen: von Wolzogen, „Aus Schinkel's Nachlaß.“ Berlin, 1862.

künstlerische Idee der Pythagoräischen Weltanschauung zum Leben gereift, welche die Welt als ein nach einheitlichem Plane harmonisch gegliedertes Ganzes auffaßte, in welchem die durch einfache Zahlenverhältnisse repräsentirte Ordnung als allwaltendes Bildungsprincip das Ganze wie die Theile beherrschte. — Ausgehend von der Wahrnehmung, daß die musikalische Harmonie in einfachen Verhältnissen der Schwingungszahlen der consonirenden Töne begründet und daß also das reine freie Entzücken der Seele am Wohlklang der Töne durch einfache Zahlenverhältnisse bedingt ist, sah Pythagoras allgemein in der Verwirklichung einfacher Zahlengesetze die Ursache und das Wesen des befriedigten Wohlgefallens der Seele am Schönen und Wahren. Und insofern die befriedigte Seligkeit der Welt der Endzweck alles Seienden ist, so mußte auch die Welt als Ganzes einen harmonisch gegliederten Organismus darstellen, in dem das Princip der nämlichen arithmetischen Verhältnisse das Grundgesetz des harmonischen Gefüges repräsentirte. Gleich den Saiten an Apollon's Lyra waren die Himmelskörper angeordnet und gleich dem reinen Vollklang der Aeolsharfe erzeugten sie im Umschwung um den centralen Quell des Lebens — „harmonisch all das All durchklingend“ — die Harmonie der Sphären.

Und mit dieser großartigen, poetisch-mathematischen Naturanschauung verknüpfte nun Plato die sittlich-ernsten Grundsätze der Sokratischen Philosophie. Er sieht in der Welt ein Abbild des göttlichen idealen Urbildes, ein Abbild, das den ewigen Gedanken der Gottheit zur Erscheinung bringt. Daher die göttliche Vernunft die ganze Natur durchdringt und sie zu einem harmonisch in sich stimmenden Kunstwerk stempelt, zu einem lebendigen Organismus, in dem geometrische Symmetrie und arithmetische Harmonie die scheinbare Willkühr ordnet. — In dieses Kunstwerk göttlicher Vernunft ist der Mensch gesetzt, seine unsterbliche Seele ist aus der Idealwelt in die sinnliche Welt herübergekommen. Sie kann und soll sich wieder zur Idealwelt aufschwingen. Die Schönheit ist es, welche ihre Sehnsucht nach dem Göttlichen weckt und befriedigt, und — um von unsrem Schinkel die Worte zu entlehnen —: „Darum bilde der Mensch sich in allem schön, jede Handlung sei ihm eine Kunstaufgabe! Nur das Schöne ist der höchsten Liebe fähig, und darum handle man schön, um sich selbst lieben und dadurch selig werden zu können!“ — Wahrlich! goldene Worte, die, wenn sie nicht von Schinkel wären, von Plato sein müßten! — —

So lange die tief-ernste Poesie der platonischen Philosophie die Geister beherrschte, gingen Mathematik und Kunst in schwesterlichem Vereine Hand in Hand. Und mächtig ist der Einfluß, den diese aus dem universellen hellenischen Geiste herausgewachsene ästhetische Weltbetrachtung, — die in gleicher Weise als ästhetische Theorie der Form und Zahl wie als mathematische Theorie des Schönen bezeichnet werden könnte, — auf die Entwicklung ebensowohl der Mathematik als der Kunst ausgeübt hat.*) Wer wollte so vermessen sein, es einen Zufall zu nennen, daß

*) Zeising's vielbesprochenes Gesetz des goldenen Schnittes wurde bekanntlich schon von Plato formulirt und ist als unmittelbarster kunstgestaltlicher Ausdruck jener harmonisirenden Gesamtrichtung des hellenischen Geistes anzusehen.

das Heimathland eines Pythagoras und Euklid zugleich auch dasjenige eines Phidias und Praxiteles war? —

Noch weit über die Grenzen der politischen Lebensdauer des Hellenenvolkes hinaus hat der Platonismus seine Kraft bewährt. Platonischer Geist war es, welcher das herrliche Zeitalter der Renaissance durchwehte und die erstorbene Kunst zu neuem Leben entfachte. Und wenn auch heute die speculative Idealwelt Plato's die Bedeutung objectiver Möglichkeit für uns verloren hat, wenn sie dem Regenbogen zu vergleichen ist, der vor der greifenden Hand des entzückten Beschauers entflieht: so werden wir es uns doch nie nehmen lassen, mit Plato die Unvollkommenheiten der sinnlichen Welt in Gedanken zu eliminiren und uns zu Bildnern einer schöneren Welt zu träumen, in deren innerer Anschauung die von den Mühen des Lebens ermattete Seele sich wieder neue Kraft und neue Freudigkeit zum Kampfe schöpft.

Die lebenskräftigen Elemente der platonischen Weltansicht sind in unsre moderne Naturanschauung übergegangen. Ja, so sehr hat die ideale Weltauffassung Plato's ihre schöpferische Kraft bewährt, daß eben sie es ist, die im 16. Jahrhundert dem Phönix gleich die neue Welterkenntnis aus sich selbst heraus erzeugt hat.

Johannes Keppler ist der Mann, an den sich jener ewig denkwürdige Zeugungsproceß knüpft, — Johannes Keppler, auf den sich unser Auge mit besonderem Interesse richten muß, insoferne er uns die an Schinkel gerühmte mathematisch-künstlerische Geistesrichtung gewissermaßen in symmetrisch umgekehrtem Spiegelbilde widerstrahlt. Sehen wir in Schinkel den mathematisch denkenden Künstler, so zeigt sich uns in Keppler der künstlerisch fühlende Mathematiker.

Mit dem glühendsten Feuer jugendlicher Begeisterung hatte Keppler den pythagoräisch-platonischen Gedanken der Weltharmonik erfaßt. Bis ans Ende seiner ruhmefüllten Laufbahn blieb er dem enthusiastischen Glauben an diese großartig-künstlerische Idee treu, und sein ganzes Streben ging darauf, dieselbe mit der Copernicanischen Weltansicht und mit den experimentellen Erfahrungsthatfachen in Einklang zu bringen.

Er war kein enthusiastischer Schwärmer, der die empirischen Thatfachen mit den schönen Träumen seiner dichterischen Phantasie hätte verschwimmen lassen. Es vereinigte sich vielmehr in ihm der poetische Schwung einer kühnen Einbildungskraft mit der strengen Gewissenhaftigkeit eines ernstesten Ringens nach Wahrheit. Sein Wahlspruch lautete: „Amicus Plato, amicus Aristoteles, sed magis amica veritas.“ Und so wurde er eben an der Hand seiner philosophischen Speculationen zur reinen Quelle der Wahrheit geführt; so wurde er, — der begeistertste Anhänger der alten speculativen Methode, zugleich der Begründer der modernen experimentellen Forschungsweise. — Wenn er an seinen Idealen mit der ganzen Innigkeit des deutschen Herzens bis zu Ende festhält und nun in seinem letzten Werke, der „Harmonice mundi“ dem kühnen Bau, dessen Grundstein einst Pythagoras gelegt hatte, den Schlußstein einfügt, indem er sein bekanntes „Drittes Gesetz“ triumphirend als den Träger des durch zwei Jahrtausende hindurch gesuchten harmonischen Weltgesetzes verkündet: so legt er eben mit diesem Schlußstein zugleich den Grundstein zu dem neuen

Gebäude der modernen Weltbetrachtung. Denn jenes dritte Keppler'sche Gesetz schließt das Princip des Newton'schen Anziehungsgesetzes in sich, auf welches sofort Newton den stolzen Bau seiner himmlischen Mechanik gründete.*) In der letzteren feierte die exacte Forschung ihren höchsten Triumph, und fortan ist diese es, welche die moderne Wissenschaft voll und ausschließlich beherrscht. —

Es ist für unsere weiteren Betrachtungen von größter Wichtigkeit, daß wir uns das Wesen dieser modernen experimentellen Forschungsmethode zu recht klarem Verständniß bringen.

Der Laie ist nicht selten geneigt zu glauben, der Mathematiker „beweise“ die Naturgesetze durch seine untrügliche Rechnung.

Gegen diese Ansicht ist vor Allem zu bemerken: die Mathematik kann nicht aus Nichts — Etwas machen; sie kann nur von gegebenen Voraussetzungen ausgehen, auf denen sie dann mittelst fortgesetzter Umformungen ihre logischen Schlußfolgerungen aufbaut. Das Resultat dieser Schlußfolgerungen enthält aber genau dasselbe Quantum von positiven Thatfachen, das schon in der Voraussetzung enthalten war; es giebt diese Thatfachen nur in anderer Form, in anderem Ausdruck wieder. Nicht ein Minimum mehr, als zu Anfang in die Rechnung hineingetragen wurde, kann wieder von ihr zurückgefordert werden; das Zurückgegebene ist nur qualitativ, nicht quantitativ von dem Hineingetragenen verschieden.

Wenn sich daher die Naturforschung der Mathematik bedient, so kann sie von derselben nimmermehr verlangen, daß sie ihre Gesetze a priori beweise, sondern nur, daß sie die experimentellen Erfahrungsthatfachen qualitativ umforme. — Und nun besteht das Wesen der modernen Forschung darin, daß für eine größere Summe von Erscheinungsthatfachen eine allen gemeinschaftliche Form des mathematischen Ausdrucks gesucht wird. Mit andern Worten: man sucht eine größere Mannigfaltigkeit von empirischen Thatfachen auf einzelne Principien zurückzuführen, als deren mathematische Umformungen oder logische Folgerungen die Thatfachen sich mit strenger Nothwendigkeit erweisen. Dabei ist es vollkommen gleichgiltig, ob jene Principien dem Vorstellungsvermögen mehr oder weniger plausibel erscheinen, „sufficit hoc unum, si calculum observationibus congruentem exhibeant“ (Copernicus).

Je größer aber die Anzahl der Erscheinungsthatfachen ist, welche sich auf das nämliche Princip zurückführen lassen, um so mehr werden wir die Berechtigung haben, von dem Princip aus umgekehrt den Schluß auf das muthmaßliche Eintreten von neuen Erscheinungen zu machen; mit andern Worten: um so mehr wird das Princip das Recht auf den Namen eines „allgemeinen Naturgesetzes“ beanspruchen können.

Die schönste Illustration für das Gesagte bietet eben die Astronomie, die „Königin der Wissenschaften“. Die That Keppler's bestand darin, daß er die unendliche Mannigfaltigkeit der astronomischen Beobachtungsthatfachen zurückführte auf drei Principien, nämlich auf seine berühmten drei Gesetze. Die That Newton's bestand sodann darin, daß er die drei Keppler'schen Gesetze noch weiter zurückführte

*) Vergl. hierüber Förster, Joh. Keppler und die Harmonie der Sphären. In Förster's „Sammlung wissenschaftlicher Vorträge.“ Berlin 1876.

auf die zwei einfachen Principien des Galilei'schen „Trägheitsgesetzes“ und des Newton'schen „Anziehungsgesetzes.“ — Wenn dann nachträglich von diesen zwei Principien aus umgekehrt auf das Eintreten neuer Erscheinungen geschlossen wurde, ja, wenn sich die Kühnheit solcher Schlußfolgerung bis zur theoretischen Construction von neuen, bisher unbekanntem Weltkörpern steigerte (Neptun-Leverrier): so hat bis jetzt das wirkliche Eintreten einer jeden solcher vorhergesagten Erscheinung die Allgemeingiltigkeit jener Principien aufs Glänzendste bestätigt.

Als unrichtig werden sich dieselben nie erweisen. Denn sie repräsentiren ja nur eine Darstellung der positiven Beobachtungsthaten in abgeleiteter, aber mit den Thaten äquivalenter Form. Es kann sich nur der Kreis der Erscheinungen, innerhalb dessen sie Giltigkeit besitzen, enger oder weiter schließen.

Dafs die Galilei-Newton'schen Principien nicht die allgemeinsten Naturgesetze darstellen, sondern dafs sie zusammen mit andern in den übrigen naturwissenschaftlichen Gebieten giltigen Gesetzen sich auf noch allgemeinere Grundprincipien zurückführen lassen werden, ist nicht bloß möglich, sondern es weisen bei dem heutigen Stande der Wissenschaft sogar alle Anzeichen darauf hin. — —

Kehren wir nunmehr wieder zu unsrem eigentlichen Thema zurück, so scheint es freilich beim ersten Anblick, als ob zwischen dem strengen, nüchternen Ernst dieser modernen Forschungsmethode einerseits und dem poetischen Schwung der Phantasie, wie er sich in den Werken der Kunst ausspricht, andererseits — kaum eine Gemeinschaft sich werde herstellen lassen. Es scheint, als ob in der modernen Wissenschaft die Beziehungen zwischen Mathematik und Kunst abgebrochen seien und als ob die „Descriptive Geometrie“, welcher die Pflege dieser Beziehungen vorzugsweise obliegt,*) kein Bindeglied mehr, sondern nur ein Streitobject zwischen beiden bilde.

In der That liegen die Verhältnisse bei dem gegenwärtigen Stand der Dinge nicht viel anders. Die descriptive Geometrie hat sich mehr und mehr auf die reine Mathematik zurückgezogen, die ihr gerade in jüngster Zeit ungleich günstigere Chancen bot als die Kunst, auf deren unsicherem Boden es ihr nicht gelingen wollte, festen Fuß zu fassen. Und fragen wir, welche mathematischen Elemente in der Kunstwissenschaft heute noch unbestrittene Giltigkeit haben, so schrumpft deren Zahl auf ein Minimum zusammen. Selbst die scheinbar so festen Stützen der geometrischen Perspective wurden jüngst für morsch erklärt. Längst schon galt es unter den Künstlern als ausgemacht, dafs die Centralperspective auf menschliche Figuren nicht in gleicher Weise anwendbar sei als auf architektonische Objecte; wie denn z. B. Raphael die Figurengruppen, mit denen er seine centralperspectivischen Innenräume belebte, stets in parallelperspectivischer, gerader Ansicht bildete. — Hat schon durch diesen inneren Widerspruch die Autorität der Perspective einen bedenklichen Stofs erlitten, so wurde gar in jüngster Zeit die Behauptung offen ausgesprochen,

*) Dabei ist der Begriff „Descriptive Geometrie“ im weitesten Sinne des Wortes zu verstehen. Ihre Aufgabe, die Vermittlerin zwischen Mathematik und bildender Kunst zu sein, mag geradezu als Definition des Begriffs dienen.

dafs dem seitherigen System der geometrischen Perspective eine aprioristische Berechtigung nicht zuerkannt werden könne. *)

Was hält da noch fest? Wie wird sich die Mathematik gegen den Vorwurf vertheidigen, den ihr die zürnende Kunst ins Antlitz schleudert: „Belogen und betrogen hat mich Dein falscher Mund!“? — —

Meine Herrn! Sie wird keinen Versuch machen, sich zu vertheidigen. Sie wird vielmehr glücklich sein, wenn auf die lange schwüle Zeit des Mißverständnisses endlich ein reinigender Gewittersturm losbricht, der das Dürre und Tode herabschlägt, so dafs, wenn nun der Sonnenschein der Versöhnung folgt, die frischen und gesunden Keime Raum haben, sich zu entfalten. —

Worin aber, fragen wir, beruhte denn das Mißverständnis, welches uns einen sicheren Boden für die Beziehungen zwischen Mathematik und Kunst bisher nicht hatte finden lassen?

Unsere vorangegangenen Betrachtungen über das Wesen der exacten Forschungsmethode geben uns darauf die Antwort.

Es liegt in der Natur der Sache, dafs die mathematische Kunstbetrachtung nur zu leicht geneigt ist, mit vorgefaßten Meinungen auf speculativem Wege an die Lösung der Probleme heranzutreten. Kunstgesetze lassen sich aber ebenso wenig a priori „ausrechnen“ wie Naturgesetze. Auch für die kunstwissenschaftliche Forschung, wie überhaupt für jede wissenschaftliche Forschung gilt der allgemeine Grundsatz, dafs man nimmermehr mit der dogmatischen Feststellung der Begriffe und Axiome beginnen darf, dafs vielmehr die Grundprincipien sich erst als das Resultat der ganzen Untersuchung ergeben können. Auch in der Kunstwissenschaft stehen die allgemeinen Gesetze nicht a priori fest, sie können vielmehr nur an ihren Aeußerungen in den Kunst-Erscheinungen erkannt werden.

Als die pythagoräisch-platonische Weltanschauung der Kepler-Newton'schen das Feld räumen mußte, da wurde der mathematischen Kunstbetrachtung der alte Boden unter den Füßen weggezogen, und auf dem neuen Boden fand sie keinen Punkt, auf dem sie wieder festen Fuß hätte fassen können. Empirische Thaten, deren Vorhandensein für die exacte Forschungsmethode die unerläßliche Vorbedingung ist, waren auf dem Gebiete der Kunst nicht gegeben oder wenigstens nicht gekannt. — Erst jetzt, nachdem der unermüdete Fleiß der Kunsthistoriker ein reiches Material von Beobachtungsthaten gesammelt, geordnet, gesichtet und zur weiteren Verarbeitung vorbereitet hat, erst jetzt ist es möglich, dafs auch in der Kunstwissenschaft die Grundsätze der modernen experimentellen Forschung practische Anwendung finden können, um die Principien, die der divinatorische Instinkt des künstlerischen Genius bewußt oder unbewußt befolgte, aus seinen wohlgeprüften Werken zu erkennen und in Gesetze zu formuliren. Erst jetzt ist wieder ein Boden für nähere Beziehungen zwischen Mathematik und Kunst gewonnen. —

*) Vergl. Hauck, Die subjective Perspective und die horizontalen Curvaturen des dorischen Stils. Stuttgart, Verlag v. C. Wittwer. 1879. — Die Frage, in wie weit jene Behauptung gerechtfertigt ist, mag immerhin verschiedene Beurtheilung finden. Hier genügt die Thaten, dafs ein solcher Angriff überhaupt gewagt werden konnte.

Kaum dürfte es nothwendig sein, den Satz noch ausdrücklich zu begründen, daß die Gesamtheit der Schöpfungen des künstlerischen Genius eine Summe von Thatsachen vorstellt, an die wir berechtigt sind, die nämlichen Werkzeuge der Forschung anzulegen, wie an die Werke der Schöpfung, die aus der Hand der Gottheit kommt.

Spiegelt doch das Werk des im Liebesaufschwung der Begeisterung der Stimme göttlicher Inspiration folgenden Künstlers dasselbe göttliche Ideal wieder, als dessen Abglanz und Offenbarung wir die Natur mit ihren Schönheitswundern erkennen. Oder — um ein Wort unsres Schinkel zu citiren — hat doch die Kunst „den Beruf, die innere, sichtbar gewordene Vernunft der Natur weiter zu bilden.“

Auch der Begründer der modernen Weltanschauung, Newton, bewundert den „sinnvoll schönen Zusammenhang der Naturordnung“ als die Quelle des reinsten ästhetischen Genusses. Und wenn nun einerseits die natürliche Schöpfung uns als ein ideales Kunstwerk erscheint, und andererseits die Werke der Kunst die in der Natur verkörperte göttliche Vernunft wiederspiegeln: so werden die Bildungsgesetze, in welchen jene Vernunft zum Ausdruck gelangt, im einen wie im andern Fall auf die nämliche Weise sich dem forschenden Menschengenoste erschließen müssen. —

Um das Gesagte sofort an einem Beispiele zu erläutern, so löst sich von diesem neuen Standpunkte aus die vorhin berührte Frage der Berechtigung der geometrischen Perspective auf sehr einfache Weise.

Die Mathematik als solche hat nicht „gelogen“, sie kann nicht lügen. Die Täuschung ist vielmehr auf folgenden Punkt zurückzuführen:

Die Mathematik construirt eine ganze Reihe von Systemen der bildlichen Darstellung. So viele kartographische Systeme existiren, nach denen die Erdkugel abgebildet werden kann, so viele perspectivische Systeme lassen sich aufstellen. Von rein mathematischem Gesichtspunkte aus wohnt allen diesen verschiedenen Systemen genau die nämliche Wahrheit und die nämliche Berechtigung inne.

Wenn aber nun die Speculation aus all' diesen Systemen ein einziges herausgegriffen und dessen monopolistisches Anrecht auf die Anwendung in der Kunst a priori als dogmatisches Axiom aufgestellt hat, so ist dies von wissenschaftlichem Standpunkte aus als ein Willkühr-Verfahren zu bezeichnen, welchem an und für sich jede Berechtigung abzuspochen ist, und welches, wenn es von Seiten der Mathematik aus erfolgen sollte, als eine unerlaubte Ueberschreitung ihrer Befugnisse gerügt werden müßte. — Ganz ebenso in der Sculptur. Es ist als eine Ueberschreitung ihrer Befugnisse zu bezeichnen, wenn die Mathematik — wie es in der That ab und zu geschieht, — sich unterfängt, die sogenannte geometrische Reliefperspective als die einzig mögliche Form der reliefistischen Darstellung zu privilegiren und sich darob zu echauffiren, daß gerade der bedeutendste Reliefistiker, Thorwaldsen, sich am wenigsten an dieselbe kehrte. — Die Frage nach demjenigen System oder denjenigen Systemen der Darstellung, welche in der Kunst zur Anwendung gebracht werden dürfen, kann vielmehr nur dadurch erledigt werden, daß die Werke der ersten Meister der Malerei und Sculptur auf ihr Zusammenreffen mit den verschiedenen möglichen mathematischen Systemen geprüft werden und daß dann aus dieser Ver-

gleichung das Urtheil über die Verwendbarkeit derselben mit Bezugnahme auf die äußeren Verhältnisse und Besonderheiten der einzelnen Fälle gewonnen wird.

Man könnte zwar einwerfen, es müsse bei der Beantwortung solcher Fragen doch vor Allem die Physiologie der Sinnesempfindungen ein Wort mitzusprechen haben.

Dies ist allerdings vollauf zu bestätigen. Es wird jede Untersuchung, die sich mit den Methoden bildnerischer Darstellung befaßt, von physiologischen Erwägungen ihren Ausgangspunkt nehmen müssen. Allein abgesehen davon, daß wir bei bloßer Rücksichtnahme auf den äußeren Sinnesindruck Gefahr laufen, in das bedenkliche Fahrwasser eines seichten Realismus zu gerathen, liefert die Unzahl von verunglückten optisch-ästhetischen Theorien, welche auf diesem Wege schon zu Tage gefördert worden sind, den schlagenden Beweis dafür, daß die Physiologie für sich allein nicht im Stande ist, uns über das Geheimniß der ästhetischen Wirkung einer bildnerischen Darstellung Aufschluß zu ertheilen.

Es rührt dies eben daher, daß innerhalb der reinen physiologischen Thatsachen noch ein unendlich weiter Spielraum für das künstlerische Geschmacksurtheil offen bleibt. Es darf sich eine Darstellungsmethode allerdings nicht im Widerspruche mit allgemeinen physiologischen Wahrheiten befinden; allein nicht jede Methode, die dieser Grundbedingung genügt, kann damit schon den Anspruch auf ästhetische Wirkung und künstlerische Annehmbarkeit erheben. Es kommt eben in der Kunst eine höhere Physiologie in Betracht, in welcher neben den anatomisch-physiologischen Gesetzen auch noch psychologische Momente als bestimmend für die ästhetische Wirkung mit in Rechnung gezogen werden. Und gerade auf dem Gebiete dieser höheren Physiologie ist nun das kritische Urtheil des gebildeten Künstlers, wie sich dasselbe in klarer und bestimmter Weise in seinen Werken ausspricht, ein Factor von ausschlaggebendem Gewichte. Es können in diesem Sinne die ausgewählten Meisterwerke der Kunst geradezu als eine Summe der vorzüglichsten physiologischen Beobachtungsthatfachen angesehen werden. Helmholtz sagt in dieser Beziehung:

„Wir müssen die Künstler als Individuen betrachten, deren Beobachtung sinnlicher Eindrücke vorzugsweise fein und genau, deren Gedächtniß für die Bewahrung der Erinnerungsbilder solcher Eindrücke vorzugsweise treu ist. Was die in dieser Hinsicht bestbegabten Männer in langer Ueberlieferung und durch zahllose, nach allen Richtungen hingewendete Versuche an Mitteln und Methoden der Darstellung gefunden haben, bildet eine Reihe wichtiger und bedeutamer Thatsachen, welche der Physiolog, der hier vom Künstler zu lernen hat, nicht vernachlässigen darf.“

So werden wir denn gerade von physiologischem Gesichtspunkte aus auf eine neue Bestätigung der Richtigkeit unsres Principes geleitet. Alles weist uns auf den einzig sicheren Weg der exacten experimentellen Forschungsmethode hin. —

Und wie in der Malerei und Sculptur —, so ist es auch in der Baukunst. — Sehen wir von den unerbittlichen absoluten Gesetzen der Statik und Festigkeitslehre ab, welche keinerlei Beeinflussung durch den künstlerischen Geschmack gestatten, sondern umgekehrt von sich aus eine Einwirkung auf das ästhetische Bewußtsein ausüben: so handelt es sich

in der Baukunst vor Allem um die Gesetze, nach welchen sich „Begriff, Zweck und statische Function“ der einzelnen Structurtheile eines Bauwerkes in die Sprache der geometrischen Formen übertragen, und ferner um die Gesetze der Eurythmie und Symmetrie*), das heißt um die Principien, nach welchen jene geometrischen Form-Elemente zu einer rythmisch gegliederten und in schönem Gleichmaafs geordneten Gesamtheit zu combiniren sind, um in ihrer lebendigen Wechselwirkung einen einheitlichen, harmonisch zusammenstimmenden Organismus vorzustellen, in welchem „Alles sich zum Ganzen webt, eins in dem andern wirkt und lebt“.

Und nun möchte ich fragen: Ist es nicht gerade — Schinkel, der uns für die Aufgabe, diese Gesetze festzustellen, den Weg der empirischen Forschung gewiesen hat? Sagt er doch in der Vorrede zu dem von ihm projectirten architektonischen Lehrbuche klar und deutlich:

„Nachdem im Verlauf der Zeiten für das Wesen der Architektur — durch das Bestreben der würdigsten Männer auf dem Wege geschichtlicher Forschung, auf dem Wege der genauesten Messung architektonischer Monumente aller Zeiten, endlich durch vielfältige Bearbeitung der einzelnen Constructionen in ganzen Werken der Baukunst in empirischer Weise und durch veranstaltete Sammlungen von Darstellungen solcher Gegenstände — der ganze Umfang der Baukunst, wie sie sich bis auf unsern Tag herab gestaltet hat, zur übersichtlichen Anschauung vor uns ausgebreitet und dargelegt worden ist: dürfte es vielleicht kein ganz vergebliches Bemühen sein, den Versuch zu machen, in der Mannigfaltigkeit der Erscheinungen dieser vielfältig und verschiedenartig behandelten Kunst, besonders was den Stil betrifft, die Gesetze festzustellen, nach welchen die Formen und die Verhältnisse, die sich im Verlauf der Entwicklung dieser Kunst gestalteten, und außerdem jedes nothwendig werdende Neue in dieser Beziehung bei den vorkommenden Aufgaben der Zeit eine vernunftgemäße Anwendung finden können.“

Ist in diesen Worten nicht eben die empirisch-exacte Methode klar und deutlich als das Grundprincip Schinkel'scher Kunstforschung ausgesprochen? —

Kaum wird es nothwendig sein, noch ausdrücklich darauf hinzuweisen, daß es das nämliche Princip ist, das in den Schwesterkünsten der Poesie und Musik längst unbestrittene Anerkennung gefunden hat.

Wo hat es je ein Theoretiker wagen dürfen, ein aprioristisch aufgestelltes Gesetz der Metrik oder des Generalbasses dem selbstschaffenden Genius aufzueroctroiren? — Metrik und Generalbass sind vielmehr nichts, als der Inbegriff der Gesetze, die aus den ursprünglichen Schöpfungen des Genius nachträglich abstrahirt und formulirt worden sind. — Als Beethoven einmal von seinem Verleger auf einen angeblichen Schreibfehler in seinem Manuscripte, der einem Verstosse gegen den Generalbass gleichkommen sollte, aufmerksam gemacht wurde, erwiderte er die stolzen Worte: „Meine Noten bestimmen den Generalbass!“ —

Die Nothwendigkeit einer empirischen Kunstbetrachtung ist denn auch in der That den Kunstgelehrten längst zum

*) „Symmetrie“ ist hier im antiken Sinne des Wortes zu verstehen. (Vergl. Vitruv I. 2: „Symmetria est ex ipsius operis membris conveniens consensus, ex partibusque separatis ad universae figurae speciem ratae partis responsus.“)

Bewußtsein gekommen. Heute sind „Aesthetiker“ und „Kunsthistoriker“ fast identische Begriffe. Mit rastlosem Eifer werden die Thatsachen gesammelt, geprüft, geordnet, systematisirt, analogisirt. — Man hat erkannt, daß in aller Mannigfaltigkeit der Erscheinungen doch gemeinsame Bildungsgesetze walten, daß auch in der Kunst Freiheit und Nothwendigkeit vereinigt sind. Man hat begonnen, die in den gemeinsamen Gestaltungsmomenten zum Ausdruck gelangende Nothwendigkeit von der durch die künstlerische Individualität bedingten Freiheit zu trennen und die Wechselwirkung beider zu beobachten. Trotz ihrer Jugend hat diese „practische Aesthetik“ schon die schönsten Triumphe der Erkenntniß aufzuweisen.

Mehr und mehr macht sich ihr aber das Bedürfnis fühlbar, die übrigen Gebiete des Wissens mit ins Interesse zu ziehen, und hier ist es denn vor Allem die Mathematik, deren Mithilfe sie schlechterdings nicht entbehren kann.

Aus dem Zusammenwirken beider Wissenschaften, aus der innigen Verschmelzung der ihnen charakteristischen Operationsmethoden läßt sich tausendfältige Frucht der Erkenntniß erhoffen. Und sicher wird auf diesem Wege Vieles, was heute noch außerhalb unsres Gesichtskreises liegt, früher oder später in den Bereich unsres Wissens fallen. —

Zu einem erspriesslichen Zusammenwirken ist aber freilich die Erfüllung einer Vorbedingung unerläßlich:

„Wir müssen uns vor Allem gegenseitig besser kennen und verstehen lernen!“

Wohl kann und soll man in unsrer Zeit der Theilung der Arbeit von dem Vertreter einer Wissenschaft nicht verlangen, daß er gleichzeitig noch auf einem zweiten Gebiete thätig sei. Die wirkliche Vertiefung in ein engeres Gebiet der Forschung erfordert schon den ganzen Mann. Und nur zu häufig verbirgt sich hinter der scheinbaren Vielseitigkeit der schlimmste Feind der Wissenschaft: die dilettantisch-oberflächliche Vielwisserei. — Allein doch bleibt der Ausspruch Schiller's ewig wahr, daß die einseitige gymnastische Uebung einzelner Körperteile zwar athletische Virtuositäten züchtet, daß aber nur im freien und gleichförmigen Spiel der Glieder sich die Schönheit ausbildet. In gleicher Weise muß auch der Vertreter einer Specialwissenschaft sich stets bewußt bleiben, daß er nur ein Glied des Ganzen ist und daß das Ganze nur in dem harmonischen Zusammenwirken aller seiner Glieder gedeihen kann. Sobald er aber das im Auge behält, wird er den übrigen Gliedern wenigstens sein Interesse nicht versagen dürfen.

Jede Specialwissenschaft hat das Recht, von den Vertretern einer andern Specialwissenschaft — zwar nicht ein Hinübergreifen in ihr Gebiet, wohl aber ein Interesse und vor Allem die gebührende Achtung vor ihrem Ziel und Streben zu verlangen.

In dieser Beziehung kann ich nun leider die Thatsache nicht verschweigen, daß zwischen den Vertretern der Mathematik und der Kunst vielfach nicht diejenige Fühlung und das gegenseitige Interesse und Wohlwollen vorhanden ist, wie es zu wünschen wäre. Sie stehen sich nicht bloß kühl und fremd, sondern meist antipathisch, ja sogar mit einem gewissen Mißtrauen gegenüber.

Der Jünger der Kunst hüllt sich so gerne in seinen aristokratischen Künstlermantel und sieht mit souveränem Mitleid auf den Mathematiker herab als auf den kalten Pedanten, den trockenen Zahlenmenschen, „das Thier auf dürrer Heide, von einem bösen Geist im Kreis herumgeführt, und rings umher liegt schöne grüne Weide.“

Der Mathematiker andererseits, dem die Strenge und Exactheit seiner Wissenschaft in Fleisch und Blut übergegangen ist, drapirt sich so gerne mit dem Talare schulmeisterlicher Unfehlbarkeit und sieht auf den Künstler als einen in der Verstandesbildung tief unter ihm stehenden Menschen herab; er moquirt sich über die speculativen Combinationen des Kunstgelehrten, bei denen der poetische Instinkt so häufig den Leitstern bildet und bilden muß, und macht ihnen den Vorwurf schönrednerischer Hohlheit oder chimärischer Schwärmerei. Nur zu oft macht sich jene pedantische Beschränktheit geltend, welche „die Regeln des eigenen Geschäftes jedem Geschäfte ohne Unterschied anpassen“ will. Es ist so rasch der Eine mit dem Urtheil über den Andern fertig, und nur zu leicht wird vergessen, daß Jeder — wenn auch in verschiedener Weise — doch der nämlichen reinen Schönheit der Erkenntniß dient. —

Beim Lichte betrachtet ist die geistige Thätigkeit des Einen keineswegs so sehr verschieden von derjenigen des Andern.

Der Mathematiker einerseits kann die Hilfe der Combinationsgabe einer poetischen Phantasie eben so wenig entbehren, als andererseits der Kunstgelehrte für die Resultate seiner speculativen Conjecturen den Anspruch auf Beweiskraft erheben kann, wenn dieselben nicht die nachträgliche mathematische Probe auf ihre Uebereinstimmung mit den Thatsachen bestehen.

Die versuchsweise Speculation einer kühnen, wahrheitsahnenden Phantasie bildet für den Mathematiker die Sondirruthe des Eclaircisseurs, der die Furthen des Stromes entdeckt, die dann von der exacten Forschung mit dem Senkblei des Experimentes untersucht werden, bis die richtige Stelle gefunden ist, über welche schließlic die Mathematik die Brücke der Erkenntniß schlägt. — Nie dürfen wir vergessen, daß Keppler durch keine andere Geistesthätigkeit als eben durch seine künstlerisch-divinatorischen Speculationen zu der großen Entdeckung seines „dritten Gesetzes“ gelangen konnte.

Auf der andern Seite aber wollen wir auch stets im Auge behalten, daß es unsrem Schinkel niemals möglich gewesen wäre, seine große That zu vollbringen und die Kunstsprache längst entschwundener Zeiten in das Denken und Fühlen der modernen Zeit zu übersetzen, wenn er nicht zuvor die Form-Elemente derselben mit der Schärfe des mathematischen Secirmessers zergliedert hätte.

Ihr Künstler und Kunstgelehrten! betrachtet Ihr unsern Keppler als einen der Eurigen, und wir Mathematiker wollen Euren Schinkel als einen der Unsrigen betrachten, — dann werden wir uns verstehen! —

Eben diese zwei Seiten der Beziehung zwischen Mathematik und Kunst, die wir in jenen zwei Geistesheroen in so charakteristischer Weise verkörpert sehen, — wie schön und sinnig bringt sie Schinkel selbst zum Ausdruck, wenn er in seinem herrlichen Farbengedichte in der Vorhalle seines Museums den Genius der Mathematik, der das Senkblei der

messenden Forschung in die Tiefe senkt, dem trauten Vereine der Musen gesellt, von denen die eine seinem Werke mit sinnendem Blicke folgt, die andere die segnende Hand über ihn breitet. — —

Es ist jedoch noch ein weiteres künstlerisches Element in dem Wesen der Mathematik hervorzuheben, das vielleicht in noch höherem Maasse geeignet sein dürfte, einen Vereinigungspunkt zwischen ihr und der Kunst zu bilden.

Wie gerne möchte ich Euch, Ihr Künstler, einen Einblick in das Innerste unsrer mathematischen Werkstätte ermöglichen! Ihr würdet gewahr werden, daß es darinnen keineswegs so kalt und öde ist, als Ihr vielleicht glaubt. Ihr würdet darinnen das Geisteswehen einer Poesie verspüren, deren Reinheit und Erhabenheit der eurigen geistesverwandt ist.

In der That! Wenn es wahr ist, daß das Wesen des reinen ästhetischen Wohlgefallens darin begründet ist, daß innere Ideale des Geistes ihre verklärenden und belebenden Strahlen auf die todte Form des Angeschauten werfen — : schwelgt dann der Mathematiker nicht beständig im reichsten Genusse reiner ästhetischer Freuden? Wo kommt das Princip der Belebung der Form durch den Inhalt der Vorstellungen reiner und geistiger zum Ausdruck als in der Formelsymbolik der Mathematik?

Der Laie sieht in den abc und xyz der mathematischen Formel freilich nichts als unverständliche Zeichen, denen er gegenübersteht wie der Muselman der hellenischen Kunstwelt. Dem Mathematiker aber ist jeder Buchstabe ein Symbol, jede Formel der Ausdruck einer Idee.

Seiner Formeln künstliche Gefüge zeigen ihm, wie in melodisch reichem Fluß des Reizes Linien sich winden, wie der Curven Netze sich verschlingen, wie der Flächen Wölbungen sich dehnen; und der leere Raum belebt sich ihm zu einer Welt voll Schönheit und Entzücken.

In dem schlichten Kleide seiner Buchstabensymbole sieht sein Seher-Auge — jetzt: die in geometrisch strammer Ordnung gelagerten Massentome, — jetzt: das fröhliche Getümmel der von Helios begeisterten, in muntrem Reigentanz sich schwingenden Aethermoleküle, — jetzt: die gewalt'gen Welten, die in stolzer Majestät ihre sicheren Bahnen durch das Weltall wandeln.

Und wenn dann seine Symbole sich zu schön gegliederten Complexen gruppieren, zwischen denen er unerwartete tiefe Beziehungen und Verbindungen wahrnimmt, so sieht er in diesen Verbindungen den Abglanz der erhabenen Gesetzlichkeit und Harmonie, welche allwaltend das Universum durchdringt und in der Fluth der wechselnden Erscheinungen Ordnung und Einheit schafft. Ein Blatt voll Formeln wird ihm zum Gemälde, welches das großartige Gesetz der Erhaltung der Energie des Weltalls seinem staunenden Blicke entschleiert.

So hebt er sich an der Hand seiner Formelsymbolik auf den Schwingen der Phantasie empor — bis zu jenen Höhen, wo ihn die überirdische Gewalt jenes stillen sanften Sausens erfafst, in dem sich seiner ahnenden Seele die Nähe des Weltgeistes offenbart, — zu jenen Höhen, wo der strahlende Schein der Erkenntniß der göttlichen Weltordnung erwärmend und erquickend in sein Herze fällt, wo er den geheimnißvollen Kreislauf des Beginns und Zerrinnens, des Entstehens und Vergehens als die Bethätigungen der ewigen allwirkenden Kräfte und Gesetze erkennt, die von des

Schöpfers Hand als formbildende und lebengebende Principien in die todte Materie gelegt worden sind, und er „erschaut in reinen Zügen die wirkende Natur vor seiner Seele liegen“. — Und eben dort in jenen Höhen, wo sich der Forscher Klarheit schafft über die weitesten und höchsten Fragen, wo er sich seiner Menschenwürde voll bewußt wird und Stellung nimmt zu den hohen Aufgaben und Pflichten, deren Verwirklichung den Zweck menschlichen Daseins und das Ziel seines Ringens und Strebens bildet, — eben dort begegnet er dem Künstler, der — getragen von den Sehnsuchtschwingen heiliger Begeisterung für das ewig Wahre und Gute und Schöne — derselben Quelle reiner Erkenntniß, demselben „Strahlensitz der höchsten Schöne“ zustrebt. Dort tauschen sie den Bruderkuß, und — Hand in Hand und Herz in Herz — schwelgen sie im Anschauen des reinen Lichtquells ewiger Wahrheit und Schönheit. —

Und wenn dann jeder von ihnen wieder herabsteigt in die Wirklichkeit des täglichen Lebens und der practischen Berufstätigkeit, so wird die Erinnerung an die gemeinsam verlebte selige Stunde ihrem Werke eine höhere Weihe geben; sie wird sie vor Engherzigkeit und egoistischer Einseitigkeit bewahren und ihren Blick ungetrübt auf das große Ganze gerichtet erhalten. Und ist ihnen das schöne Loos zu Theil geworden, einen Einfluß auf die Erziehung der heranwachsenden Jugend zu haben, so wird sie derjenige Geist beseelen, der es allein ermöglicht, die Ausbildung des jugendlichen Verstandes und Gemüthes in harmonischen Einklang zu bringen.

Ja! meine Herren! gestatten Sie mir, schließlic noch diesen Punkt zu berühren. Die Gedanken, denen wir im Vorangehenden Ausdruck verliehen haben, hängen zu innig mit den brennenden Fragen des Erziehungs- und Unterrichtswesens zusammen, als daß es mir möglich wäre, hierüber mit Stillschweigen hinwegzugehen. — Sie, meine Herren, haben am Erziehungswesen stets ein warmes Interesse bethätigt. Ich weiß, daß ich bei Ihnen ein offenes Ohr und offenes Herz finde.

In dem Getriebe des geschäftlichen Lebens, wo jeder nur ein Rad in der großen Maschine ist, mag die Theilung der Arbeit eine Forderung unabänderlicher Nothwendigkeit sein; es mag ferner im Unterrichtswesen die Trennung in Fachabtheilungen schon aus Verwaltungsrücksichten nothwendig geboten sein. Aber hüten wir uns, daß wir diese äußerliche Trennung nicht auf den inneren Organismus des Unterrichts übertragen! Hier wirkt die Einseitigkeit als Gift; und das Specialistenthum, das bei der nächtlichen Lampe ein Segen ist, wird auf dem Katheder zum Fluche, aus dessen unheilvoller Saat so gar leicht nur geistlose Routine und pedantischer Formalismus erwächst. — Jeder sei vielmehr vom Geiste des Ganzen ergriffen, um seine Specialwissenschaft als ein organisches Glied des Ganzen zu begreifen. Nur in der klaren Erkenntniß der Gesamtaufgabe, nur in einem bewußten einheitlichen Zusammenwirken aller Kräfte läßt sich das hohe Ziel erreichen, der Jugend denjenigen Fonds von Verstandes- und Herzensbildung zuzuwenden, der sie befähigt, die practischen Bedürfnisse der Zeit mit dem idealen Streben des nach Erkenntniß ringenden Geistes zu vereinigen, — das hohe Ziel, das nach Schinkel's Definition darin besteht, Mitarbeiter an der heiligen Aufgabe der sittlichen Vervollkommnung des menschlichen Geschlechtes zu erziehen. —

Fassen wir unsre Aufgabe in diesem Sinne, so erscheint manche Frage in anderem Lichte, und die Möglichkeit ihrer Lösung wird uns näher gerückt.

Ich will den Streit zwischen humanistischer und realistischer Bildung hier nicht heraufbeschwören. Aber meiner Ueberzeugung darf ich wohl Ausdruck verleihen, daß die mögliche Ausgleichung auch dieses Gegensatzes nicht in unerreichbarer Ferne liegt.

Wenn wir einerseits unser Augenmerk auf eine solche Ausbildung des jugendlichen Geistes richten müssen, welche in gleicher Weise die Kraft des mathematischen Denkens schärft und den Sinn für das Ideale weckt, so daß die Erziehung von Verstand und Gemüth in ein harmonisches Gleichgewicht gebracht wird, — wenn wir aber andererseits in unsren vorangegangenen Betrachtungen gesehen haben, wie ein solcher harmonischer Einklang zwischen Verstandes- und Herzensbildung in den beiden Repräsentanten modernen Geisteslebens, Schinkel und Keppler, nach zwei verschiedenen Richtungen hin entwickelt erscheint: so dürfte sich hieraus ergeben, daß sich das Ziel wohl auf doppelte Weise erreichen lassen wird. Die Vergeistigung mathematischen Ernstes mit künstlerischer Poesie, die Vermählung deutscher Geistesvertiefung mit hellenischem Idealismus wird sich ermöglichen lassen entweder dadurch, daß wir von der classischen Bildung ausgehen und diese mit den Elementen der modernen exacten Wissenschaften innerlich durchtränken, oder dadurch, daß wir die realistische Bildung als Fundament wählen und ihr durch den Geist antiker Kunst und Poesie eine ideale Richtung geben. *) —

In beiden Fällen erscheint unser heutiges Unterrichtswesen einer Reorganisation bedürftig.

Eine solche aber wird nur dann zu einem erfreulichen Ziele gelangen, wenn wir die alten Gegensätze zwischen sogenannter classischer und sogenannter moderner Bildung fallen lassen und uns auf einen neuen Boden stellen.

Und hier ist es nun wieder Schinkel, der uns diesen neuen Boden vorgezeigt und geebnet hat.

Meine Herrn! Auch in dieser Frage muß und wird die große Idee der hellenischen Renaissance ihre schöpferische Kraft bewähren.

Schiller sagt in seinen Briefen über die ästhetische Erziehung des Menschen: „Der Freund der Wahrheit und Schönheit lebe mit seinem Jahrhundert, aber sei nicht sein Geschöpf“ „Eine wohlthätige Gottheit reiße den Säugling bei Zeiten von seiner Mutter Brust, nähre ihn mit der Milch eines besseren Alters und lasse ihn unter fernem griechischem Himmel zur Mündigkeit reifen. Wenn er dann Mann geworden ist, so kehre er, eine fremde Gestalt, in sein Jahrhundert zurück; aber nicht, um es mit seiner Erscheinung zu erfreuen, sondern furchtbar wie Agamemnon's Sohn, um es zu reinigen. Den Stoff zwar wird er von der Gegenwart nehmen, aber die Form von einer edleren Zeit, ja, jenseits aller Zeit, von der absoluten, unwandelbaren Einheit seines Wesens entlehnen.“

Schinkel hat dieses Dichterwort in seiner Kunst zur Wahrheit gemacht. — Wenn er aber diese That in der Art

*) Ich weise ausdrücklich darauf hin, daß die Begriffe „Latein und Griechisch lernen“ und „den idealen Geist der Hellenen in sich aufnehmen“ keineswegs identisch sind.

vollbrachte, daß er sich die Frage stellte — nicht: wie haben's die Hellenen gemacht? sondern wie würden sie's heute mit Berücksichtigung der veränderten Verhältnisse machen? —: so würde Schinkel sicherlich auch die in Rede stehende Unterrichtsfrage nicht in der Weise behandeln, wie sie in dem heutigen unerquicklichen und unfruchtbaren Parteigezänke erörtert wird. Er würde vielmehr der Frage die einfache Fassung geben:

Wie würden die Hellenen heute verfahren, wenn ihnen die Aufgabe gestellt würde, die Erziehung der Jugend den Ansprüchen der modernen Zeit zu accommodiren? —

Ich denke, daß diese Form der Fragestellung den Interessen beider Parteien in gleicher Weise gerecht würde und daß sie daher wohl den Ausgangspunkt für den Versuch einer Verständigung bilden könnte. Ich hege aber auch die feste Ueberzeugung, daß sie eine befriedigende Lösung des Problems wirklich herbeizuführen im Stande ist. —

Der gesunde Sinn des deutschen Volkes hat von demselben Gesichtspunkte aus schon schwierigere Fragen zur glücklichen Lösung gebracht.

Wenn uns die herrliche Zeit hellenischen Heldenthumes, wo Geistesmänner wie Aeschylus und Sokrates sich glücklich priesen, des Armes Kraft im Dienste des Vaterlandes erproben zu dürfen, wiedergekehrt ist durch die Wohlthat

unsrer Wehrverfassung, — wenn die gymnastische Ausbildung des hellenischen Jünglings wieder aufgelebt ist in dem Segen unsrer allgemeinen soldatischen Schulung —: Können wir das nicht auch eine glückliche Lösung moderner Bedürfnisfragen in hellenischem Geiste nennen?

Und wenn der gesunde Sinn des deutschen Volkes diese Aufgaben glücklich bewältigt hat, so müßte es doch merkwürdig zugehen, wenn er nicht auch über die noch schwebenden Fragen Herr werden sollte, sobald er sie nur im richtigen Geiste erfafst.

Schiller, Schinkel und Scharnhorst haben uns den Weg gezeigt. Folgen wir ihrer Weisung! Die Wichtigkeit der Aufgabe ist des Versuches werth. —

Bringen wir Schinkel den Tribut unsrer Dankbarkeit und Verehrung damit dar, daß wir sein großes reformatorisches Werk der hellenischen Renaissance in seinem Sinne fortführen und die Wiederbelebung hellenischen Geistes aus deutscher Kraft zur Vollendung bringen!

Heute, an seinem Feste, unter seinem Bilde, wollen wir uns das geloben und seinen Segen zu dem Werke erbitten! —

Wenn der Festesjubel verrauscht und die ernste Tagesarbeit wieder aufgenommen ist, so umschwebe uns sein Geist und erleuchte unsern Sinn, auf daß unser Werk seinem Andenken zur Ehre, dem Vaterlande zum Heil und der Menschheit zum Segen gereiche!

L i t e r a t u r .

Ueber die Bewegung des Wassers in natürlichen Wasserläufen. Eine hydraulische Studie von W. Plenkner. Leipzig. A. Felix. 1879.

Die Zahl der empirischen Formeln zur Bestimmung der mittleren Geschwindigkeit natürlicher oder künstlicher Wasserläufe ist nicht gerade gering. Daß die alte Chézy-Eytelwein'sche Gleichung in bei weitem den meisten Fällen Resultate ergibt, welche denen der directen Messung keineswegs sich anschließen, ist bekannt. Immerhin erscheint nicht zweifellos, ob manche der später aufgestellten Formeln wirklich einen so großen Gewinn an Genauigkeit ergeben, daß die mit ihrem complicirten Bau verbundene Mühe und Umständlichkeit der Berechnung aufgewogen wird. Bevor auf Grund einer rationellen Theorie, die einstweilen noch fehlt, der Weg angegeben ist, die empirischen Beobachtungen richtig abzuwägen und zweckentsprechend zu verwerthen, ist eigentlich jeder Versuch, eine neue Formel zu bilden, ein neuer Schritt im Dunkeln. Alle diese Experimente leiden an dem Uebelstand, daß sie auf Specialfällen basiren und dennoch allgemeine Gültigkeit haben sollen. In Ermangelung des Besseren muß man sich jedoch wohl oder übel mit dem weniger Guten begnügen. Ja man muß allen den Männern der Wissenschaft dankbar sein, die mit erheblichen Opfern an Zeit und Arbeit den Sisyphusversuch unternommen haben, in das Chaos Ordnung zu bringen, die uns die Möglichkeit gaben, für jeden einzelnen bestimmten Fall diejenige Gleichung auszuwählen, welche aus Beobachtungen unter ähnlichen Verhältnissen resultirt, deren Ergebnisse also die größte Wahrscheinlichkeit besitzen.

Der Verfasser erklärt, er wolle nicht eine Verbesserung der bekannten Formeln vornehmen; seine Studie verfolgt vielmehr den Zweck, zu untersuchen, inwieweit jene die Resultate der Beobachtungen wiedergeben, und wie man bei der Wahl einer Formel für einen Specialfall vorzugehen hat.

Zu diesem Zweck schildert er im ersten Abschnitt ausführlich die Art und Weise, wie er seine Beobachtungen anstellte und wie er aus denselben die mittleren Geschwindigkeiten ermittelte. Im zweiten Abschnitt folgt eine Zusammenstellung der so bestimmten mittleren Geschwindigkeiten im Vergleich mit den nach den gebräuchlichen Formeln berechneten. Der dritte Abschnitt endlich giebt an, wie deren Coefficienten geändert werden müssen, um bessere Uebereinstimmung mit den direct gefundenen Werthen zu erzielen.

Die Beobachtungen wurden an 2 Stellen der Eger, bei Warta und bei Falkenau, mit großer Sorgfalt vorgenommen. Von besonderem Interesse hierbei ist die Verwendung von schwimmenden Nivellirlatten zur nivellitischen Aufnahme des Wasserspiegels, wodurch die Fehler der Ablesung an den Pegelscalen corrigirt werden sollen. Die Geschwindigkeitsmessungen erfolgten mittelst eines von Amsler verfertigten Woltman'schen Flügels. „Jedes Profil war mit einer von 2,5 m zu 2,5 m eingetheilten starken Drahtkette überspannt. Das Querprofil wurde aufgenommen, und die Geschwindigkeitsmessungen wurden in allen durch die Gliedmaschen gehenden Verticalen, und zwar in jeder derselben in Tiefen von 10 zu 10 oder von 20 zu 20 cm ausgeführt.“

Die so gefundenen Geschwindigkeiten wurden für jede einzelne Verticale (Abscisse) als Ordinaten aufgetragen. Diese

Verticalgeschwindigkeits-Curven kann man als ideelle Querprofile auffassen, aus welchen sich ein Schichtenplan von Wasserschichten gleicher Geschwindigkeit construiren läßt. Die Schnitte derselben mit dem Querprofil des Flusses ergeben Curven gleicher Geschwindigkeit, mittelst deren man in rascher und eleganter Weise die Wassermenge bestimmen kann. Alle anderen nothwendigen oder wünschenswerthen Daten, mittlere Geschwindigkeit, Oberflächengeschwindigkeits-Curven u. s. w., lassen sich hierauf in einfachster Weise ableiten.

Um das relative Gefälle in einem Durchflußprofil zu erhalten, verbindet der Verfasser die nivellirten Punkte des Wasserspiegels durch eine continuirliche Curve und leitet aus der Neigung der an dieselbe gezogenen Tangenten das Gefälle ab.

Messungen an der Sazawa bei Poric und an der Moldau bei Budweis sind gleichfalls benutzt.

Bei der Vergleichung seiner direct gefundenen Ergebnisse mit den Resultaten der Formeln hat Verfasser 2 Gruppen gebildet, nach Gauckler, für Gefälle, die größer oder kleiner als 0,0007 sind. In Betracht gezogen wurden folgende empirische Gleichungen:

Eytelwein: $v = 50,9 \sqrt{r\tau}$

Humphreys u. Abbot: $\sqrt{v} = \sqrt{0,0025 m + \sqrt{68,72 r_1 \sqrt{\tau} - 0,05} V m}$,

wobei $m = \frac{0,933}{\sqrt{r + 0,457}}$, $r_1 = \frac{F}{p + b}$

Grebenau: $v = 5,86 \sqrt{r} \sqrt{\tau} \cdot 0,90$

Bazin: $v = \sqrt{\frac{r \cdot \tau}{0,0004 + \frac{0,0007}{r}}}$

Gauckler: $\sqrt[4]{v} = 6,5 \sqrt[3]{r} \sqrt[4]{\tau}$ für $\tau < 0,0007$
 $\sqrt[4]{v} = 5,5 \sqrt[3]{r} \sqrt[4]{\tau}$ für $\tau > 0,0007$

Bornemann: $v = \frac{1}{0,0039} r^{4/3} \cdot \tau^{4/5}$

Hagen (I): $v = 2,425 \sqrt{r} \sqrt[3]{\tau}$

Hagen (II): $v = 4,901 \cdot r \sqrt[5]{\tau}$

Hagen (III): $v = 3,338 \sqrt{r} \sqrt[5]{\tau}$

Ganguillet u. Kutter: $v = \left(100 - \frac{100 \cdot 2,44}{\sqrt{r} + 2,44}\right) \sqrt{r} \cdot \tau$

In allen Formeln bezeichnet τ das relative Gefälle, r den Profilradius.

Durch Zusammenstellung der Fehlerquadrate und graphische Vergleichung der gemessenen mit den berechneten mittleren Geschwindigkeiten ergibt sich nachstehende Reihenfolge für die Güte der Formeln:

I. Gruppe	II. Gruppe
Hagen (I)	Hagen (I)
Hagen (III)	Hagen (III)
Grebenau	Humphreys u. Abbot
Humphreys u. Abbot	Grebenau
Bazin	Hagen (II)
Ganguillet u. Kutter	Ganguillet u. Kutter
Eytelwein	Bazin
Hagen (II)	Gauckler
Gauckler	Bornemann
Bornemann	Eytelwein

Im dritten Abschnitt hat der Verfasser zunächst für die Formeln von Eytelwein, Grebenau, Bazin, Gauckler, Bornemann, Hagen (I), Hagen (II) und Ganguillet u. Kutter (neuere Formel) auf Grund seiner Beobachtungen neue Constanten berechnet, sodann mit den so modificirten Gleichungen abermals die mittleren Geschwindigkeiten bestimmt und zuletzt durch Ermittlung der Fehlerquadrate die Güte untersucht. Hierbei ergibt sich nachstehende Reihenfolge:

I. Gruppe	II. Gruppe
Hagen (I)	Hagen (I)
Grebenau	Grebenau
Hagen (II)	Gauckler
Bazin	Eytelwein
Ganguillet u. Kutter	Hagen (II)
Eytelwein	Ganguillet u. Kutter
Bornemann	Bazin
Gauckler	Bornemann

Die Formel Hagen (I) lautet hierbei $v = 2,271 \sqrt{r} \sqrt[3]{\tau}$. Eine allgemeine Gleichung $v = x \cdot r^y \cdot \tau^z$ würde als Constanten haben:

für $\tau < 0,0007$ $x = 0,578$ $y = -0,228$ $z = 0,030$
 für $\tau > 0,0007$ $x = 2,257$ $y = 0,395$ $z = 0,189$

Die sorgfältigen Untersuchungen des Verfassers beweisen, daß zur Berechnung der Geschwindigkeiten kleinerer Flüsse die empirischen Formeln unseres Altmeisters Hagen trotz ihres einfachen Baues, und vielleicht gerade deshalb, in jeder Beziehung die vorzüglichsten sind.

Außer dem vorstehend besprochenen Werk sind neuerlichst bei der Redaction noch eingegangen:

Der Schutz des Holzes gegen Fäulniß und sonstiges Verderben. Von E. Buresch, Großherzogl. Oldenb. Geh. Ober-Baurath. Preisschrift. Mit 4 lithogr. Tafeln. 2. neu bearb. Aufl. Dresden, bei R. Kuntze. 1880.

Anlagen von Hausentwässerungen nach Studien amerikanischer Verhältnisse mitgetheilt von W. P. Gerhard, Civil-Ingen. in St. Louis. Mit 5 lithograph. Tafeln. Berlin bei A. Sydel. Pr. 2 M.

Vorlesungen über Brückenbau. Theorie u. Berechnung der eisernen Bogenbrücken von Heinr. F. B. Müller-Breslau, Civil-Ingen. in Berlin. Thl. I., die stabförmigen elastischen Bögen. Atlas mit 29 Tafeln. Berlin. A. Seydel. 1880. Pr. 9 M. (II. Thl., Fachwerkbögen, ist unter der Presse.)

Die Baudenkmäler im Regierungsbezirk Wiesbaden. Im Auftrage des K. Ministeriums der geistlichen etc. Angelegenheiten bearbeitet von Professor Dr. W. Lotz. Herausgegeben von Friedr. Schneider. Berlin. Ernst & Korn. 1880.

Gottfried Semper in seiner Bedeutung als Architekt. Von Const. Lipsius, K. S. Baurath. Mit S's Portait und 33 Ansichten Semper'scher Bauwerke in Holzschnitt. Berlin. 1880. Verlag der Deutschen Bauzeitung.